



**FACULDADE VÉRTIX TRIRRIENSE – UNIVÉRTIX
SOCIEDADE EDUCACIONAL GARDINGO LTDA. – SOEGAR**

TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA CIVIL 2020/02



**COORDENAÇÃO DE CURSO:
PROF^a. M.Sc. SILANE MATTOS PERES**

**PROFESSOR RESPONSÁVEL:
PROF. M.Sc. PAULO ROBERTO DE AZEVEDO SOUZA**

**TRÊS RIOS – RJ
2020**

SUMÁRIO

REFORÇO ESTRUTURAL COM FIBRAS DE CARBONO	1
ANÁLISE DAS CAUSAS E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS NO CONDOMÍNIO HABITACIONAL DO PURYS BLOCO-A CONSTRUÍDO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO.....	21
AÇÃO DE ALTAS TEMPERATURAS EM CONCRETOS CONVENCIONAIS E DE ALTA RESISTÊNCIA COM A ADIÇÃO DA MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EFORÇO ESTRUTURAL COM FIBRAS DE CARBONO	55
REGULARIZAÇÃO DE ACESSO EM RODOVIA FEDERAL.....	93
SUBSTITUIÇÃO DO AÇO POR BAMBU COMO ELEMENTO ESTRUTURAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	179
ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CONJUNTO HABITACIONAL SOCIAL NA CIDADE DE TRÊS RIOS	233
A OFERTA DO EPI E EPC: GARANTINDO QUALIDADE DE VIDA E A SEGURANÇA NO TRABALHO	257
ESTUDO PRELIMINAR DOS BENEFÍCIOS DO USO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS COMO OS BIODIGESTORES PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE TRÊS RIOS/RJ	277
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CONSTRUÇÕES DE ALVENARIAS COM BLOCOS DE CERÂMICA E BLOCOS DE GESSO.....	297
HABITAÇÕES SOCIAIS EM CONTÊINERES.....	321
ANÁLISE DE DRENAGEM NA AVENIDA ZOELLO SOLA	349
CALÇADA ACESSÍVEL: O PLANEJAMENTO DA PADRONIZAÇÃO PARA A CIRCULAÇÃO DE PEDESTRES NO CENTRO DE TRÊS RIOS-RJ	363
ASFALTO BORRACHA – MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO ECONÔMICA DE ESTRADAS.....	387

REUTILIZAÇÃO, RECICLAGEM E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO URBANO-AMBIENTAL.....	419
PREVENÇÃO DE ACIDENTES NOS TRABALHOS EM ALTURAS	443

REFORÇO ESTRUTURAL COM FIBRAS DE CARBONO**ACADÊMICO:** Jean Carlos Henrique Azevedo.**ORIENTADOR:** Prof^a. M.Sc. Rita de Cássia Teixeira Assis**LINHA DE PESQUISA:** Construção Civil.**RESUMO**

A fibra de carbono é uma tecnologia que sempre teve espaço em diversas áreas de aplicações. Seu uso era de grande valia em áreas automotivas e na fabricação de peças, até que nos meados de 1960, a tecnologia foi usada pela primeira vez na construção civil. Com base em estudos bibliográficos, busca-se a obtenção de dados e informações visando apresentar a tecnologia da fibra de carbono e seu uso na área da construção civil, em especial como reforço de estruturas. O objetivo é apresentar de forma clara toda a vantagem e flexibilidade da tecnologia, demonstrando como funciona a sua aplicação até a análise de suas propriedades mecânicas. Com os resultados apresentados e discutidos, é possível comprovar, através de todo o referencial obtido, a eficiência da tecnologia, não somente envolvendo seu uso prático e rápido, mas também suas vantagens sobre as demais opções de fibras presentes no mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Polímero; Flexão; Compósitos; Durabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Na elaboração de um projeto estrutural, desde a sua concepção, tem-se como objetivo elaborar algo que, além de transmitir segurança e conforto durante o uso, seja economicamente viável e atenda às finalidades particulares ao que o mesmo será submetido. Nas etapas de um projeto, temos sua concepção, projeção e logo após, a execução do mesmo. Quando erros são cometidos durante alguns desses processos, as construções podem apresentar sinais patológicos que diminuem o tempo de vida, a segurança e a utilidade da mesma.

Tendo em vista o risco que uma estrutura pode submeter aos seus usuários e seus arredores, o reforço estrutural passa a ser uma opção mais viável do que a reconstrução de um projeto, e muito mais seguro que a alteração do mesmo após ter sido feita a execução.

Tornou-se, tanto ambientalmente, quanto economicamente, preferível adaptar as estruturas do que reconstruí-las, principalmente se métodos de reforço estrutural ágeis, efetivos e simples estão disponíveis (GARDEN e HOLLAWAY, 1998, p. 3)

Muitos fatores podem acarretar a necessidade dos reforços estruturais, o concreto pode não atingir a resistência necessária e prevista em projeto e acaba não desempenhando como previsto e solicitado em projeto; as edificações podem apresentar deteriorações e comprometer a utilidade da mesma. Em muitos casos, incluindo os citados anteriormente, reforçar a estrutura passa a ser uma opção mais viável pelo tempo de execução e por ser economicamente e ambientalmente menos agressivos que a reconstrução de edificações.

Para uma intervenção breve e que não interrompa por muito tempo a utilização das estruturas e/ou edificações, a tecnologia da construção mostra inúmeros meios que evitam uma modificação agressiva à estrutura em si podendo comprometer sua vida útil. Existem opções como o encamisamento/recobrimento de pilares com concreto armado, instalação de placas de aço com epóxi, reestruturação por meio de perfis metálicos, uso de aço como protensão e demais.

O encamisamento com concreto pode apresentar falhas durante a cura, que além de retração e problemas de aderência, podem deixar o pilar com uma área um pouco maior, se feito em um estacionamento por exemplo, o cliente pode perder espaço e conseqüentemente perderá uma quantia de dinheiro a longo prazo. A instalação de placas de aço poderia ser ótima opção, mas ao fechar a superfície do

concreto não é possível visualizar se ocorreram problemas de corrosão ou fissuração no local reforçado: “Diferentemente do aço, os compósitos de fibra de carbono não são afetados pela corrosão eletroquímica e resistem aos efeitos corrosivos de ácidos, álcalis, sais e outros agentes agressivos” (GARDEN e HOLLAWAY, 1998, p. 206).

Além de manterem a esbeltez e singularidade inicialmente propostas na estrutura, mantendo suas características, o reforço estrutural com fibras de carbono vem sendo a solução mais viável. É superior às demais tecnologias por apresentar, além do ótimo desempenho, um tempo melhor de execução do reforço e crescer suas individualidades físicas e mecânicas ao local reforçado.

Tendo em vista os argumentos citados acima, este trabalho visa analisar dados de pesquisas anteriores a fim de apresentar um parecer sobre as fibras de carbono e o motivo destas terem se tornado uma das melhores opções para o reforço estrutural atualmente. É uma tecnologia que deve ser explorada, devido às suas propriedades mecânicas e métodos de aplicação, que buscam manter a integridade das estruturas bem como a sua utilidade, para o cliente e usuários.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HISTÓRICO

Em 1960, a fibra de carbono teve importante papel na indústria asiática. Muito antes de ser utilizada na construção civil, a tecnologia era muito bem explorada na indústria automobilística. A fibra além de ser muito resistente, diminuía o peso das peças dos automóveis, tendo impacto no desempenho e na economia de combustível do mesmo (EMMONS, 1998).

O Japão sofre constantemente com abalos sísmicos e as fibras de carbono foram a opção para reforçar estruturas já existentes no país (SOUZA e RIPPER, 1998), atitude que se tornou preventiva para não prejudicar as estruturas, as suas individualidades e importâncias à sociedade. Em 1980, com a necessidade da recuperação e reforço de forma rápida, a fibra de carbono começou a ser utilizada para fins estruturais reforçando vigas e pilares na época. (MACHADO, 2002)

O CFRP, em inglês, Carbon Fiber Reinforced Polimeter, começou a ser amplamente utilizada para aumentar a resistência de seções distintas, podendo também aumentar a resistência à flexão quanto à esforços transversais de vigas e lajes. O processo, no entanto, exige muitos cuidados na aplicação e amarração dos

compósitos, assim como um detalhamento mais profundo das tensões envolvidas no deslizamento da interface entre o compósito e o concreto onde será aplicada (RIPPER e SOUZA, 1998).

A fibra de carbono foi utilizada pela primeira vez no Brasil para reforçar um viaduto localizado em Belo Horizonte. Em 1998, o viaduto Santa Tereza, que se trata de uma estrutura tombada pelo patrimônio histórico, teve a fibra de carbono como escolha para o seu reforço pois a esbeltez do material não iria causar alterações à estética do mesmo (BEBER, 2003).

2.2 COMPÓSITOS

Materiais compósitos são resultados de combinações de dois ou mais materiais. Os materiais, quando juntos, tendem a apresentar propriedades mecânicas mais interessantes que seus constituintes (ARBOLEDA, 2014).

O compósito de carbono é constituído por dois elementos muito importantes. O primeiro, que deixa as fibras coesas e protegidas para transferência de tensões de cisalhamento entre o local aplicado e a fibra em si, que é a matriz polimérica (MACHADO, 2002). As resinas, componentes da matriz, são compostas por um agente principal, que no caso é a própria resina; e um catalisador, que endurece e ajuda a manter unido o compósito final (HOLLAWAY, 1993).

O segundo elemento pode variar de acordo com a necessidade mecânica do reforço. Além do carbono, que será o mais trabalhado neste trabalho, vidro ou aramida também apresentam boa resistência a reforços (BEBER, 2003).

2.3 A FIBRA DE CARBONO COMO COMPÓSITO

As fibras de carbono, que são produzidas através de tratamento térmico, têm pequenas diferenças mecânicas entre si. As fibras que são produzidas a partir do processo denominado rayon, possuem alta resistência e alto módulo de elasticidade, porém o processo custa mais caro que os demais. O piche que é uma matéria prima de mais fácil acesso, gera fibras que tem uma resistência de módulo de elasticidade muito baixo, o que pode implicar na qualidade final do produto. O mais recomendado é o PAN, poliacrilonitril, que engloba um baixo valor de produção e alcança resultados satisfatórios com suas propriedades físicas (BEBER, 2003).

O diferencial da fibra de carbono sobre as demais fibras são três fatores específicos: o baixo peso, a alta resistência e a grande rigidez. Como citado acima,

o método pelo qual a fibra é fabricada influi diretamente na mecânica da mesma. A temperatura e a orientação das fibras têm influência direta no módulo de elasticidade do compósito, explicando em grande parte o motivo do método ser o mais escolhido por chegar a temperaturas próximas de 3000 °C (MACHADO, 2002; BEBER, 2003).

As fibras de carbono possuem uma ruptura frágil e brusca, o que caracteriza um comportamento linear elástico, o que pode ser evitado usando alguns mecanismos. Tal comportamento pode ser observado abaixo. A tabela abaixo apresenta as fibras citadas acima: vidro, aramida, carbono e também o aço.

2.4 CONCEITOS ABORDADOS

De acordo com Wazlawik (2014), os conceitos abordados devem ter embasamento em documentos e publicações anteriores, visando assim o melhor entendimento de leitores que não tem familiaridade com o assunto abordado.

Para melhor entendimento e à questão de comparação, o documento aqui apresentado tem bases referenciais também de pesquisa a dissertação de mestrado apresentada por Larissa Azevedo Curty, apresentada e defendida em 18 de agosto de 2009. A dissertação intitulada “Estudo Experimental dos Consoles Curtos de Concreto Armado Reforçados com Compósitos de Fibras de Carbono”, apresenta uma pesquisa experimental, que também será utilizada em nossa metodologia.

Na pesquisa citada acima, a autora visa atestar a eficácia da tecnologia das fibras de carbono de forma empírica, utilizando corpos de prova com e sem o reforço da fibra. Assim como o documento citado, este aqui também visa atestar a superioridade da tecnologia da fibra de carbono sobre as demais técnicas de reforço estrutural.

3.

METODOLOGIA

O estudo foi baseado em uma revisão bibliográfica, utilizando como fontes alguns artigos e publicações, teses de doutorado e mestrado, livros e demais referências citadas neste estudo. Com base em uma análise de documentos citados, é possível, em cada fase do processo, elaborar, demonstrar e construir um ponto de vista com um referencial teórico rico em informações para alcançar o objetivo do material aqui presente.

A revisão bibliográfica terá como principal função elaborar as discussões aqui defendidas. A fim de obter uma conclusão sobre a tecnologia, a disponibilidade e suas vantagens serão exploradas em situações distintas de acordo com o conteúdo apresentado nos materiais analisados.

Prodanov e Freitas (2013, p.131), falam ainda sobre as revisões bibliográficas:

Destacamos que a finalidade da pesquisa científica não é apenas um relatório ou uma descrição de fatos levantados empiricamente, mas o desenvolvimento de um caráter interpretativo no que se refere aos dados obtidos. Para tal, é imprescindível correlacionar a pesquisa com o universo teórico, optando por um modelo que sirva de embasamento à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos ou levantados. Nesse sentido, todo projeto de pesquisa deve conter as premissas ou os pressupostos teóricos sobre os quais o pesquisador fundamentará sua interpretação.

Para verificar a eficiência da fibra de carbono, serão analisados resultados obtidos em alguns documentos selecionados. Para uma visão mais específica sobre o passo a passo da aplicação fibra de carbono será avaliado o artigo publicado por Marcus Serra e Thiago Lira, intitulado “FIBRA DE CARBONO: REFORÇO ESTRUTURAL EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO” e o “MANUAL DE REFORÇO DAS ESTRUTURAS” escrito por Ari de Paula Machado. Esses estudos foram selecionados por apresentarem dados pertinentes à análise proposta nos objetivos.

Para efeito comparativo, será revisada a dissertação “VIGAS DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS COM FIBRAS DE CARBONO”, escrita por Adriano Fortes. Para complementação dos resultados, um relatório técnico de um ensaio com as fibras de carbono feito pelo autor deste documento, exemplifica algumas particularidades da execução da aplicação da fibra de carbono.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. APLICAÇÃO DA FIBRA DE CARBONO

Machado (2002) descreve como primeiro passo da aplicação da fibra de carbono, além de uma equipe composta por profissionais qualificados e habilitados para o serviço, recuperar o substrato do concreto. A região onde é aplicada a fibra precisa de uma aderência segura, então as patologias que se encontrarem na superfície do concreto deverão ser corrigidas.

Uma das patologias que pode ser citada como exemplo é a corrosão nas armaduras, o que se faz necessário a remoção e recomposição da superfície degradada. A figura 1 mostra o procedimento de remoção do concreto deteriorado.

Figura 1 - Remoção do concreto deteriorado.



Fonte: Engepro Engenharia e Construções, 2020

No caso da presença de fissuras, segundo Souza e Ripper (1998), as fissuras com aberturas a partir de 0,1 mm devem ser injetadas. Já no caso de fissuras maiores que 3,0 mm e não profundas, a recuperação se dá pelo enchimento da trinca por gravidade.

Após a reparação da superfície, é necessário a preparação da mesma. Nos casos em que a fibra será usada em áreas maiores e de condições críticas de colagem, é recomendado a utilização de abrasivos, jatos de água, limalhas metálicas e afins para a remoção de partes soltas. Já em superfícies menores, uma polida simples e com o auxílio de um aspirador são o suficiente para a preparação da superfície para a próxima fase da aplicação.

As aplicações com o objetivo de reforço para os esforços de flexão e de cisalhamento em vigas, lajes ou pilares exigem que sejam estabelecidos sistemas

de colagens eficientes para uma adequada transferência de esforços entre os meios no processo de colagem. Segundo Machado (2002), é necessário a aplicação com imprimadores primários (*primmers*), que preenchem os espaços vazios aumentando assim a aderência junto à película aplicada na superfície do concreto. Após a etapa dos *primmers*, é aplicada a massa regularizadora de superfície.

Quanto à fibra de carbono, a mesma deverá estar com o corte de acordo com o projeto estrutural de reforço estrutural. Uma vez cortadas, o próximo passo é a saturação para a aplicação. As fibras podem ser saturadas em bancada própria e logo depois transportadas para aplicação nas peças a serem reforçadas. Outro método também é a saturação via seca, na qual o processo é feito sobre o concreto da peça a ser reforçada, para logo em seguida ocorrer a aplicação da fibra. O tempo de aplicação tem de ser imediato independente do *primer* utilizado, pois segundo Souza e Ripper (1998), o tempo é no máximo de 25 a 30 minutos, o que é considerado um tempo curto dependendo da área de aplicação da tecnologia.

Figura 2 - Aplicação da fibra de carbono.



Fonte: Igor de Oliveira Borges, 2016.

Após a colocação das fibras, podem ser aplicados revestimentos estéticos ou proteções, tanto mecânicas quanto químicas, para ajudar a prevenir as

agressões mecânicas ou químicas provenientes do ambiente ou particularidades do local da instalação. Camadas como concreto projetado ou uma simples pintura podem ser utilizados. Essas camadas, porém, devem seguir as especificações de cada fabricante. Abaixo, algumas estruturas reforçadas com a fibra de carbono.

Figura 3 - Reforço estrutural em laje.



Fonte: Barreta & Passaura, 2013.

A fibra de carbono tem muitas utilidades em diferentes partes de uma estrutura como dito anteriormente. Sendo assim o reforço abrange lajes, vigas e pilares.

Figura 4 - Reforço Estrutural em Vigas.

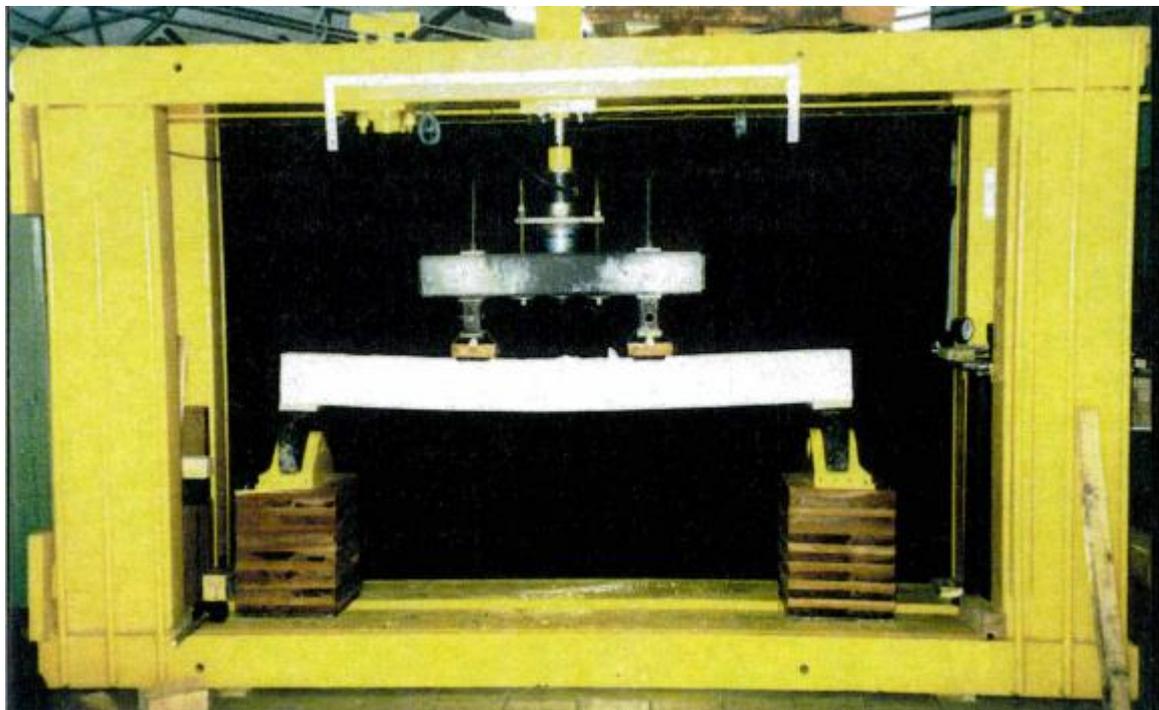


Fonte: Alzata Engenharia, 2020.

4.2. EFICIÊNCIA COMPROVADA

Para exemplificar em prática o funcionamento do reforço estrutural com a fibra de carbono, opta-se pela realização de ensaios com as vigas bi-apoiadas submetidas a esforço de flexão de igual intensidade e distância dos extremos, tendo a aplicação da carga a cerca de $\frac{1}{3}$ do comprimento entre os apoios. Este procedimento possibilita estudar o reforço em regiões onde exista momento fletor (flexão pura) e em regiões onde existam esforços conjuntos, flexão e cisalhamento (flexão simples).

Figura 5 - Pórtico para realização dos ensaios.



Fonte: Adriano Fortes, 2000.

Através do pórtico, foi aplicada uma força em um perfil metálico, bi-apoiado sobre a mesa da viga ensaiada, visando a transmissão das cargas desejadas. Os deslocamentos gerados pelo carregamento do peso próprio da viga foram descontados durante a leitura dos instrumentos de medição. A velocidade de forças aplicadas até a ruína da viga seguem uma velocidade de aproximadamente 0,05 kN/seg, e os deslocamentos são medidos a cada incremento de 1kN por meio de dois relógios comparadores posicionados em cada face lateral da viga.

O concreto utilizado é convencional e de resistência igual a 20 MPa. Foi executado com CP-V, que é um cimento de alta resistência inicial, junto de materiais

comuns na prática de obras de concreto armado como pedra britada, areia e aço. O concreto utilizado teve ótimo controle tecnológico e todas as vigas produzidas para o ensaio, utilizaram-se do mesmo concreto que foi transportado por caminhão betoneira.

A opção de trabalho com a viga de seção transversal “T” é devido à maioria das vigas de edificações convencionais funcionarem como “T” na região de momento positivo. Essa forma de viga também é usualmente utilizada em estruturas como pontes e passarelas. Todas as vigas presentes no ensaio têm a mesma dimensão e comprimento total de 275 cm. A base superior (bf) conta com 25 cm, base inferior (bw) com 12 cm, altura total (h) de 25 cm e altura da mesa (hf) 12 cm.

Os critérios adotados para as solicitações e resultados do ensaio seguem os padrões adotados pela norma brasileira NBR 6118 (1978) e ACI (1995), representando assim de maneira satisfatória o comportamento das peças quando submetidas a carregamento de serviço.

Para efeitos de comparação, os ensaios foram feitos em 5 tipos diferentes de situações para uma melhor análise da eficiência da fibra, tendo as particularidades de cada situação divididas em grupos. No primeiro grupo, com duas vigas, as vigas apresentadas não contêm nenhum tipo de reforço estrutural. No segundo grupo, uma fita de fibra de carbono inserida, apenas uma viga foi utilizada para a situação. No terceiro grupo, apenas uma viga com duas fitas de fibra de carbono coladas. No quarto grupo, duas vigas monolíticas com 2 fitas de fibra de carbono coladas. Os resultados obtidos foram os seguintes.

Quadro 1 - Valores Numéricos da Ruína das Vigas.

Grupo	Viga	Carga de Ruína (kN)
1 (monolítica de referência)	MRF1 MRF2	65 65
2 (1 fita de PRFC inserida)	FCI3	94
3 (2 fitas de PRFC coladas)	MFC4	102
4 (monolíticas com 2 fita de PRFC colada)	MFC5 MFC6	89 89

5 (fissuradas com 1 fita de PRFC colada)	FFC7	89
	FFC8	89
	FFC9	89

Fonte: Adriano Fortes, 2000

As vigas de referência (MRF1 e MRF2) apresentaram resistência até os 65 kN. No grupo 5, as vigas pré-fissuradas, e que de certo ponto simulam um caso real de reforço estrutural com a fibra, alcançaram a média de 89 kN. O resultado exemplifica um acréscimo de 36,92% na resistência apresentada pela viga de referência.

Para efeitos de comparação quanto aos deslocamentos verticais, o ensaio obteve resultados satisfatórios. A variação da relação entre as demais vigas e a de referência sob os mesmos esforços apresentou os seguintes resultados:

Quadro 2 - Deslocamento pós-aplicação de cargas

Grupo	Viga	Deslocamento (mm) em P=40kN	Deslocamento (mm) em P=65kN
1	MRF2	7,34	16,66
2	FCI3	6,61	12,23
3	MFC4	4,75	8,84
4	MFC5	6,11	10,73
	MFC6	5,20	9,97
5	FFC7	4,93	9,4
	FFC8	4,99	9,26
	FFC9	5,50	9,85

Fonte: Adriano Fortes, 2000

Tal expressividade nos resultados, também se mostrou presente nos valores das cargas de ruína apresentados. Nos valores para as solicitações de serviço, destacam-se os valores para as vigas pré-fissuradas, casos usuais de necessidade de reforço estrutural. A relação entre a flecha obtida pela viga MRF2, por exemplo, em comparação com a viga FFC9, é muito positiva para concluir-se o quão impactante é a diferença. A viga FFC9 é do grupo 5 e trata-se de uma viga fissurada. Numericamente a relação entre a flecha da viga de referência, sem reforços, e a

viga FFC9, fissurada e com 1 fita de fibra de carbono colada, segue o seguinte panorama:

$$\text{Relação Deslocamento Vertical} = D(\text{FFC9})/D(\text{MRF2}) = 9,85\text{mm}/16,66\text{mm};$$

Logo; Relação Deslocamento Vertical = 0,59, para Carregamento (P) = 65 kN

Os resultados obtidos são de grande valia para a continuidade do objetivo e conclusão do documento em questão.

4.3. RELATÓRIO TÉCNICO

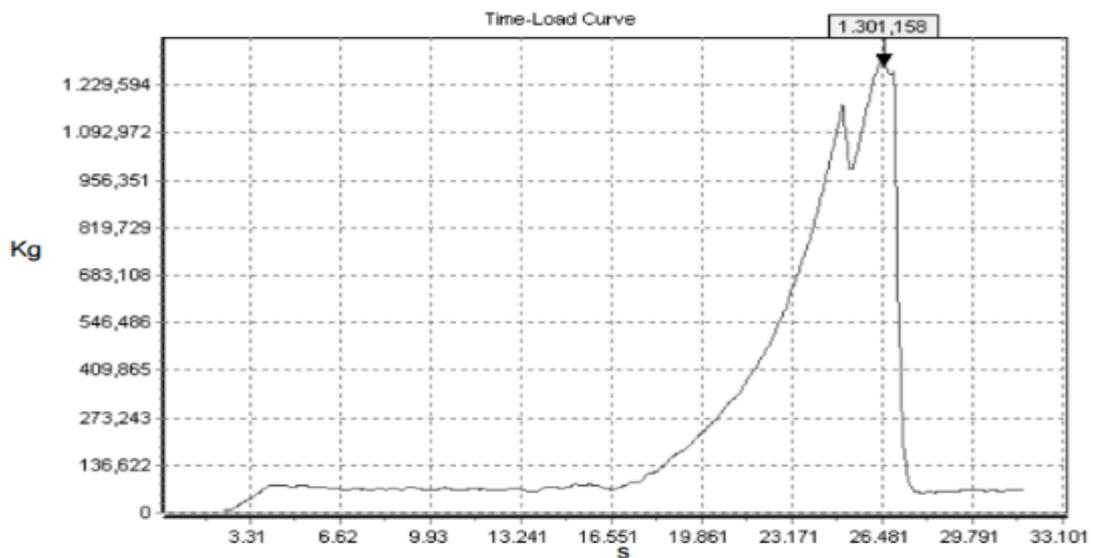
O relatório técnico que compõe este tópico é de mesma autoria que o documento aqui presente. O ensaio de flexão de vigas e lajes reforçadas com fibras de carbono aqui relatado, tem o objetivo de demonstrar a eficiência da fibra comparando os dois exemplares reforçados e não-reforçados. Quanto ao traço utilizado tem-se o seguinte:

- RPC -10
- Cimento CIII - 6600g
- Areia #50 - 3630g
- Areia #80 - 3630g
- Quartzo #325 - 462g
- Sílica dens. II - 792g
- Sílica não dens. - 792g
- Água - 1650g
- Aditivo POWER FLOW 3140 - 275g

O ensaio foi realizado sete dias depois de executado o traço acima, com ausência de quartzo (#400), não listado acima pois a disponibilidade do mesmo no laboratório estava em falta. Os corpos de prova estavam aparentemente bem adensados e aptos para os ensaios.

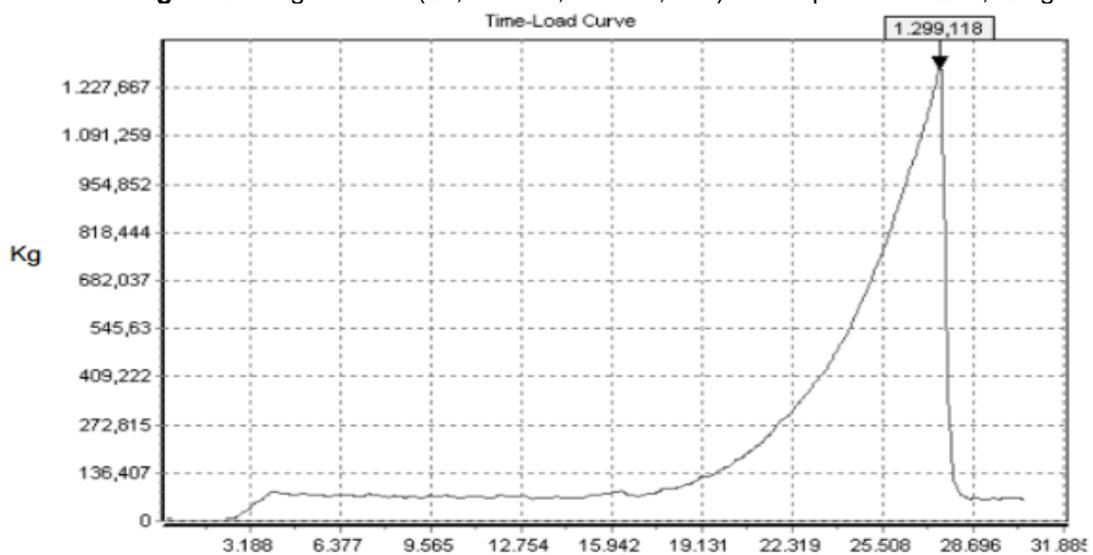
Os resultados para as vigas foram interessantes. A primeira viga apresentou um pequeno dano nas laterais, não presente na retirada dos moldes. O rompimento foi prejudicado com o descolamento da fibra, impossibilitando uma comparação entre as duas situações como previsto no objetivo.

Figura 6 - Viga reforçada (28,5 cm x 7 cm x 7,5 cm) - Rompeu com 1301,1 kg



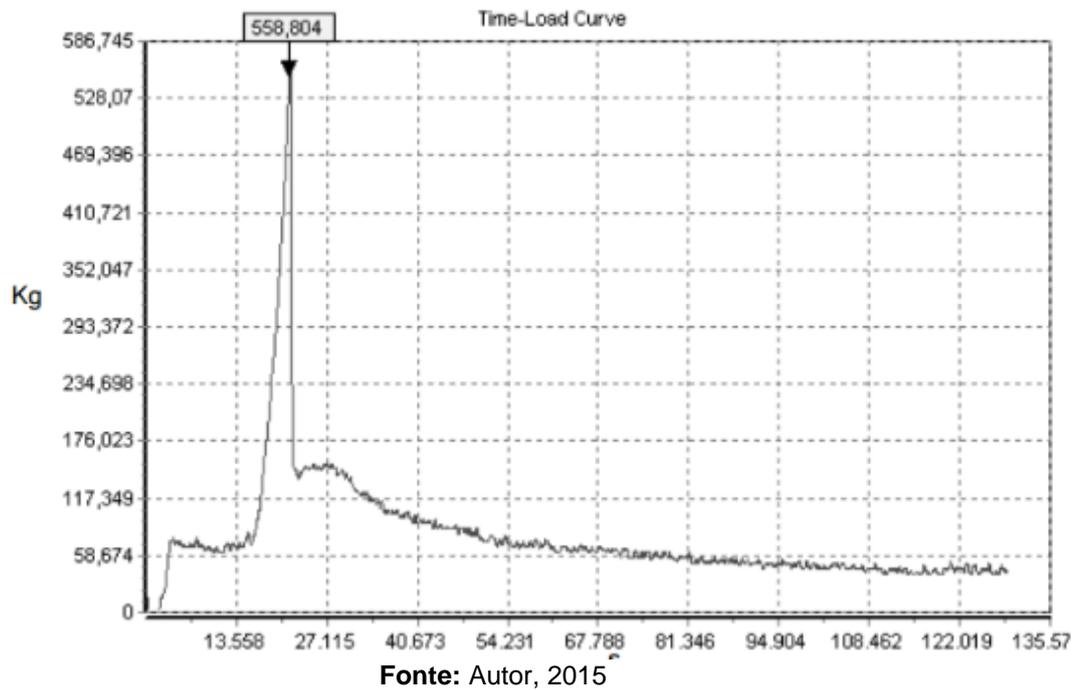
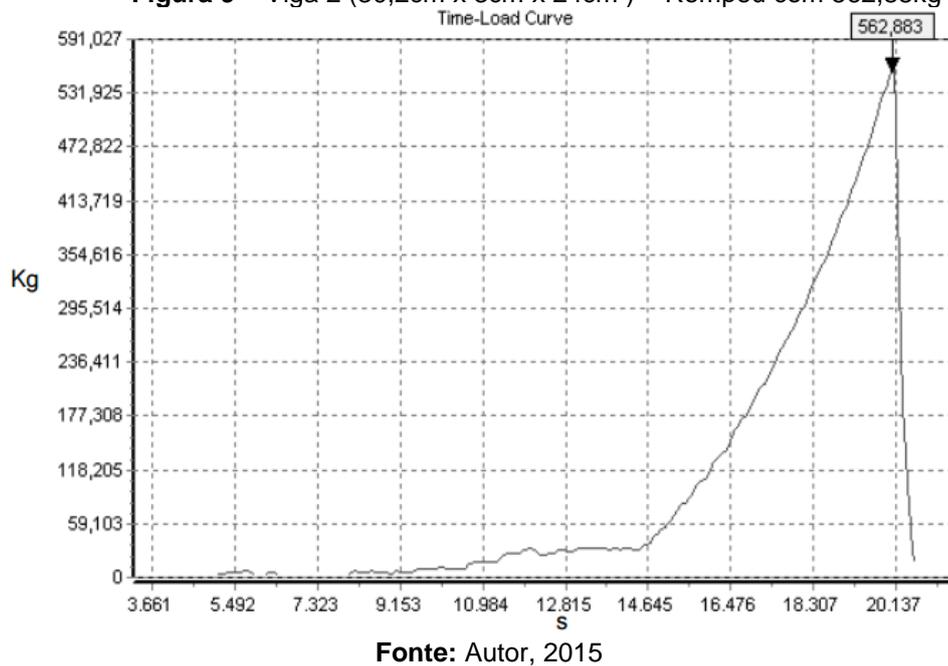
Fonte: Autor, 2015

Figura 7 – Viga normal (28,5cm x 7,3cm x 7,5cm) – Rompeu com 1299,12 kg



Fonte: Autor, 2015

No rompimento das lajes, as fibras tiveram participação direta em um evento em particular. Após a ruptura parcial do concreto durante o ensaio, a fibra segurou a estrutura por algum tempo. Mesmo após o ensaio, algumas fibras ainda interligavam as duas metades da laje.

Figura 8 - Viga 1 com Fibra – (30cm x 3,5cm x 24cm) – Rompeu com 558 kg**Figura 9 – Viga 2 (30,2cm x 3cm x 24cm) – Rompeu com 562,88kg**

Ambas as lajes se encontravam em perfeitas condições. Os efeitos da fibra nesse caso foram comprovados de um modo não muito convencional. A fibra por sua vez conseguiu demonstrar suas propriedades mecânicas, porém, mesmo com as particularidades que foram encontradas no ensaio, os resultados em si mostraram no cenário pós ensaio o que a tecnologia das fibras é capaz de realizar.

Figura 10 - Viga de concreto RPC com fibra rompida

Fonte: Autor, 2015

Em todos os casos apresentados no documento presente, com exceção do relatório técnico, houve excelência e controle de qualidade antes, durante e depois da aplicação da fibra. Algumas informações importantes citadas devem ser levadas em conta no que diz à aplicação e na mecânica apresentada pela fibra. Mesmo com as adversidades causadas pela má aplicação da fibra, o que claramente ocasionou no deslizamento da mesma durante o ensaio, as fibras mostraram certa presença nos resultados, mesmo que irrisórios em valores numéricos. Ao romper-se no ensaio das lajes, mesmo por alguns consideráveis segundos, a fibra foi de suma importância para evitar o rompimento completo da peça.

4.4. COMPARAÇÃO COM AS DEMAIS FIBRAS

As fibras oferecem resistência e rigidez ao compósito. Tais propriedades variam de acordo com o tamanho, gramatura e disposição do mesmo na matriz do produto final. O grau de solitação, as condições ambientais e o tipo de estrutura são de grande importância para a escolha da fibra. Além da fibra de carbono, existem também fibras de vidro e as fibras de aramida. Abaixo um quadro comparativo entre as características das fibras.

Quadro 3 - Comparativo entre características das fibra.

Característica	Fibra de Carbono	Fibra de Vidro	Fibra de Aramida
----------------	------------------	----------------	------------------

Exposição à meios ácidos (alcalidade)	Alta resistência	Não tolera	Não tolera
Expansão térmica	Próximo de zero, pode causar altas tensões de aderência	Similar ao concreto	Próximo de zero, pode causar altas tensões de aderência
Condutividade Elétrica	Alta	Excelente isolante	Excelente isolante
Tolerância ao impacto	Baixa	Alta	Alta
Fluência e fadiga	Alta resistência	Baixa resistência	Baixa resistência

Fonte: Júlio Jerônimo Holtz Silva Filho, 2007

É fato que a fibra de carbono estabelece larga vantagem em muitos dos requisitos apresentados. A exposição aos meios ácidos, sua expansão térmica e fadiga, possibilitam o uso da fibra sob situações muito adversas. Seja em canais de esgoto e até mesmo em reforços simples como os usuais. Se comparado a resistência a tração, a fibra de carbono apresenta uma resistência a compressão de 78%, a fibra de vidro 55% e a fibra de aramida 20%. De modo geral, as fibras de carbono e vidro quando submetidas a tensões de compressão, apresentam desempenho superior no reforço de elementos estruturais (PERELLES, 2013).

5. CONCLUSÃO

Apresentam-se neste tópico, as conclusões obtidas após a revisão dos materiais e documentos citados. Durante as diversas fases de elaboração da temática escolhida, foi adquirido conhecimento necessário para uma elaboração eficaz do ponto de vista final. Sendo assim, com os resultados apresentados, pode-se alcançar o objetivo inicial do documento.

Os resultados apontam uma larga vantagem da fibra de carbono sobre suas concorrentes no mercado. Mesmo apresentando métodos semelhantes de aplicação e correspondendo à esforços, as particularidades da fibra de carbono oferecem um leque de opções para seu uso no ambiente da construção civil.

As propriedades da fibra avaliada permitem um uso flexível e apto para ocasiões às quais as estruturas comprometidas estão expostas, são adaptáveis a adversidades climáticas, físicas e principalmente adaptáveis à própria obra, sendo

eficiente para o reforço de estruturas, contribuindo para que estas voltem a ter sua resistência como prevista em projeto.

A importância desse trabalho, no campo da Engenharia Civil, deve-se à demanda da tecnologia no mercado. O custo é bem relativo, já que é um material de alta qualidade, o preço claramente vai corresponder ao valor da eficiência da mesma. Não apenas para mudar o panorama da familiaridade para com a tecnologia e conseqüentemente uma possível acessibilidade melhor à tecnologia, mas para que fomente a pesquisa para maior uso da fibra no meio de nosso futuro como engenheiros. Além do citado anteriormente, espera-se que a pesquisa aqui presente possa contribuir para trabalhos futuros, colaborando para o desenvolvimento da fibra de carbono.

6. REFERÊNCIAS

ALZATA ENGENHARIA, “**Reforço Estrutural em Vigas - Fórum Trabalhista**”, Goiânia/GO, 2020.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, ACI 440 F-2001. “**Guidelines for the selection, design and installation of fiber reinforced polymer (FRP) systems for external strengthening of concrete structures.**” 96p., USA, 2001.

ARBOLEDA, D., Carozzi, F. G., Nanni, A., & Poggi, C. (2016). “**Testing procedures for the uniaxial tensile characterization of fabric-reinforced cementitious matrix composites.**”, Journal of Composites for Construction, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR-6118: “**Projeto de Estruturas de Concreto Armado.**”, Rio de Janeiro, 2003.

BARRETO & PASSAURA, “**Reforço Estrutural Apartamento**”, Curitiba, 2013.

BEBER, A. J. “**Comportamento Estrutural de Vigas de Concreto Armado Reforçadas com Compósitos de Fibra de Carbono.**” Tese (Doutorado). PPGECC-UFRRGS, 2003.

CURTY, L. A. “**Estudo Experimental dos Consoles Curtos de Concreto Armado Reforçados com Compósitos de Fibras de Carbono.**” Dissertação de Mestrado, PUC-RIO, Rio de Janeiro, 2009.

DE OLIVEIRA, IGOR B. , “**Estudo de Reforço de Vigas e Lajes com Compósitos de Fibra de Carbono Colados**”, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016

EMMONS, P. H.; VAYSBURD, A. M.; THOMAS, J., “**Strengthening Concrete Structures, Part I. Concrete International.**”, Detroit, v. 20, n. 3, p.53-58, abr. 1998.a.

ENGEPROL ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO, **“Remoção Concreto Deteriorado”**, São Paulo, 2013.

GARDEN, A. M.; HOLLAWAY, L. C.; e THORNE, A. M. **“The Strengthening and Deformation Behavior of Reinforced Concrete Beams Upgraded Using Prestressed Composite Plates,”** Materials and Structures, V. 31, No. 4

HOLLAWAY, L. C. **“Polymer Composites for civil and structural engineering.”** Glasgow, Blackie Academic and Professional, 1993.

JERONIMO HOLTZ SILVA FILHO, JULIO. **“Reforço à Torção de Vigas de Concreto Armado com Compósitos de Fibras de Carbono”**, Pontífica Universidade Católica - Rio de Janeiro, 2007

JUVANDES, L. F. P. **“Reforço e reabilitação de estruturas de concreto usando materiais compósitos de CFRP.”** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1999. 302 p. Tese de Doutorado.

MACHADO, S. D. A. (2002). Engenharia didática. In: MACHADO, S. D. A. (org.). **“Educação Matemática: uma introdução.”** 2 ed. São Paulo: Educ.

PERELLES, D. H.; MEDEIROS, M. F.; GARCEZ, M. R. **“Aplicação da análise hierárquica como ferramenta de tomada de decisão para escolha do compósito de reforço com polímeros reforçados com fibras.”** Revista ALCONPAT. 2013. Disponível em: <<https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/52>>

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, C. E. , **“Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.”** 2ª ed., Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul, 2013.

SERRA, MARCUS; LIRA, THIAGO, **“Fibra de Carbono: Reforço Estrutural em Estruturas de Concreto Armado”**, Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, 2019

SILVA FORTES, ADRIANO **“Vigas de Concreto Armado Reforçadas com Fibras de Carbono.”**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001

SILVA FILHO, J. N. **“Análise Experimental de Vigas “T” em Concreto Armado Reforçadas à Flexão com FRP Submetidas a Carregamentos Pseudo-estáticos e Cíclicos.”** Tese (Doutorado). Universidade de Brasília. Brasília, 2005.

SOUZA, V.C.M., RIPPER, T. **“Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.”** 1ed. São Paulo: Pini, 1998. 257 p.

WAZLAWICK, RAUL SIDNEI **“Metodologia de Pesquisa Em Ciência da Computação.”** 2ª ed. Volume 2, 2014. 168 p.

ANÁLISE DAS CAUSAS E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS NO CONDOMÍNIO HABITACIONAL DO PURYS BLOCO-A CONSTRUÍDO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO

ACADÊMICO: Carlos José de Moraes Kling; Rafael Machado Martins.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Leonardo Martins Sleutjes.

LINHA DE PESQUISA: Patologias na Construção.

RESUMO

O trabalho se propôs a analisar as causas e as técnicas para recuperação de fissuras a serem aplicadas no Conjunto Habitacional do Purys – Bloco-A. O empreendimento utilizou como método construtivo concreto armado. O Estudo de Caso realizado será apresentado como Trabalho de conclusão de curso do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – Univértix Três Rios, 2020.

Para a elaboração do trabalho foi realizada uma pesquisa teórica sobre o método construtivo concreto armado e as técnicas utilizadas neste modelo, buscando embasar nosso conhecimento sobre o tema, as suas características principais, patologias mais recorrentes nesse modelo construtivo, com foco em como são formadas as fissuras e as causas mais prováveis. O objetivo principal foi identificar as patologias existentes na construção e determinar, pelo processo de forma, espessura e atividade, as possíveis causas mais prováveis da sua formação e, deste modo, propor técnicas corretivas mais adequadas a serem aplicadas, visando a segurança e sua funcionalidade, e determinar os procedimentos necessários visando a preservação da estrutura da edificação da ação dos agentes patológicos.

PALAVRAS-CHAVE: CONSTRUÇÃO CIVIL – PATOLOGIAS; FISSURAS – CONSTRUÇÃO CIVIL.

1. Introdução

Segundo Santos e Jungles (2008), o mundo dos negócios da indústria brasileira da construção civil encontra-se cada vez mais competitivo, diversificado e exigente, fazendo com que as empresas deste ramo busquem por novas técnicas de construção, onde estas tenham uma melhor qualidade e maior ganho de produtividade. As construtoras buscam optar pelo método construtivo que melhor se enquadre ao empreendimento proposto.

O mundo dos negócios na indústria brasileira da construção civil tem se mostrado cada vez mais diversificado, mais complexo, mais exigente. Embora ainda existam construtoras que não abracem a busca por melhoria contínua, por inovações nos processos produtivos e gerenciais, por inovações nos seus produtos na realidade “mudança” é a palavra-chave neste século. O artesanato da construção civil usando métodos com processos do início do século XX ainda terá algum lugar no mercado, mas certamente será a indústria da construção civil, utilizando processos estruturados, focados na produtividade e em resultados para todas as partes envolvidas, que irá prosperar e crescer (SANTOS E JUNGLES, 2008).

O ritmo acelerado da construção civil para atender à crescente demanda por edificações, habitacionais e industriais além da modernização da sociedade, promoveram um expressivo salto científico e tecnológico (AMBROSIO, 2004).

No entanto, todo método construtivo, este é sujeito a patologias ou deficiência, provenientes desde erros de projeto, execução ou mau uso do imóvel na fase pós-ocupacional, podendo comprometer a durabilidade da construção ou até mesmo a segurança e bem estar dos seus ocupantes. Essas patologias podem se desenvolver em uma construção e geralmente apresentam sintomas visíveis ou não, que através de análise podem pelas suas características expor o possível agente causador, possibilitando a implementação de medidas corretivas, comprometer a segurança e a durabilidade da construção. Para Holanda Jr. (2008), as causas mais frequentes de fissuras é por falha de desempenho em alvenaria, porque na sua composição são empregados os materiais, cerâmicas, concreto e a argamassa, que são frágeis e apresentam baixa resistência à tração.

Este trabalho tem como finalidade identificar através de pesquisa, as possíveis fontes causadoras de patologias presentes em um conjunto residencial construído em concreto armado no bairro do Purys – Três Rios/RJ. Avaliando por meio de observação, coleta, análise de dados e de relatos de moradores, com

objetivo de diagnosticar a origem e propor medidas corretivas mais adequadas para os moradores, de maneira que os permita tomar as providências que assegurem o bem estar e a segurança desse conjunto habitacional.

Observar e analisar de maneira abrangente as patologias aparentes na estrutura da edificação em estudo de forma que seja possível desenvolver hipóteses para as possíveis causas responsáveis pela formação de fissuras no Bloco–A do conjunto residencial do Purys, construído em concreto armado em Três Rios – RJ.

Identificar as patologias e os mecanismos responsáveis pela sua formação;

Analisar as fissuras existentes na edificação em estudo estabelecendo suas possíveis causas de acordo com suas configurações;

Desenvolver hipóteses sobre quais as medidas mais adequadas para corrigir e recuperar a edificação.

Os problemas patológicos em edificações comprometem a vida útil das construções. Destacando-se as patologias estruturais.

O concreto, que é um dos materiais mais utilizados na construção de estruturas em edifícios, tendo em sua composição cimento, areia, pedra e água. Quando recebe uma armadura de aço, é chamado de concreto armado. O projeto dessas estruturas e a sua execução, irão delimitar o possível surgimento de patologias e a sua intensidade.

A exigência do mercado por produtos e serviços com qualidade cresce cada vez mais, obrigando as empresas a buscarem novas técnicas, buscando soluções para as exigências do mercado cada vez mais competitivo.

A qualidade do concreto é fundamental para que se obtenha a durabilidade e diminuir o risco de possíveis patologias.

De acordo com Holanda Jr. (2008), fissuras são os problemas mais comuns registrados neste tipo de construção e são frequentemente causadas por falhas de desempenho na edificação, que acaba por prejudicar a estética, o conforto e a segurança do usuário.

Este Estudo de Caso têm como meta analisar as principais causas de formação de fissuras e outras patologias e propor ações corretivas para restabelecer as condições adequadas de uso do imóvel.

A alvenaria é um material de construção tradicional que vem sendo usado pelo homem há milhares de anos. Edificações em alvenaria estão entre as construções com maior aceitação pelo homem, não somente hoje, como também nas civilizações antigas (DUARTE, 1999).

Com desenvolvimento em ritmo acelerado da construção civil para atender uma demanda crescente por edificações, algumas estruturas apresentam desempenho insatisfatório, por causa de falhas involuntárias, imperícias, a má utilização dos materiais, envelhecimento natural e erros de projetos. São vários fatores que podem contribuir para a degradação da estrutura.

O estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e degradação das estruturas; é muito importante, este estudo recebe o nome de Patologia das Estruturas.

As Manifestações patológicas estão presentes na maioria das edificações, em maior ou menor intensidade. A sua detecção precoce é importante, o quanto antes for tratado, tende a minimizar o comprometimento sendo menor o custo do tratamento.

A movimentação de estruturas é fato comprovado por diversos pesquisadores, ou seja, toda estrutura de concreto “trabalha”. Dessa maneira, está sujeita a uma série de patologias, sendo elas consequentes de problemas de projeto e execução.

Este trabalho tem como finalidade identificar através de pesquisa, as possíveis fontes causadoras de patologias presentes em um conjunto residencial construído em concreto armado no bairro do Purys – Três Rios/RJ. Avaliando por meio de observação, coleta, análise de dados e de relatos de moradores, com objetivo de diagnosticar a origem e propor medidas corretivas mais adequadas para os moradores. De maneira que os permita tomar as providências que assegurem o bem estar e a segurança desse conjunto habitacional.

Para Valle (2008) alvenaria é um composto de blocos sólidos unidos por argamassa ou não, justapostos, tendo por finalidade suportar as cargas de compressão.

Segundo Azeredo (1997), são classificadas pela sua capacidade de resistir a esforços:

- Alvenaria de vedação, quando resiste apenas ao seu peso próprio;

- Alvenaria estrutural quando além do seu próprio peso é resiste a outras cargas.

Não é preparada para suportar cargas verticais, somente seu próprio peso, mais as cargas das portas e janelas instaladas nelas, não exerce função estrutural. Dividem os ambientes da casa, proporcionam isolamento térmico e acústico, podem ser feitas com tijolo cerâmicos ou blocos de concreto (AZEREDO,1997).

Blocos cerâmicos proporcionam um conforto térmico maior, quebram com facilidade, aumentando as perdas e consome mais argamassa que os blocos de concreto.

Os blocos de concreto apresentam melhor conforto acústico, são mais pesados.No mercado temos tijolos de diversas medidas. A sua aparência homogênea, com arestas vivas, superfície lisa e não apresentar buracos e trincas são características de qualidade dos tijolos, conforme informações obtidas na visita técnica realizada na Cerâmica Argibem-TR.

É um processo construtivo em que a estrutura e a vedação da construção são executadas simultaneamente, dispensando o uso de pilares e vigas, ficando a cargo dos blocos estruturais a função estrutural da construção, esta solução permite construção desde simples muros, residências e edifícios de diversas alturas (AZEREDO,1997).

É um processo construtivo de fácil execução, oferece significativa redução de custos, porque reduz o uso de armação e fôrmas e utiliza processos racionalizados, proporcionando obras mais limpas e rápidas.

O bloco de concreto, em comparação com outros artefatos apresentam precisão dimensional e a possibilidade de oferecer várias faixas de resistência para diferentes tipologias de obras.

Conforme WEISFOLG (2020) no dicionário MICHAELIS³, Patologia significa:

“Med Ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. *P. descritiva* ou *P. especial*: história particular de cada doença. *P. externa*:a que se ocupa das doenças externas. *P. geral*: a que define os termos,fixa-lhes as significações, determina as leis dos fenômenos mórbidos,investiga e classifica as causas, os processos, os sintomas etc. *P. interna*:a que se ocupa das doenças internas.”

Nos dicionários patologia, é a parte da Medicina que estuda as doenças. As edificações podem apresentar patologias ou defeitos como rachaduras, manchas, deslocamentos, deformações, rupturas etc.

Segundo Verçozza (1991), convencionou-se chamar de Patologias das Edificações ao estudo sistemático desses defeitos.

O projeto é o modelo do objeto, sendo a obra é a sua materialização. O projeto tanto fórmula soluções como as representa. A inconsistência das soluções formuladas pelo projeto pode comprometer a utilização e o seu desempenho. A inconsistência da representação das soluções pode dificultar a compreensão das soluções formuladas, comprometendo o planejamento e a execução da obra. As inconsistências do projeto podem levar à necessidade de adaptações que distanciam o objeto construído das intenções originais levando à não conformidade da obra em relação ao projeto (RAMOS et al (2002)).

Projeto descreve como o objeto vai ser construído, a obra é a sua materialização. No projeto são formuladas soluções e a representação destas soluções, as características físicas e tecnológicas que deverá ser empregada na obra, que deverão ser empregadas na fase de execução.

A inconsistência na representação das soluções pode comprometer o planejamento e o andamento da obra, gerando adaptações que leva à não conformidade.

Erros cometidos nesta fase podem comprometer o desempenho futuro do empreendimento, tornam-se responsáveis por falhas de desempenho da edificação, falhas como falta de detalhamento, erros de dimensionamento, à não consideração do efeito térmico, a incompatibilidade entre projetos, previsão das cargas inadequada, especificação errada do traço do concreto, classificação da classe de agressividade ambiental inadequada.

Mão de obra mau qualificada e as condições de trabalho impróprias podem gerar diversos erros. Estes erros quando não são percebidos e corrigidos a tempo, podem gerar falhas estruturais na edificação, vindo a comprometer o seu desempenho no futuro.

Segundo Olivari (2003), nessa fase são comuns erros como: falta de controle tecnológico, utilização de concreto fora da especificação, uso inadequado de forma, posicionamento errado de armaduras, o cobrimento inadequado das armaduras,

segregação do concreto, cura mal executada, falta de controle na preparação do traço do concreto, fiscalização ineficiente, etc.

Após a ocupação da edificação ela permanece exposta a diversos agentes agressivos como intempéries, problema nos sistemas hidráulico e sanitário, recalques diferenciais de solo etc., que podem causar problemas na estrutura e comprometendo a durabilidade, segurança e o desempenho. A ocorrência de erros nessa fase, geralmente são ocasionadas por não haver um programa de manutenção, adição de cargas não previstas em projeto, elementos estruturais danificados, corrosão química ou eletroquímica, ataques de agentes agressivos, recalques (OLIVARE, 2003).

A maior parte dos problemas que costumam afetar uma construção na fase pós ocupacional causam sintomas visíveis e pelas características podemos determinar o que o provocou.

Para Holanda Jr. (2008), falha de desempenho são as causas mais frequentes de fissuras, prejudicam a estética, a durabilidade e podem afetar as estruturas da construção. Origina-se quando o material é submetido a tensões maiores do que a capacidade de resistência dos materiais. Aparecem como forma de aliviar essas tensões e devem ser monitoradas, podem ser provenientes de uma simples acomodação da estrutura no terreno até um grave comprometimento da construção.

As rachaduras estruturais geram comprometimento estrutural, sempre que construímos uma edificação temos uma acomodação do solo, de maior ou menor grau. Dependendo de como foi feita a fundação, podemos ter que parte da edificação pode ceder mais que a outra, gerando com esse desequilíbrio as fendas.

Sobrecarga de uso calculada inadequadamente, também podem causar fissuras, assim como o desrespeito ao tempo de cura da concretagem com a retirada de escoramento prematura.

A dilatação térmica pode causar trincas em lajes que dilatam com o sol, e provocar fendas em algumas partes da edificação, por ficarem expostas ao sol.

A perda de água nas camadas de revestimento gerando a retração do material, podendo causar fissura.

Infiltração causada por vazamento ou má impermeabilização de lajes.

Para evitar problemas futuros com rachaduras estruturais deve ser feita uma boa sondagem do terreno, examinando o tipo de solo, executar uma boa compactação além de fazer a fundação mais adequada para o tipo de terreno.

Existem diversas maneiras tratar trincas e rachaduras. Primeiramente deve ser avaliado o grau de severidade e as razões do seu aparecimento. Quando a rachadura for por infiltração é preciso tomar providências urgentes. Deve ser feito o reparo na parte afetada após estancar a infiltração.

Lordsleem Jr. (1997, p. 10), definiu fissura como:

(...) Manifestação patológica resultante de uma solicitação maior do que a capacidade de resistência da alvenaria, com aberturas lineares até a ordem de 1 mm de largura, que podem interferir nas suas características estéticas, funcionais ou estruturais.

Para Thomaz (1990) e Duarte (1990), classificam-se pela espessura e atividade.

Para Oliveira (2012), fissuras, trincas e rachaduras, surgem quando os materiais estão submetidos a esforços maiores que capacidade de resistência do material, provocando uma abertura ocasionada por esta falha.

Segundo Oliveira (2012), são classificadas pela espessura em: fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha.

Espessura

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Quadro 1: Espessura. Fonte: Oliveira (2012)

Fissuras são manifestações devido à perda de desempenho, e podem ser provocadas por vários fatores como recalques de fundação, movimentações térmicas, higroscópicas, retração de blocos ou de outro elemento de concreto, sobrecargas, deformações de elementos da estrutura, reações químicas, detalhes construtivos incorretos, vibração etc. (THOMAZ, 2001).

Para Duarte (1998), elas ocorrem por carregamento excessivo de compressão, geralmente verticais, geralmente decorrentes de esforços transversais

de tração nas unidades provocados pelo atrito da superfície argamassa com as unidades.

Os esforços das cargas verticais concentradas devem ser distribuídas através de coxins ou outros elementos. Há não realização ou a distribuição de forma incorreta podem causar esmagamento localizado e gerar fissuras a partir do local que carga foi aplicada. Devido a compressão a argamassa se deforma, expandindo-se lateralmente provocando uma tração lateral nas unidades provocando as fissuras verticais. De forma geral começam a surgir antes que se atinja as cargas-limite de ruptura (RICHTER, 2007).

Paredes com abertura de janelas e portas, sofrem considerável concentração de tensões nos cantos dos vãos. Sendo por este motivo comum o aparecimento de fissuras sob o peitoril das janelas e nos vértices das aberturas (THOMAZ, 1990).

Segundo Scartezini (2002, apud SEGAT, 2005), a retração é um fenômeno físico. Os materiais com base cimentícia, inicialmente em estado plástico, têm uma redução do seu volume, pela perda de umidade e a evolução do processo.

Segundo Thomaz (1990), existem fissuras retração no revestimento em argamassa. Os principais fatores que influenciam nesta patologia são: consumo de aglomerante, porcentagem de finos existentes na mistura e o teor de água de amassamento, espessura, a rápida perda de água.

A variação térmica está relacionada tanto com as propriedades físicas dos materiais quanto com o gradiente de temperatura. Os vínculos entre os materiais componentes das edificações restringem os movimentos de compressão e dilatação térmicas dos materiais fazendo surgir tensões. Dependendo da sua intensidade, do grau de restrições que os materiais estão submetidos e das propriedades elásticas dos materiais, podem gerar fissuras (THOMAZ, 1989).

Segundo Valle (2008), as lajes de cobertura e as paredes externas são mais sujeitas à fissuras horizontais, devido a estarem mais expostas a incidência do sol e a variação de temperatura.

Para Thomaz (1990), recalque podem ocorrer devido a influência de fundações vizinhas, ao assentamento de fundações em seções de corte e aterro, compactação diferenciada de aterros e ao rebaixamento do lençol freático.

Este tipo de recalques provocam o aparecimento de fissuras geralmente verticais ou inclinadas que geralmente se localiza próxima ao primeiro pavimento da edificação. Podendo ocorrer nos demais pavimentos com a mesma intensidade, dependendo da gravidade do recalque e do tipo da construção, (DUARTE, 1998).

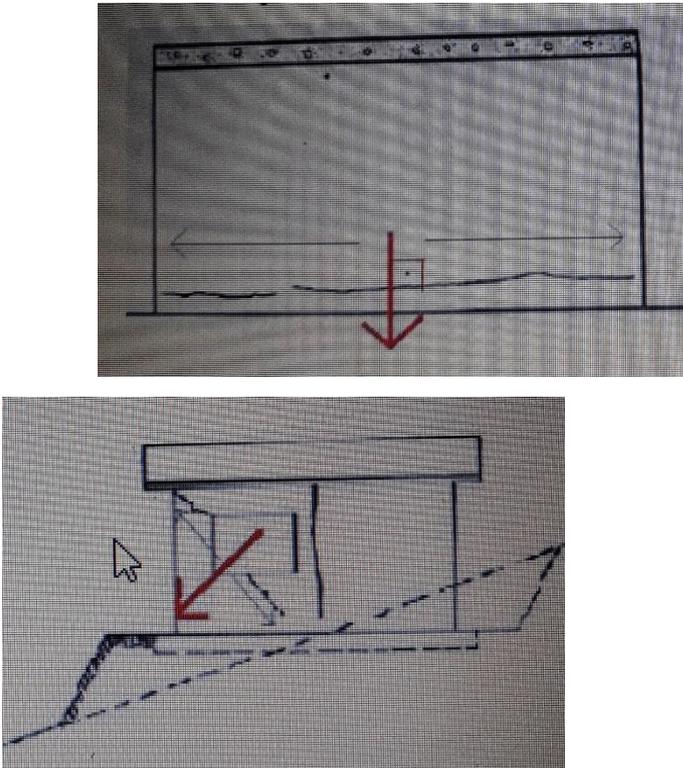


Figura 1 Recalque de fundação. Fonte: Adaptado de Thomaz (1989)

Ocorrem devido a sapatas corridas ou vigas de fundação muito flexíveis. Podendo causar fissuras na de forma verticais principalmente nas proximidades de peitoris de janelas, provocada pela sobrecarga concentrada nestas regiões de abertura (THOMAZ, 2001).

Segundo Duarte (1998), os componentes ou elementos fabricados com cales mal hidratadas, quando sofrem umidificação ao longo de sua vida útil poderão apresentar aumento de volume de aproximadamente 100% caso os óxidos livres hidratem. Podendo gerar fissuras, deslocamento, desagregação e pulverulência nos revestimentos de argamassa. Está patologia provoca fissuras horizontais no revestimento acompanhando as juntas de assentamento da alvenaria.

A umidade é responsável por grande parte das fissuras horizontais da alvenaria, provocada pela contração ou expansão das suas dimensões, as variações causam deformações excessivas de lajes ancoradas em paredes produzindo esforços de flexão lateral. Ocorrem com mais frequência e até

intensidade em regiões como cantos desabrigados, platibandas, base de paredes etc. devido à maior concentração de umidade (THOMAZ, 1990).

Para Corsini (2010), o que provoca fissura é o material está exposto a tensões que excedem a sua resistência. Surgem como forma de aliviar as tensões. Quanto maior for a restrição impostas ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, mais significativas e intensa será magnitude da fissuração.

Fissuras na alvenaria são provocadas por tensões que ocorrem na direção ortogonal ao esforço atuante, podendo ser de compressão, por esforços de cisalhamento ou por tração direta (DUARTE, 1998).

O baixo desempenho às solicitações de tração, flexão e cisalhamento apresentado pelos materiais da alvenaria podem causar fissuras (SAMPAIO, 2010).

Segundo Thomaz (1990), materiais diferentes, com propriedades diferentes (resistência mecânica, módulo de deformação longitudinal e coeficiente de Poisson) utilizados em conjunto influem na fissuração.

Existem vários fatores que podem gerar fissuras na alvenaria, recalques de fundação, movimentações térmicas, higroscópicas, retração de blocos ou de outro elemento de concreto, sobrecargas, deformações de elementos da estrutura, reações químicas, detalhes construtivos incorretos, congelamento, vibração, explosões, terremotos (THOMAZ, 2001).

O professor Dickran Berberian desenvolveu a regra da mediatriz, que consiste em um método para determinar o mecanismo causador de alguns tipos de fissuras. Pelo método, se traçamos a mediatriz (é o lugar geométrico dos pontos do plano que equidistam de dois pontos dados) por uma fissura, essa apontará para o seu possível mecanismo causador.

Segundo Thomaz (1989), patologias provenientes de recalques de fundação, pode ocorrer a evolução do movimento, nesse caso nenhum método de reparo do componente será eficiente, podendo gerar risco para a estrutura.

Recalques de fundação, o componente fissurado só poderá ser recuperado depois que o movimento tenha sido estabilizado. Caso contrário será necessário aplicar técnicas de consolidação do terreno ou de reforço da fundação. Medidas complementares devem ser tomadas, como a impermeabilização superficial do terreno ao redor da edificação, drenagem superficial de águas que possam se acumular nas proximidades da fundação e corte de árvores que absorvem muita água do solo, Casotti (2007).

A seguir serão apresentadas as formas de reabilitação e reforço em paredes de alvenaria estrutural mais utilizados segundo Thomaz (1990).

Para Casotti (2007), a restauração de fissuras de retração da argamassa de revestimento pode ser feita aplicando pintura elástica em três ou quatro demãos de tinta à base de resina acrílica. Deve ser utilizado um reforço de tela de poliéster ou polipropileno em locais mais danificados, com largura aproximada 12 cm, aplicar tinta elástica à base de resina acrílica, de seis a oito demãos.

Substituir o reboco ou emboço é recomendada por Casotti (2007), em casos de grande incidência de fissuras de retração, descolamento, pulverulências etc. Sendo necessário primeiramente eliminar os agentes causadores das fissuras como a infiltração de umidade na parede.

Segundo Thomaz (1990), este processo é utilizado eliminar trincas e fissuras geradas por problemas estruturais. Consiste em utilizar uma tela de aço em toda a superfície da alvenaria e sobre ela aplicar argamassa bem forte, que proporciona elevação da resistência à compressão e às cargas transversais e melhorar a rigidez e a ductilidade da alvenaria.

Nas etapas de recuperação é feito primeiramente o preenchimento das fissuras com pasta de cimento; depois é posicionada a tela de aço nas duas faces da parede aplicando um cobrimento de argamassa bem forte com aproximadamente 3cm para prevenir a corrosão da armadura;

Segundo Thomaz (1990), a adição deste material aumenta a resistência e a rigidez das paredes, podem ser utilizado como elementos estruturais como coluna e vigas de forma a trabalhar como uma estrutura independente, substituindo a estrutura existente, quando não for possível a reabilitação ou reforço, ou quando se tornar muito onerosa a reabilitação;

Segundo SAMPAIO (2010), em aberturas menores que 2mm utiliza-se a resina epóxi sendo o graute utilizado normalmente em fissuras maiores que 2mm. Está técnica é utilizada quando há necessidade de restaurar a rigidez e a resistência de paredes de alvenaria. A operação consiste em injetar graute ou resina epóxi em furos previamente executados e convenientemente distribuídos, para preencher as fissuras. As injeções podem ser feitas sob pressão, por gravidade ou por vácuo.

Recalques diferenciais intensos gerados por problemas estruturais, que apresentam fissuras generalizadas, poderá ser empregado tirantes de aço, para transmitir os esforços através de placas chumbadas na superfície da argamassa, posicionadas perpendicularmente à direção das fissuras (OLIVEIRA, 2001).

O aquecimento do tirante antes do aperto das porcas do reforço o tornará mais eficiente, pois produzirá compressão na alvenaria com o resfriamento da cordoalha (THOMAZ, 1989).

Após a estabilização da estrutura utilizando reforço estrutural.

Segundo Thomaz (1990), a recuperação de paredes trincadas os reforços poderão ser executados introduzindo nas paredes armaduras e chumbadas com argamassa rica em cimento, perpendicularmente à direção das fissuras.

Fissura que não apresente movimentação considerável, a recuperação desse tipo de fissura pode ser feita aplicando um selante flexível, tipo poliuretano, silicone, etc. em um sulco aberto no local da trinca, em V, com aproximadamente 10 mm de largura e 10 mm de profundidade (THOMAZ, 1990).

Fissuras causadas pela variação térmica ou movimentação higroscópica com elevada movimentação, poderão ser reparadas aplicando uma bandagem de interseção de que propicie a dessolidarização entre revestimento e a parede no local da fissura segundo (THOMAZ, 1990).

Está técnica permite a absorção da movimentação da fissura pela faixa de revestimento não aderente à base, reduzindo a possibilidade de reaparecer fissura no revestimento (THOMAZ, 1990).

Empregado em fissuras causadas pela expansão retardada de óxidos presentes na argamassa de assentamento de alvenarias.

Deve-se esperar até completar a reação, o que pode levar cerca de três anos, para só então providenciar a troca do revestimento (THOMAZ, 1990).

Thomaz (1990) recomenda no caso de fissuras provocadas por ataques de sulfatos, a retirada do revestimento, eliminar o acesso da umidade a parede e após a secagem da superfície, fazer um novo revestimento com cimento resistente a sulfatos.

Em lajes de cobertura apoiadas em alvenaria portante, cuja fissuração apresente atividade considerável.

Segundo Thomaz (1990), deve-se fazer o escoramento da laje, a remoção da última junta de assentamento e a introdução de material flexível. Caso o

escoramento da laje não seja possível, uma raspagem da junta com profundidade de aproximadamente 10 mm deverá ser feita e preencher com selante flexível.

Expansão retardada de óxidos presentes na argamassa de assentamento de alvenarias causa fissuras. Thomaz (1990) recomenda que se espere até completar a reação, o que pode levar cerca de três anos, para só então providenciar a troca do revestimento.

Essa técnica é indicada quando o elemento está suscetível a elevadas tensões de compressão, carregamentos diferenciais ou ações térmicas, com a finalidade de controlar o fendilhamento. Consiste no desmonte e reconstrução dos elementos de alvenaria com utilização de uma argamassa com melhores propriedades mecânicas (SAMPAIO, 2010).

3. METODOLOGIA

O Estudo de Caso tem como finalidade analisar e avaliar o que provocou as fissuras no Condomínio Residencial do Purys Bloco-A, erguido em concreto armado e propor possíveis soluções.

Inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico em livros e trabalhos acadêmicos, com o objetivo de embasar e compreender o tema, entendendo como os erros nas etapas do processo construtivo e pós ocupacional contribuem para o surgimento de fissuras.

Para orientação do estudo procuramos informações sobre:

O modelo construtivo; as vantagens e desvantagens; as principais patologias e as falhas no processo construtivo; configurações típicas; metodologia para diagnosticar as causas das fissuras, a fim de propor as medidas corretivas mais adequadas.

Foi realizada através de avaliação de documentos e registros fotográficos, além de visita em loco, uma pesquisa minuciosa, com desenvolvimento de um mapeamento de fissuras existentes no condomínio. Embasadas pelo relatório do Processo nº 12734/19 da Prefeitura de Três Rios, além de relatos de moradores e profissionais envolvidos no processo.

As fissuras observadas e registradas nas visitas foram comparadas com as informações obtidas na pesquisa teórica com a finalidade de detectar seus mecanismos causadores.

Após identificar esses mecanismos, foram propostos os procedimentos indicados para sua estabilização ou eliminação, e as técnicas corretivas mais adequadas para sua recuperação e o reestabelecimento do seu desempenho funcional.

Foi realizado por meio de coleta de dados no Processo nº 12734/19 sobre manifestações patológicas relacionadas a fissuras observadas no Conjunto Habitacional Purys, construído em concreto armado, tendo como objetivo registrar, por meio de fotos, as fissuras existentes e obter informações sobre seu histórico, configuração, espessura e atividade.

Localização e descrição do imóvel

- Descrição Conjunto Habitacional Purys – bloco A;
- Localização: Município de Três Rios–RJ, Rua Belarmino Ferreira Lopes, nº 8;
- Método Construtivo: concreto armado;
- Número de pavimentos: 4;



Fotografia 1: Conjunto Habitacional Purys. Fonte: Processo 12734/19

A visita à edificação foi realizada no dia 16 de julho de 2018, pela Defesa Civil do Município de Três Rios atendendo uma solicitação de vistoria.

Segundo relatório da Defesa Civil verificou-se desnível acentuado em laje de contrapiso do apartamento nº 406 e trincas em paredes de alvenaria no apartamento 305, indicativos de recalque diferencial. A construção apresenta mudanças arquitetônicas no decorrer do tempo, mudando assim a distribuição de carga em seus elementos estruturais, existem várias instalações de caixas d'água na laje de

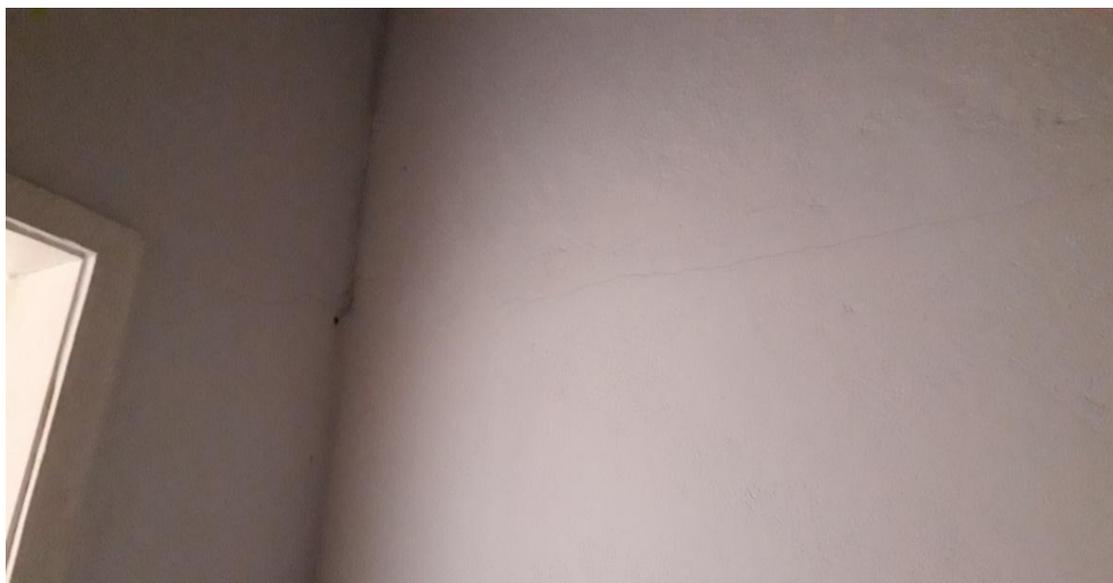
cobertura, fora do eixo transversal de área onde foi projetada e construída caixa d'água central de distribuição, causando sobrecarga em pontos de elementos estruturais.

Na realização do estudo, as fissuras foram classificadas quanto à forma como se manifestaram na alvenaria e agrupadas como segue:

- Fissuras em vãos de portas e janelas;
- Fissura no piso;
- Fissuras nas fachadas;
- Supressão de parede na área de serviço;
- Supressão de parede na área de serviço;
- Estado do piso de um dos apartamentos;
- Instalação de ar condicionados nas paredes;
- Instalações de caixas d'água na laje de cobertura, fora do eixo transversal.

Algumas fissuras foram realçadas com auxílio de programa editor de imagens para melhor visualização. Nessa situação, a imagem original será colocada lado-a-lado com a figura realçada para que se possa fazer as devidas comparações.

5.3.1 Fissuras em vãos de portas e janelas



Fotografia 2: Fissuras - vãos de portas/janelas. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 3: Fissuras - vãos de portas/janelas. Fonte: Processo 12734/19

5.3.2 Fissura no piso



Fotografia 3: Fissura no piso. Fonte: Processo 12734/19

5.3.3 Fissuras nas fachadas



Fotografia 4: Fissura nas fachadas. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 5: Fissura nas fachadas. Fonte: Processo 12734/19

5.3.4 Supressão de parede na área de serviço



Fotografia 6: Supressão de paredes. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 72: Supressão de paredes. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 8: Supressão de paredes. Fonte: Processo 12734/19



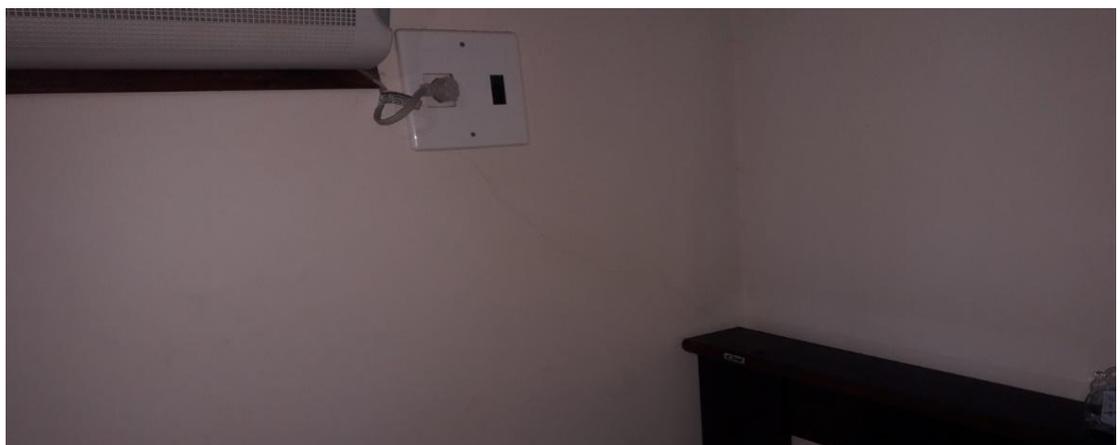
Fotografia 9: Piso de um dos apartamentos. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 30: Ar condicionado nas paredes. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 11: Ar condicionado nas paredes. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 12: Ar condicionado nas paredes. Fonte: Processo 12734/19



Fotografia 43: Caixa d'água na laje de cobertura. Fonte: Processo 12734/19

No dia 06 de maio de 2020, foi realizada uma nova vistoria técnica pela equipe da Secretaria de Obras do Município de Três Rios no Conjunto Habitacional Purys – Bloco A nos Apartamentos 305, 406 e na laje de cobertura, nas caixas d'água, com objetivo de avaliar o grau de risco e a identificação de problemas edificantes.

Os principais danos e patologias observados e relatados no Relatório de Vistoria Técnica Nº 12734/2019 foram:

- Apt. 305 – Trincas e fissuras em paredes de alvenaria.
- Apt. 406 – Piso cerâmico soltando e trincando.
- Foram instaladas duas caixas d'água acima da caixa d'água original em concreto que está desativada, uma de 1.000L e outra de 500L. A tampa da caixa d'água original de concreto estaria afundando devido a instalação de duas outras caixas d'água instaladas sobre a antiga de concreto.

5.4 Técnicas utilizadas

Com a utilização de um prumo, verificou-se que não há desnível no imóvel e nem recalque expressivo do solo, através de medidas aferidas em 3 (três) lados da edificação:

Orientação	<i>Medida no apt.(cm)</i>	<i>Medida no solo(cm)</i>	<i>Cota da janela do 305 até o solo(m)</i>
Nordeste	47,6	48	7,27
Sudeste	47,5	48	7,37
Sudoeste	48	47,5	7,19

Fonte: Relatório de Vistoria 12734/2019

• Apt. 406 – Foi utilizando um esquadro a laser para fazer marcações na parede e verificou-se que não há desnível no imóvel, como se pode confirmar nas fotografias em anexo.

Orientação	<i>Cota até a laje (cm)</i>	<i>Cota até o piso(cm)</i>	
1ª Marcação lado Direito	132	40	1
2ª Marcação lado Esquerdo	111,3	60,8	1
1ª Marcação lado Direito	132,7	37,6	1
2ª Marcação lado Esquerdo	112	56,8	1

Fonte: Relatório de Vistoria 12734/2019

5.5 Análise das atividades das fissuras

- Não há desnível no imóvel e nem recalque expressivo do solo.
- Verificou-se que entre 29/07/2019 e 06/05/2020 não houve avanço na espessura e comprimento das trincas, como se pode confirmar nas fotografias em anexo.
- Piso cerâmico soltando e trincando verificou-se que as Juntas de Assentamento não estavam com o espaçamento adequado para este tipo de piso, como se pode confirmar nas fotografias em anexo.





Fotografia 14: Análise da atividade das Fissuras





Fotografia 15: Análise do Piso



Fotografia 56: Análise das Caixas d'água sobre a laje

Analisando a situação das fissuras em vãos de portas e janelas, sofrem considerável concentração de tensões nos cantos dos vãos. Sendo por este motivo comum o aparecimento de fissuras sob o peitoril das janelas e nos vértices das aberturas (THOMAZ, 1990).

A hipótese mais provável é que as vergas e contraverga foram curtas e transpassaram pouco os vãos ou não foram utilizadas.

Na recuperação poderá ser utilizado os reforços, executados introduzindo nas paredes armaduras e chumbadas com argamassa rica em cimento, perpendicularmente à direção das fissuras. Segundo Thomaz (1990),

Analisando a situação dos pisos cerâmicos, conclui-se que a principal causa da patologia é a não utilização de técnicas adequadas para o assentamento dos mesmos. E a partir das medições realizadas com nível e esquadro, conclui-se que a inclinação relatada no imóvel deve-se ao desnível no contrapiso do mesmo.

As fissuras encontradas nas fachadas, as paredes externas são mais sujeitas à fissuras devido a estarem mais expostas a incidência do sol e a variação de temperatura, segundo Valle (2008).

A restauração de fissuras de retração da argamassa de revestimento pode ser feita aplicando pintura elástica em três ou quatro demãos de tinta à base de resina acrílica. Deve ser utilizado um reforço de tela de poliéster ou polipropileno em locais

mais danificados, com largura aproximada 12 cm, aplicar tinta elástica à base de resina acrílica, de seis a oito demãos, Casotti (2007).

Supressão de parede na área de serviço; deve ser feito um reforço adicionando uma viga de concreto armado ou viga metálica, sendo a metálica mais rápido a execução, para aumenta a resistência e a rigidez das paredes, podem ser utilizado como elementos estruturais como coluna e vigas de forma a trabalhar como uma estrutura independente, para substituir a estrutura que existia; Thomaz (1990).

A instalações de duas caixas d'água sobre a tampa da caixa d'água desativada, na laje de cobertura não gerou recalque expressivo na laje da caixa d'água desativada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo principal descobrir quais as principais causas das patologias presentes na edificação, e propor soluções que julgamos mais indicadas.

No decorrer da pesquisa para embasar como diagnosticar as manifestações patologias, a necessidade do profissional ter uma boa bagagem de conhecimento sobre a física e a química aplicada aos materiais de construção, além de conhecer os processos construtivos. Este ramo da engenharia no Brasil deverá ocorrer um crescimento devido ao tempo de construção das nossas edificações e obras de arte e a baixa ênfase dada a manutenção no Brasil.

Cabe observar e salientar, que mesmo com os avanços nas técnicas construtivas e o emprego da compatibilização de projetos, pode continuar ocorrendo manifestações patológicas nas edificações por outros motivos, por isso um programa de inspeção e manutenção eficiente e constante são necessários para assegurar a durabilidade das edificações.

REFERÊNCIAS

- ABCI. Associação Brasileira da Construção Industrializada. **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo: Edição ABCI/Projeto/PW, 1990. 280p.
- AMBROSIO, Thais da Silva. Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004.

Apostila de Alvenaria Estrutural, 2011, Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17413/material/Alvenaria%20estrutural%2001.pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8798: Execução de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBT 10837: Cálculo de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1989.

AZEREDO, Helio Alves. O Edifício Até Sua Cobertura. Editora. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

CAMACHO, Jefferson Sidney. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Ilha Solteira, São Paulo, 2006, 48p. Disponível em: Acesso em 08 de maio de 2020.

CASOTTI, Denis E. Causas e Recuperação de Fissuras em Alvenaria. 2007. 80f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de São Francisco, USF, Itatiba, 2007. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1061.pdf> Acesso em: 25 abr. 2018.

CORSINI, R. Trinca ou fissura?, 2010. Revista Técnica. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-seoriginam-quais-os-tipos-179241-1.asp>. Acesso em 15/03/2020.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. Alvenaria Estrutural: tão antiga e tão atua, 2018. Disponível em: <https://anicerpro.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Alvenaria->

[Estrutural T% C3%A3o-antiga-e-t% C3%A3o-atual cavalheiro1.pdf](#)>. Acesso em: 28 mai. 2020.

DUARTE, R.B. Fissuras em alvenaria: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, 1998 – Boletim técnico n.25.

DUARTE, R. B. Recomendações para o Projeto e Execução de Edifícios de Alvenaria Estrutural: Associação Nacional da Indústria Cerâmica, Porto Alegre, 1999.

FRANCO, L. S; AGOPYAN, V. Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1993.

HENDRY, A.W. **Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe**. Scotland University of Edinburgh. Prog. Struct. Eng. Mater. 2002; 4:291–300.

HOLANDA Jr., O.G. Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural. 242p. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil).

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação. 1997. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OLIVARI, Giorgio. Patologia em Edificações. 2003. 83f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2003. Disponível em: Acesso em: 26 fev. 2020.

OLIVEIRA, Alexandre Magno. Fissuras e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. 2012. 96p. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias).

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M.R.S. Projetos de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo: Pini, 2003.

RAMOS,A.S.; ROMAN,H.R.; SIGNOR, R. Curso de Análise de Alvenaria estrutural preparado para os funcionários da Caixa Econômica Federal, 2002. Florianópolis: Universidade Corporativa Caixa.

RIBEIRO, Alessandro Hasmann. A concepção de projetos em alvenaria estrutural: o caso de um prédio residencial. Monografia – Universidade Estadual de Maringá, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/alessandro-arq/monografia-texto>>. Acesso em: 19 de abr de 2020.

RICHTER,C.Qualidade da Alvenaria Estrutural em Habitações de Baixa Renda : uma análise de confiabilidade e da conformidade,2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12146>>. Acesso em: 19 de abr de 2020.

SAMPAIO, Marliane Brito. Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural. 2010. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – 82 Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: < www.teses.usp.br/teses/.../18/.../2010ME_MarlianeBrito Sampaio .pdf> Acesso em: 01 mar. 2020.

SANTOS, A. de P. L. e JUNGLES, A. E. Como gerenciar as compras de materiais na construção civil. 1ª edição, Editora Pini, novembro 2008.

SEGAT, G. T. Manifestações Patológicas Observadas em Revestimentos de Argamassa: Estudo de Caso em Conjunto Habitacional Popular na Cidade de Caxias do Sul (RS). 2005. 166 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

THOMAZ, Ércio et al. Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos. Código de Práticas nº 1. São Paulo: IPT, 1990.

THOMAZ, Érico. Trincas em Edifícios – causas, prevenção e recuperação. São Paulo: PINI, 2001.

VALLE, Juliana B. de Senna. Patologia das alvenarias. 2008. 72f. Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: < <http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg1/Patologia%20das%20alvenarias.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2015.

VERÇOZA, E. J. Patologias das Edificações, Porto Alegre, 1991.

WEISZFOLG, Walter. Michaelis Moderno Dicionário Da Língua Portuguesa. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=patologia>. Acesso: agosto 2020.

AÇÃO DE ALTAS TEMPERATURAS EM CONCRETOS CONVENCIONAIS E DE ALTA RESISTÊNCIA COM A ADIÇÃO DA MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EFORÇO ESTRUTURAL COM FIBRAS DE CARBONO

ACADÊMICOS: Carlos Augusto da Silva Júnior; Fabrine Aparecida Santos do Carmo.

ORIENTADOR: Prof^a. M.Sc. Rita de Cássia Teixeira Assis

LINHA DE PESQUISA: Construção Civil.

RESUMO

A natureza disponibiliza desde os primórdios da humanidade abrigos naturais para a proteção e o bem estar da população. No entanto, com os avanços da tecnologia, as edificações foram necessitando de estruturas mais complexas. Com isso, novos elementos foram incluídos na metodologia de construção, dentre eles o ferro e o cimento, sendo o concreto o composto mais utilizado feito através da mistura de cimento, agregados e a água. Todavia, o concreto não era suficiente para resistir aos esforços de tração, sendo assim, o ferro foi envolvido no concreto, formando o que hoje é conhecido como concreto armado. O concreto, devido principalmente a sua baixa condutividade térmica, é resistente ao fogo, mas sofre reações físico- químicas quando exposto a altas temperaturas. No caso de concretos com resistência mais elevadas ocorrem ainda os deslocamentos explosivos, gerando a redução da capacidade da carga estrutural da edificação. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é analisar o comportamento do concreto quando adicionado fibras de polipropileno submetidos a elevadas temperaturas. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que quando adicionadas moderadas quantidades de fibras de polipropileno ao concreto há um ganho na resistência do mesmo, considerando o projeto de cada experimento (traços) e as temperaturas a serem expostas.

PALAVRAS CHAVE: Estruturas de concreto; Altas temperaturas; Resistência ao fogo.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o homem constrói seus próprios abrigos através da utilização de matérias-primas que a natureza dispunha ao seu redor. Segundo Oliveira et al. (1969) o ser humano utilizava inicialmente abrigos naturais como grutas e cavernas, sempre pensando em sua auto proteção devido a fatores climáticos e predadores naturais. Em diversos lugares do mundo, há possibilidade de encontrar abrigos rupestres com paredes de pedra, mas com material vegetal de cobertura, que pode ser um considerável formato morfológico e cronologicamente primário de habitação. De acordo com Amorim (1996, pg. 266) :

“conjugados com novas soluções em termos de projeto, os novos insumos podem, também, provocar uma alteração significativa nos patamares de preço, levando a novos padrões de concorrência entre empresas e resultando numa vantagem perceptível ao usuário.”

Conseqüentemente, através do desenvolvimento tecnológico, as estruturas estão se tornando mais complexas, assim se faz necessário a aplicação de conhecimentos científicos na área, fazendo com que seja planejada todas as etapas da edificação e seu comportamento estrutural posterior. Desta maneira, novos elementos foram incorporados, sobretudo o ferro e cimento, possibilitando o aparecimento de estruturas grandiosas compondo a paisagem urbana mundial. O material mais utilizado na construção é o concreto que é feito inicialmente a partir da mistura de cimento, agregados (grãos e miúdos) e água. De acordo com Figueiredo (2011), apesar de o concreto ser um material muito resistente a compressão ele não tem uma boa resistência à tração, devido a solicitação dos esforços de tração na estrutura, incorpora-se o aço no concreto (concreto armado) para que a estrutura cumpra sua função básica estrutural. O concreto armado tem utilização em diversos tipos de construção. O mesmo possui como principais vantagens e as seguintes características, conforme explica Leonhardt e Mönning (2008, p.2):

É facilmente moldável: o concreto fresco adapta-se a qualquer tipo de forma, as armaduras de aço podem ser colocadas de acordo com o fluxo dos esforços internos;

É resistente ao fogo, às influências atmosféricas e ao desgaste mecânico;

É próprio para estruturas monolíticas, que, por serem muitas vezes hiperestáticas, apresentam uma elevada reserva de capacidade resistente e segurança;

É econômico, dispensando, via de regra, qualquer manutenção ou conservação.

Mas como nem todo material é extremamente perfeito, “o concreto-armado

apresenta algumas desvantagens, uma delas é o enorme peso próprio estrutural, pouca proteção térmica e reformas ou demolições são trabalhosas e caras.” (LEONHARDT e MÖNNIG, 2008, p.2).

No Brasil as estruturas de concreto são muito utilizadas, sua eficácia quando exposto à ação do fogo está relacionada a um fator concernente que é o seu isolamento quanto ao calor, fazendo com que ele não atinja a armadura de aço, pois a mesma após submetida a temperaturas acima de 360°C tem o seu limite de alongamento e de escoamento decrescidos rapidamente. Tendo em vista que os incêndios são fenômenos influenciados por uma grande diversidade de características do ambiente, faz-se com que cada ocorrência seja única (LIMA, 2005). Além disso, desde 1940 tem se investigado o efeito de temperaturas elevadas apenas sobre o concreto, constatando influência do fogo sobre o comportamento deste material.

Mehta e Monteiro (1994) afirmam que o concreto, apesar de ser resistente ao fogo, quando exposto a altas temperaturas sofre reações físico-químicas que comprometem o seu desempenho, logo comprometendo o bom funcionamento da estrutura. Pois além de promover a combustão dos materiais que são suscetíveis à queima, causa, nos materiais incombustíveis como o concreto e outros elementos estruturais, a redução de suas resistências e, conseqüentemente, pode causar o colapso da edificação (NEVILLE, 1997). É notável que ocorram perdas significativas da resistência dos concretos, quando estes são submetidos a altas temperaturas, como as que ocorrem nos incêndios (COELHO, 2010).

Dentro dos parâmetros para as edificações resistirem ao fogo a NBR 14432: “Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento”, define que a severidade ou potencial destrutivo dos incêndios, condicionados por fatores, entre outros, associados a: tipo de ocupação, área, profundidade do subsolo, altura da edificação, facilidade de acesso para combate ao incêndio. De acordo com a normativa o tempo definido como TRRF (Tempo Requerido de Resistência ao Fogo) é o tempo mínimo que a estrutura deve garantir para um incêndio-padrão e assim propiciar a segurança das pessoas que estão nesta edificação, favorecendo a segurança dos que prestarão o combate ao incêndio (YAZIGI, 2008).

Hoje, mesmo com tantos avanços por parte da tecnologia, ainda há uma carência de estudos nessa linha, segundo Costa e Silva (2008) alguns estudos suíços apresentam diferenças de comportamento entre concreto convencional (CRC) e o de alta resistência (CAR), pois apesar da normativa térmica do CAR ser a mesma utilizada em concretos convencionais, estes devido a redução de sua porosidade têm uma maior sensibilidade às altas temperaturas.

Desse modo, pode se considerar duvidosa a aplicação dessa normativa para projetos que utilizam CAR, se fazendo necessário uma atualização e/ou aperfeiçoamento dessas normas.

1.1- Justificativa

Nas edificações de estruturas de concreto, é estudado a possibilidade de melhorar as características do compósito. Com isso, o estudo de como se comporta o concreto é de relevante importância para que construções futuras possam garantir a sua integridade mediante incêndios, pois, nos últimos anos, há uma crescente demanda de concretos cada vez mais resistentes e duráveis, os quais são denominados de CAR.

Estas melhorias visam o ganho de resistência por parte do concreto com adições (PETRUCCI, 1998). Quando são submetidos a altas temperaturas, como as provenientes de incêndios, os concretos sofrem alterações em suas estruturas, podendo reduzir significativamente a sua resistência (LIMA, 2005). As tecnologias tentam mesclar os aprimoramentos do aperfeiçoamento das características estruturais do concreto com a economia (LUCENA, 2017), buscando um material de qualidade que assegurem a segurança das estruturas em situações extremas.

Nos fenômenos de incêndios, altas temperaturas podem ser alcançadas, como a de 600°C, na qual as chamas aquecem os materiais, que despreendem gases aquecidos e que, por sua vez, se depositam na parte superior do ambiente, aquecendo as estruturas e, conseqüentemente, trazendo a possibilidade de colapso ou ruína das edificações (CBMGO, 2016). Nas figuras abaixo demonstraremos grandes catástrofes provenientes de chamas de incêndio que houve no Brasil.



Figura 6: Edifício Andraus, São Paulo, 1972.

Fonte: (UOL FOTOS, texto online).



Figura 7: Edifício Joelma, São Paulo, 1974.

Fonte: (CBMMS, texto online).

De acordo com Neville (1997), verifica-se que as incorporações de fibras de polipropileno (PP) nos concretos possuem uma característica de prover uma melhora significativa na resistência destes materiais quando submetidos a elevadas temperaturas.

Motivados pelo fator supracitado na justificativa e com o objetivo de propor uma mistura de concreto que resiste a elevadas temperaturas, neste trabalho será analisado se é possível reduzir os danos provocados pela ação de altas temperaturas com a adição da microfibras de PP em concretos convencionais e de CAR, com intuito de impedir essa possibilidade enorme de colapso estrutural em um real cenário de fogo (Incêndio).

2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção apresentaremos alguns trabalhos relacionados que foram selecionados em nossa revisão bibliográfica, com características e diferentes abordagens de cada trabalho. Todos apresentam a relação do efeito de altas temperaturas quando relacionado ao CRC ou de CAD.

A estrutura de concreto é formada através de partículas de agregados, que podem ser divididas em agregados miúdos e graúdos em um meio contínuo aglomerante. De acordo com (MEHTA & MONTEIRO, 1994) o concreto é um material bifásico, formado por partículas de agregados dispersas em uma matriz cimentícia.

Figueiredo (2011, p. 1327) afirma que o concreto é um material que possui uma série de limitações, como o comportamento marcadamente frágil e a baixa capacidade de deformação apresentada antes da ruptura quando o material é tracionado. Em elementos de concretos podemos considerar a alta resistência ao fogo uma das vantagens, se comparado aos outros elementos estruturais, devido às alterações de comportamentos proporcionadas pela evaporação da água da matriz cimentícia. No entanto, pesquisas têm demonstrado que existem substâncias com diferenças de comportamento frente ao calor quando se lida com concretos de mais alta densidade (PHAN & CARINO; 1998; KODUR, 1997).

Durante um incêndio ocorre o deslocamento das camadas superficiais quentes das camadas mais frias, isso acontece quando temos um concreto com umidade exposta a uma elevada temperatura, fenômeno conhecido como spalling. O trabalho relacionado adota para análise os danos causados em uma estrutura de concreto armado, quando expostos a elevadas temperaturas, o efeito macroestrutural e o microestrutural. Em relação a análise do concreto em nível macroestrutural temos a alternativa de controlar os deslocamentos com os incorporadores de ar e recentemente, as fibras de PP tem sido uma alternativa apresentada por alguns pesquisadores. Na análise do concreto em nível microestrutural ocorrem transformações físicas e químicas (ALONSO et al, 2003).

O portal do concreto (2013, apud LIMA, 2014, p. 36) afirma que:

O Concreto de Alto Desempenho é bem resistente, que além da elevada resistência apresenta maior durabilidade, menor porosidade, maior impermeabilidade, maior coesão e de elevada trabalhabilidade, em função da utilização de superplastificantes. Normalmente recebe adições minerais tais como sílica ativa ou metacaulium. Estas adições minerais reagem com a cal livre originária do processo de hidratação do cimento.

Segundo Anson et al (1999) os CAR têm pequenos poros sem muita ligação entre eles, sendo assim, como o concreto a uma temperatura a partir de 100° C começa a ter sua permeabilidade dobrada devido ao tamanho dos poros que se aumenta através da água absorvida vaporizada e desidratação das fases

hidratadas, levando a perda relativa da resistência a compressão, módulo de elasticidade e fazendo com que ocorra o lascamento explosivo, concretos que tem em sua composição aditivo de sílica ativa são mais susceptíveis a esse lascamento.

De acordo com Bonen (2006) as mudanças nas propriedades mecânicas do concreto submetido a alta temperatura está relacionada com a umidade evaporada, física ou quimicamente. A maneira de avaliação da variação dessa umidade que apresenta uma melhor praticidade é monitorar a perda de massa, deste modo, há existente três etapas da perda de massa de acordo com o aumento da temperatura, a primeira fase ($\leq 200^{\circ}\text{C}$) a perda tem aumento rápido atribuído a água evaporada dos capilares ocorrida através de processo físico. Ao variar entre 200°C e 400°C , a água do gel de C-S-H evapora reduzidamente, pois é difícil a água dos poros intermediários conseguir sair e por fim, na terceira fase ($\geq 400^{\circ}\text{C}$) a pasta de cimento e os agregados são decompostos através de um processo químico correspondente a evaporação da água quimicamente combinada. (CARINO e PHAN, 1998).

Na região do sul do Brasil, o Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME) é um referencial de pesquisas relacionadas aos os efeitos de altas temperaturas, uma atividade de grande reconhecimento é a Metodologia para a Análise do Estado de Degradação de Prédios Estruturados Submetidos à Ação do Fogo (KLEIN & CAMPAGNOLO, 2001). Atualmente, estão direcionados nas análises citadas anteriormente, micro e macroestrutural de concreto, para encontrar medidas viáveis para a diminuição dos efeitos nocivos das altas temperaturas, que podem resultar melhorias no projeto e execução das edificações, tornando as estruturas mais seguras quando em situações de incêndios.

De acordo com Bonifácio (2001) ao se adicionar microfibras de PP na mistura do concreto, ele tem o seu comportamento melhorado em relação de ocorrer lascamentos explosivos. Ao se aquecer as microfibras são decompostas, aumentando a porosidade do concreto, ou seja, gerando espaços vazios, que possibilitam a escapada do vapor que o aumento da temperatura gera, deste modo, impedindo que ocorra o lascamento explosivo.

Em seu estudo Figueiredo (2011, p.1332) afirma que:

Ao adicionar fibras de resistência e módulo adequado ao concreto num teor apropriado, esse material deixa de ter o caráter marcadamente frágil. Isso ocorre pelo fato da fibra servir como ponte de transferência de tensões pelas

fissuras, diminuindo a concentração das mesmas nas extremidades da fissura.

Deste modo, a velocidade de propagação de fissuras é diminuída drasticamente, de maneira a demonstrar comportamento não frágil ou pseudo-dúctil. Ao reforçar o concreto com microfibras, ele passa a apresentar uma melhor resistência pós fissurado, descaracterizando o desempenho fragilizado que o material apresenta ao ser tracionado, assegurando assim uma menor fissuração do concreto. (QIAN e STROEVEN, 2000)

Devido ao baixo módulo de elasticidade das microfibras de PP e de elas poderem se distribuir perfeitamente por todo o concreto, nas camadas que contornam os elementos e em torno dos agregados, evitando que se forme e se propague trincas perante a elevados níveis de tensões. (KALIFA et al, 2001). Quando exposto ao fogo a utilização no concreto diminui de maneira considerável a incidência do lascamento explosivo, de acordo com Castro (2011, p.28) este é “o efeito função da densidade da matriz, da umidade inicial das amostras, do tipo e da quantidade de agregado, espessura e comprimento das fibras e da taxa de aquecimento adotada.”

Segundo Bonifácio (2014) às microfibras de PP têm pouca contribuição para com a capacidade de absorver a energia de concretos após serem expostos ao fogo, melhorando de maneira discreta a tenacidade sem aquecer o concreto.

De acordo com Yazigi (2008) o concreto é um material composto por aglomerante e pela mistura de agregado e água. Conforme foi citado na introdução é um material compósito feito a partir da mistura de cimento, agregados, que são divididos em miudos e graúdos, e água. Sua classificação é subdividida em CRC e de CAR, segundo Recena (2015), a obtenção desta alta resistência é feita a partir da incorporação de aditivos especiais ou de adições ativas.

O concreto pode ser classificado conforme suas resistências à compressão em baixa resistência, resistência moderada e alta resistência, com variações de suas resistências sendo menos de 20 MPa, de 20 MPa a 40 MPa e acima de 40 MPa, respectivamente, de acordo com Mehta e Monteiro (2014). Segundo Yazigi (2008), um dos principais fatores que influenciam na durabilidade e resistência de uma estrutura de concreto são a correta execução da estrutura, o controle tecnológico dos materiais empregados na mistura e o estudo da dosagem.

Conforme Recena (2015), a dosagem do concreto não visa a obtenção do melhor concreto, nem mesmo o mais resistente, e sim o mais conveniente, levando

em conta aspectos econômicos e mecânicos, buscando as características que se deseja obter do concreto em seu estado fresco ou endurecido, considerando a resistência, a estanqueidade, a trabalhabilidade e a retração mínima. A trabalhabilidade é proveniente de estudos experimentais, e a estanqueidade e a resistência levam em consideração a presença de vazios no material, segundo Bauer e Noronha (2000).

Para Yazigi (2008), o concreto deve ser dosado de maneira a atender e assegurar, após a cura, as exigências estruturais indicadas no projeto da estrutura e classifica o concreto, conforme suas propriedades básicas, em concreto endurecido e concreto não endurecido. O estado fresco do concreto é constituído por uma pasta de cimento que envolve os agregados graúdos e miúdos e os espaços cheios de ar, segundo Sobral (2000) e Oliveira (2000) cita que o estado endurecido do concreto é considerado a partir da pega.

O concreto é regulamentado pela NBR 12.655 (ABNT, 2006), que define sobre o preparo, controle e recebimento do concreto. A NBR 12.654 (ABNT, 1992) define, a partir de procedimentos, como se deve efetuar a realização do controle tecnológico dos materiais empregados na produção do concreto, segundo Helene e Andrade (2007). As adições de fibras de PP ao concreto podem fornecer, nas frações adequadas, o aumento das características de resistência à tração deste material (LIMA, 2005).

Os agregados são classificados de acordo com Mehta e Monteiro (2014) conforme as dimensões das partículas e as massas específicas, onde o termo agregado graúdo é utilizado para partículas maiores de 4,75 mm retidas da peneirada de número 4, normatizada pela NBR NM ISO-2395 (ABNT, 1997) e ao contrário do agregado graúdo, as partículas inferiores a 4,75mm são consideradas agregados miúdos.

Para Mehta e Monteiro (2014), os agregados não influenciam diretamente em reações químicas com a água, por isso são chamados de material de enchimento inerte do concreto, classifica, ainda, os agregados como minerais naturais e artificiais. Já Albuquerque (2000) define o agregado como sendo um material particulado, de atividade química praticamente nula, composto por uma mistura de partículas de tamanhos distintos.

Farias e Palmeira (2007) definem que as propriedades do concreto irão depender das características que seus agregados possuem, dentre elas: massa

específica aparente, porosidade, composição granulométrica, forma e textura.

A composição granulométrica da areia é de 0,06 mm a 2,0 mm de diâmetro, de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003). De acordo com Albuquerque (2000) areia é um sedimento geológico clássico inconsolidado, proveniente de grãos de quartzo extraídos de rios, de cava, de britagem, de escória e de praias e dunas.

Yazigi (2008) cita que a areia natural quartzosa, conhecida como areia comercial, juntamente com a areia artificial (material obtido pela fragmentação de rochas e que passa pela peneira de 4,80 mm), que contém um diâmetro máximo de 4,80 mm, compõem os agregados miúdos.

A brita é classificada através do material que é retido na peneira e o seu diâmetro é classificado no ensaio de peneiras referente a normativa NBR NM 248 (ABNT, 2003). Para Yazigi (2008), a brita (pedra britada), juntamente com o pedregulho natural, é caracterizada como agregado graúdo, o qual deve possuir diâmetro mínimo superior a 4,8 mm.

Albuquerque (2000) define o agregado graúdo a partir de suas composições mineralógicas, e justifica que é extraído de rochas compactas chamadas jazidas, podendo enquadrar-se em diversas classificações, definidas a partir da NBR NM 248 (ABNT, 2003).

Yazigi (2008) caracteriza a brita em pedrisco (diâmetro de 4,80 mm a 9,50 mm), brita 1 (diâmetro de 9,50 mm a 19,00 mm), brita 2 (diâmetro de 19,00 mm a 38,00 mm), brita 3 (diâmetro de 38,00 mm a 76,00 mm) e pedra de mão (diâmetros maiores que 76,00 mm).

Os aditivos são materiais empregados como componente do concreto ou da argamassa, adicionado antes ou durante a mistura, que não seja água, agregado, cimento hidráulico ou fibras, segundo a normativa Norte-Americana ASTM C-125 (2001),

A NBR 11768 (ABNT, 1992) define aditivos como produtos adicionados ao concreto de cimento Portland que, em pequenas quantidades, modificam as propriedades, no sentido de melhor se adequar a determinadas condições.

O aditivo classificam-se conforme a característica que irá modificar o concreto, sendo elas: plastificante, retardador, acelerador, plastificante retardador, plastificante acelerador, incorporador de ar, SP, superplastificante retardador e tipo superplastificante acelerador, conforme a normativa NBR 11768 (ABNT, 1992).

Para Bauer, Noronha e Bauer (2000), o estudo de aditivos busca um produto

capaz de introduzir todas as qualidades, bem como evitar todos os defeitos do concreto. No presente trabalho o aditivo adotado foi o SP, com o intuito de reduzir a relação água cimento (a/c), aumentar o abatimento e, conseqüentemente, aumentar a resistência, devido à redução da relação a/c, para a mesma trabalhabilidade, abatimento de determinado concreto, conforme Bauer, Noronha e Bauer (2000). Conforme a NBR 11768 (ABNT, 1992), que determina os aditivos para o concreto Portland, os aditivos SP possibilitam uma redução de, no mínimo, 12% (doze por cento) de água da quantidade de amassamento.

O conceito de cimento pode ser considerado, como todo material que possui propriedades coesivas e adesivas, capaz de unir fragmentos e minerais, formando um material todo compacto, segundo Neville (1997).

O clínquer composto de calcário, argila e minério de ferro, após ser moído, e adicionado o gesso para, assim, reduzir a velocidade da pega, ou seja, a velocidade de hidratação das partículas de cimento, forma o cimento Portland (PETRUCCI, 1998). Mehta e Monteiro (2014) consideram o cimento Portland uma mistura heterogênea, formada por vários compostos, que se comportam de forma diferente entre si quando submetidos à adição de água.

Os polímeros podem ser classificados quanto à sua estrutura química, quanto ao método de preparação, quanto ao comportamento mecânico e quanto ao desempenho mecânico, segundo Canevarolo Jr. (2002). Para Andrade (2007), os polímeros possuem classificações como termoplásticos, termofixos e elastoméricos, o PP enquadra-se na classificação de polímero termoplástico. Este material é composto, de origem natural ou sintética, com grandes cadeias de carbono e altas massas molares (ANDRADE, 2007). Ainda, possui moderada resistência mecânica, apresentando uma densidade aproximada de 0,9 gramas por centímetro cúbico. (ANDRADE, 2007).

De acordo com a ficha técnica da Neomatex (2016):

As microfibras de polipropileno são desenvolvidas para aumentar a resistência ao fogo do concreto, porque evita o fenômeno conhecido como "spalling", também chamado de lascamento explosivo, que ocorre quando o concreto é submetido a altas temperaturas. Isto é resultante da relação existente entre o comportamento térmico do polipropileno e as altas temperaturas que atingem o concreto em casos de incêndio. Nesta situação o vapor d'água gerado pelo calor do incêndio encontra uma rede de capilares de drenagem formados pela carbonização das microfibras de polipropileno. Assim, o vapor d'água não gera a pressão interna no concreto que levaria ao "spalling".

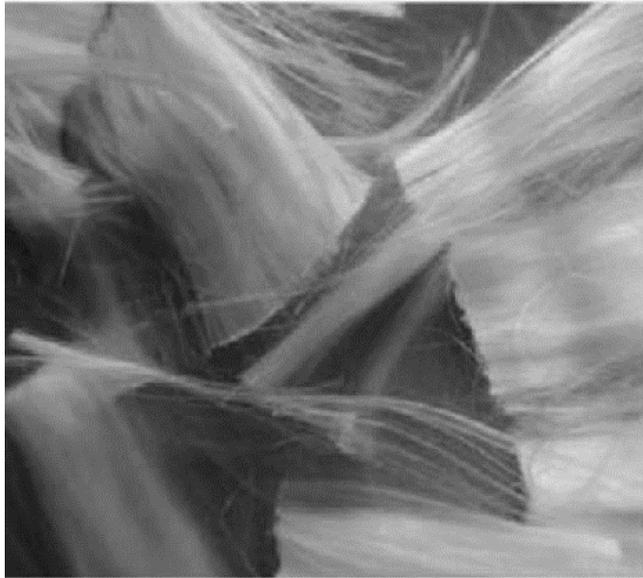


Figura 8: Microfibras de polipropileno monofilamentada.

Fonte: Ficha técnica, NEOMATEX, texto online.

Figueiredo (2011) cita que as macrofibras são unidades de tamanhos grandes produzidas com o viés de promover um reforço estrutural em moldes semelhantes às fibras de aço.



Figura 9: Macrofibras para concreto.

Fonte: Ficha técnica, TEC-MACHINE, texto online.

Segundo Mehta e Monteiro (2014), assim como o tipo de fibra, os efeitos das propriedades do concreto reforçado também são modificados conforme a variação da fração volumétrica de fibras incorporadas ao concreto. Um corpo de prova com concreto reforçado com fibras reage diferente de um CRC, ao contrário, as fissuras

menores que ocorrem no concreto com fibras aumentam de tamanho gradativamente, devido ao efeito que aumenta o tempo de fratura e é denominado tenacidade. Na figura abaixo é mostrado o efeito demonstrado o efeito que promove à adição de fibras de PP e o aumento da propriedade de tenacidade (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

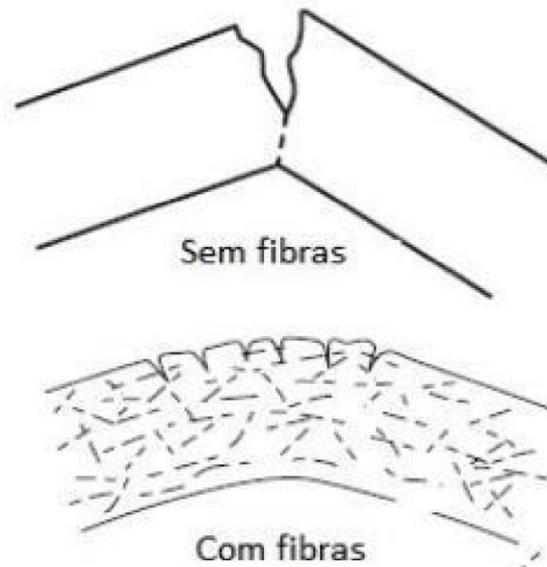


Figura 10: Mecanismo de aumento de tenacidade à flexão do concreto com fibra.

Fonte: (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Mehta e Monteiro (2014) afirmam que a adição de fibras, sejam elas de PP ou de outro material, ao CRC, diminui consideravelmente a trabalhabilidade, que dependerá proporcionalmente do volume de fibras adicionado à mistura. Gencil et al (2011) citam que as propriedades mecânicas do concreto têm a possibilidade de serem melhoradas com a adição de fibras curtas discretas aleatoriamente orientadas. No entanto, a adição das fibras busca o maior benefício que é a tenacidade à flexão do material, conforme citado no trabalho acima.

3- METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em três etapas. Além da composição de uma consistente revisão bibliográfica, apresentaremos dados de uma preparação de ensaio experimental e o levantamentos de informações para discutir os resultados esperados.

Neste estudo, foi utilizada a pesquisa bibliográfica com levantamento das informações sobre o assunto e a seria feita a pesquisa experimental com o teste de laboratório para analisar as exposições dos corpos de provas quando submetidos a altas temperaturas, mas com avanço do novo Coronavírus (COVID-19), estes ensaios não foram realizados, com isso, os resultados foram discutidos através de bases de dados de trabalhos similares executados. A revisão bibliográfica se objetiva em familiarizar o leitor ao problema, visando tornar o estudo mais compreensível e/ou o levar a construir hipóteses (PRODANOV, 2013).

Nos últimos séculos o método experimental de estudo tem sido altamente inovador no campo científico, transformando assim a nossa sociedade. Por isso, a necessidade de aplicar o método experimental ao se realizar estudos no campo da engenharia civil, pois desta maneira, podemos recriar situações adversas e testar comportamentos estruturais em diversos subcampos possíveis desta disciplina. Segundo Gil (2008) esta metodologia de estudo tem a incumbência de aplicar variáveis ao objeto de estudo, o condicionando de forma controlada e conhecida pelo investigador, observando os resultados que foram obtidos nos experimentos.

Na próxima seção explicaremos as características e o desenvolvimento do referido trabalho.

De acordo com o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) a produção de concretos para estruturas de obras convencionais pode apresentar traços variados devido a sua resistência prevista (entre 15 MPa e 40 MPa), em nosso estudo será utilizado o traço de 25 MPa para a realização dos ensaios com CRC.

Segundo o método de dosagem de Mehta e Aïtcin (1990) os concretos de alto desempenho apresentam 5 classes distintas, representadas pelas letras A,B,C,D e E, com resistência prevista conforme sua classe. Para nosso estudo, utilizaremos como base concretos de alto desempenho (CAD) de classe C que apresenta resistência média prevista de 90 MPa. De acordo com o estudo realizado por Lima et al (2014)

utilizaremos aditivo SP, pois em estudo, o mesmo apresentou melhor desempenho, mas ainda de acordo com os resultados obtidos pelo estudo, a quantidade de aditivo a ser incorporado no traço de concreto deve ser o dobro do sugerido pelo fabricante.

1. Traço CRC: 1:2,3:2,7:0,56
2. Traço CAD classe C: 1:1,9:3,1:0,33

A norma ABNT NBR 5739 determina que as idades para o ensaio de compressão sejam 3,7,24,28,60,90 dias, mas a mesma não especifica a necessidade da aplicação do ensaio em todas as idades, assim no experimento deste estudo, serão aplicados ensaios em amostras com idades de 7 e 28 dias. Serão realizados as moldagens de 3 corpos de prova para cada uma das idades e cada um do traço realizado com ou sem adição de microfibra, ou seja, serão moldados, 3 corpos de prova do traço 1 para 7 e para 28 dias e assim por diante, totalizando 24 corpos de provas moldados. Assim, de acordo com todos esses dados obtidos acima, estima-se a quantidade de material utilizado, da seguinte maneira:

- TRAÇO 1 sem adição de microfibra

$$\text{ConsumoCimento} = \frac{1000 - 0}{0,32 + \frac{4,6}{2,65} + 0,56} = 382,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{VolumeTotalCP} = 6x \frac{\pi x 0,1^2}{4} x 0,2 = 0,01\text{m}^3$$

$$\text{ConsumocimCP} = 382,29 x 0,01 = 3,9\text{kg}$$

Assim sendo, o consumo de areia será de 9 kg, o de pedra britada nº1 será de 10,6 kg e o de água será de 2,2 L.

- TRAÇO 1 com adição da microfibra

$$\text{ConsumoCimento} = \frac{1000 - 0}{0,32 + \frac{4,6}{2,65} + 0,56} = 382,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{VolumeTotalCP} = 6x \frac{\pi x 0,1^2}{4} x 0,2 = 0,01\text{m}^3$$

$$\text{ConsumocimCP} = 382,29 x 0,01 = 3,9\text{kg}$$

Logo, o consumo de areia será de 9 kg, o de pedra britada nº1 será de 10,6 kg e o de água será de 2,2 L. Para a aplicação da microfibras de PP, seguimos a orientação do departamento técnico da empresa fabricante que recomenda 2kg/m³ de concreto.

- TRAÇO 2 sem adição de microfibras

$$\text{ConsumoCimento} = \frac{1000 - 0}{0,32 + \frac{3,3}{2,65} + 0,33} = 527,63 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{VolumeTotalCP} = 6x \frac{\pi x 0,1^2}{4} x 0,2 = 0,01\text{m}^3$$

$$\text{ConsumocimCP} = 527,63 x 0,01 = 5,3\text{kg}$$

Por conseguinte, o consumo de areia será de 10,1 kg, o de pedra britada nº1 será de 16,5 kg e o de água será de 1,8 L.

- TRAÇO 2 com adição da microfibras

$$\text{ConsumoCimento} = \frac{1000 - 0}{0,32 + \frac{3,3}{2,65} + 0,33} = 527,63 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{VolumeTotalCP} = 6x \frac{\pi x 0,1^2}{4} x 0,2 = 0,01\text{m}^3$$

$$\text{ConsumocimCP} = 527,63 x 0,01 = 5,3\text{kg}$$

Portanto, o consumo de areia será de 10,1 kg, o de pedra britada nº1 será de 16,5 kg e o de água será de 1,8 L. A quantidade de aditivo SP que foi utilizado é de 0,9% sobre o peso do cimento, conforme orientação do fabricante. E a quantidade de microfibras de PP atribuída na mistura foi a mesma para o traço 1.

- Assim, foi concluído que a quantidade total de materiais utilizados será:
- Cimento Portland CII -32: 18,4 kg
- Areia Média: 38,2 kg
- Pedra Britada nº1: 54,2 kg
- Microfibras de PP: 0,04 kg

- Aditivo SP: 16,56 kg

Seguindo os ensaios de controle tecnológico, ao realizarem o preparo e a mistura do traço desejado, deverão realizar os ensaios de determinação do abatimento do concreto através do método slump-test que é normatizado pela NBR NM 67. Os corpos de prova deverão ser moldados de acordo com as normas da NBR 5738, em corpos de prova cilíndrico 10x20cm, com duas camadas e 12 golpes por camada.

Após a moldagem, os corpos de provas passarão pelo processo de cura, no qual eles serão armazenados em local de superfície horizontal rígida e livre de qualquer ação que possa interferir e/ou perturbar o concreto. De acordo com a norma NBR 5738, os corpos de provas devem ser abrigados nas primeiras 24h em local protegido de intempéries, sendo esse o período inicial de cura. Desse modo, cumprindo o período de cura inicial, os corpos de provas devem ser desmoldados seguindo a ABNT NBR 12655, logo, devem ser armazenados até o momento do ensaio em cura úmida ou saturada.

De acordo com a norma ABNT NBR 5739 no ensaio de compressão, o diâmetro e altura do corpo de prova devem ser determinados. No qual, o diâmetro a ser utilizado no cálculo da área da seção transversal, será encontrado pela média de dois diâmetros medidos na metade da altura do corpo de prova e a altura será a medida sobre o eixo longitudinal, incluindo o capeamento do corpo de prova. Logo, os corpos de provas serão rompidos à compressão na idade especificada no trabalho acima.

A norma ABNT NBR 5739 (2018, p.1332) afirma que:

Antes de iniciar o ensaio, as faces dos pratos e do corpo de prova ou testemunho devem ser limpas e secas, antes destes serem colocados em posição de ensaio. O corpo de prova ou testemunho deve ser cuidadosamente centralizado no prato inferior, com o auxílio dos círculos concêntricos de referência, observando-se o sentido de moldagem.

Seguindo, a resistência a compressão deve ser calculada através da fórmula abaixo:

$$f_c = \frac{4F}{\pi x D^2}$$

onde

f_c é a resistência à compressão, expressa em megapascals (MPa);

F é a força máxima alcançada, expressa em newtons (N);

D é o diâmetro do corpo de prova, expresso em milímetros (mm).

O concreto acaba variando sua resistência durante toda a sua vida útil, sendo esta variação mais acentuada nos primeiros dias, conforme Metha e Monteiro (2014). Para Vasconcelos (1997), a resistência característica da compressão está vinculada à durabilidade e, para que este concreto atenda às condições mínimas de durabilidade, o autor recomenda que esta resistência não seja inferior a 20 Mpa, conforme NBR 8953 (ABNT, 1992).

A resistência à compressão é amplamente usada como um indicador para as demais resistências, relacionando a resistência do concreto à compressão com a resistência do concreto a outras tensões como a de cisalhamento, flexão e tração. (MEHTA; MONTEIRO, 2014)

Para a realização da moldagem do lote de corpo de prova foram moldados 3 CPs, devidamente limpos e sem defeitos revestidos internamente com óleo mineral, preenchidos com duas camadas sucessivas, com cada uma recebendo 12 golpes com haste de socamento.

Seguindo as especificações da NBR 5738:

A amostra foi recolhida enquanto o concreto estava sendo descarregado da betoneira, após a amostra ser recolhida, o prazo máximo utilizado para a moldagem foi de 15 minutos.



Figura 11: Concreto descarregado da betoneira.

Fonte: Autores, 2020.

Sendo assim, após o concreto ser bem misturado com uma colher de pedreiro, foi despejado no molde, sobre uma base nivelada, até que fique homogêneo e sem espaços vazios em seu interior, não houve interrupção na moldagem e os moldes prontos e devidamente preenchidos foram armazenados em um local fora de qualquer intempérie.



Figura 12: Moldagem nos corpos de provas revestidos internamente com óleo mineral.

Fonte: Autores, 2020.

Após 24 h da moldagem, foi realizada a desforma dos moldes, identificando os com as datas de desforma, e traço adotado, sendo os mesmos colocados em câmara úmida até serem ensaiados.



Figura 13: Corpos de provas desmoldados.

Fonte: Autores, 2020.



Figura 14: Identificação dos corpos de provas desmoldados.

Fonte: Autores, 2020.

Estudos como o de Nince (2006), Lima (2005), Kodur & Phan (2007) mostram que há diferenças bem definidas entre o comportamento do CAR e o CRC quando submetidos a altas temperaturas, na qual a maior preocupação é o com o lascamento. Devido a impossibilidade de realizar os ensaios de exposição a altas temperaturas, levando em consideração o atual cenário que vivemos por causa da pandemia do novo coronavírus COVID-19, foram selecionados os trabalhos descritos na tabela abaixo para analisar os resultados.

TRABALHOS RELACIONADOS		
Autor	Publicação	Objetivo
Diana de Castro	2017	O comportamento dos concretos com adição de fibras de polipropileno monofilamentadas, quando submetidos a altas temperaturas, observando os critérios de resistência obtidos depois da exposição ao calor.
Janaina Salustio da Silva	2013	Analisar como a resistência à compressão e a porosidade do concreto são afetadas quando submetidos a altas temperaturas
M. Bastami A. Chaboki- Khiabani M. Baghbadrani M. Kordi	2011	Este trabalho apresenta os resultados de um programa experimental sobre os efeitos da exposição a temperaturas elevadas nas propriedades mecânicas e no potencial de fragmentação explosiva da perda de massa de concretos de alta resistência.
Rogério Cattelan Antochaves de Lima	2005	Nesta pesquisa, analisam-se as alterações microestruturais e as perdas de resistência de pastas, argamassas e concretos em virtude do aquecimento. Avalia-se ainda a eficiência da adição de fibras de polipropileno ao concreto, para controlar os deslocamentos.

Tabela 1: Trabalhos relacionados.

Fonte: Autores, 2020.

Os trabalhos apresentados foram avaliados pela semelhança do objetivo do trabalho em questão, com isso, espera-se que os resultados sejam similares, conforme o próximo capítulo.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

O lascamento ocorre quando a pressão do vapor dentro do material aumenta a uma taxa maior do que o alívio de pressão pela dispersão do vapor na atmosfera. (MEHTA & MONTEIRO, 2008). Diante do exposto, é importante determinar as propriedades do concreto após exposição a elevadas temperaturas tal como, resistência mecânica, para avaliar a capacidade de carga e restabelecer os danos do fogo nas construções (ARIOZ, 2007; GEORGALI & TSAKIRIDIS, 2005). Na tabela abaixo é apresentado um resumo das transformações sofridas no processo de aquecimento.

Temperatura (°C)	Transformações
80 – 200	Aumento na taxa de perda de água capilar e fisicamente combinada
80 – 850	Perda da água quimicamente combinada
150	Pico do primeiro estágio de decomposição do C - S - H
300	Marco no aumento da porosidade e microfissuras
350	Decomposição de alguns tipos de agregados de rio
374	Ponto crítico da água, acima do qual não existe água livre
400 - 600	Dissociação do C - S - H em CaO e água
573	Transformação da fase α para β dos agregados quartzosos e ligeira expansão
550 - 600+	Marco no aumento dos efeitos térmicos
700+	Dissociação do CaCO_3 em CaO e CO_2 (pasta e agregados carbonáticos)
720	Segundo pico da decomposição do C - S - H
800	Modificação das ligações químicas, com substituição da estrutura hidráulica por uma estrutura cerâmica
1060	Começo do derretimento de alguns constituintes

Tabela 2: Transformações sofridas por pastas de cimento durante o aquecimento.

Fonte: (LIMA, 2005).

A exposição a altas temperaturas pode resultar em perda de rigidez, redução de resistência mecânica e do módulo de elasticidade, podendo acarretar no colapso por instabilidade das peças (LIMA, 2005, KODUR & PHAN, 2007, COSTA et al, 2002). Provocando no concreto diversas alterações, entre elas a redução da sua resistência à compressão. A seguir serão apresentados os resultados de pesquisadores como

base para a próxima seção do presente trabalho:

Bastami et al (2011) discutiu o efeito da temperatura sobre a resistência à compressão, o spalling e a perda de massa em concretos de elevadas resistências com e sem adição de sílica ativa ($f_{ck} > 65$ MPa). Na qual, em seus estudos, Bastami et al (2011), verificou que a resistência dos concretos, após serem submetidos a temperaturas de até 800°C em 20°C/min, reduziu bastante. Observou-se que todos os cp's testados deterioraram-se na temperatura acima de 600°C, essa redução da resistência à compressão está ligada a desidratação do concreto, e ainda foi notado que a relação do fator água/cimento (a/c) influenciava nos resultados, sendo que quanto maior fosse o fator a/c , maior era a resistência residual. O concreto danificado pode ter sido notado em todas as amostras expostas a temperaturas superiores a 300°C, com algum tipo de perda de massa e spalling.

Segundo, Bastami et al (2011) as resistências residuais dos concretos representavam no mínimo 13,77% e no máximo 35,81% das resistências iniciais. De acordo com as figuras abaixo.

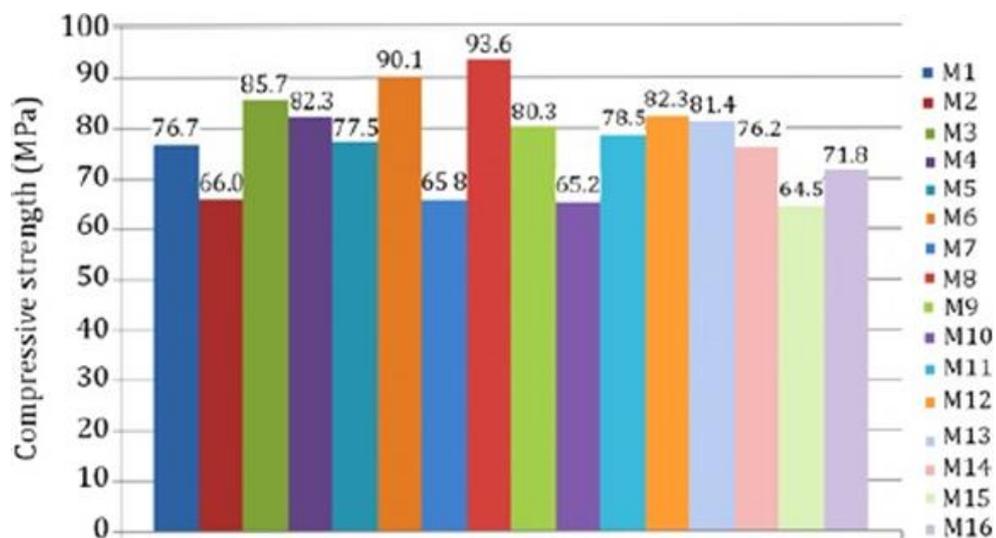


Gráfico 1: Resistência à compressão das misturas à temperatura ambiente.

Fonte: Retirado,(BASTAMI et al, 2011).

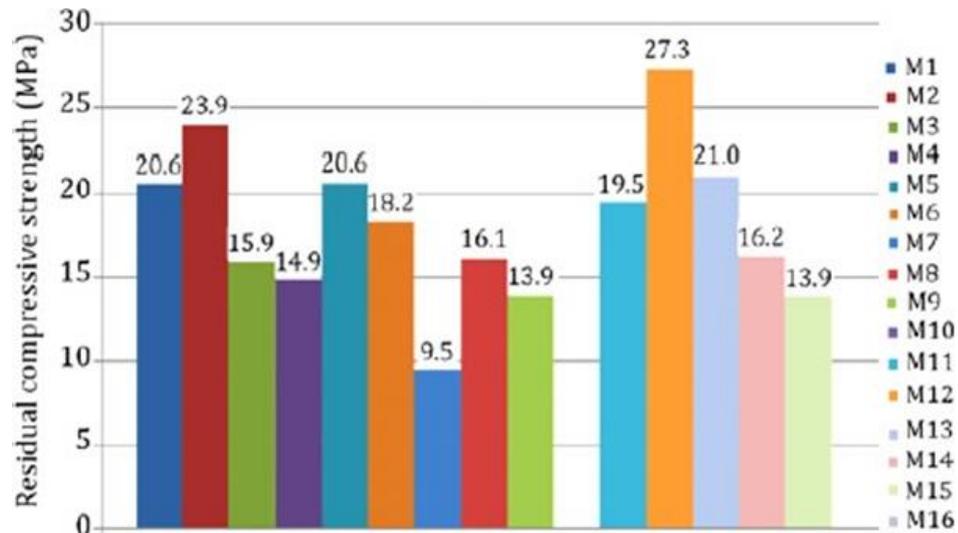


Gráfico 2: Resistência à compressão das misturas após exposição de 800°C.

Fonte: Retirado,(BASTAMI et al, 2011).

No estudo feito por Husem (2006), foram comparadas amostras de um CRC de 34 MPa e de alto desempenho com 71MPa (com uso de SP), no qual as temperaturas submetidas foram de 200°, 400°, 600°, 800° e 1000°C, para analisar a influência sobre as resistências à flexão e à compressão. No estudo, foi demonstrado que a resistência à flexão tanto quanto à compressão, diminuem com o aumento da temperatura, sendo que nas amostras resfriadas com água esta queda é mais acentuada. Observou-se ainda que nas amostras do CAD a queda era menor quando comparadas ao CRC.

Husem (2006), também verificou a ocorrência do spalling explosivo nas amostras da argamassa representativa do CAD, entre 400° e 500°C e a sua não ocorrência nas amostras preparadas a partir do CRC. Também foi notado que a compressão do CAD aumenta na faixa entre 200° e 400°C, fora desta faixa de temperatura decresce.

Já no estudo realizado para comparar os efeitos a resistência à compressão e à tração de concretos de altas resistências submetidos a elevadas temperaturas, com e sem fibras de PP, por Behnood & Ghandehari (2009), foram desenvolvidas os cp's cilíndricos com diferentes fatores de água/cimento e posteriormente submetidos a temperaturas de 100°, 200°, 300° e 600°. Nas amostras sem adição de fibra, a resistência à compressão a temperatura ambiente situou na faixa entre 60 a 85 MPa e à tração dos concretos ficaram entre 4,5 e 6,5 MPa à temperatura ambiente. Conforme, os estudos citados acima, notou-se que ambas as resistências vão

diminuindo à medida que se aumenta a temperatura.

Na análise das amostras com adição de fibras de PP, revelou que não foi alterada a resistência à compressão do concreto quando exposto à temperatura ambiente e que as mesmas possibilitam melhores resistências à tração nesta temperatura. No entanto, quando aquecido a redução da resistência à compressão só é significativa após os 300°C. Nesse experimento não notou diferenças significativas na resistência à tração dos concretos com ou sem fibras após a exposição de 600°.

De acordo com Castro (2017), os resultados obtidos foram através da análise do teste do slump, após o ensaio de compressão e flexão a quatro pontos realizado aos sete dias de cura do concreto. Posteriormente será apresentado o traço de maior resistência com a variação da quantidade das fibras de PP e a variação das temperaturas de exposição às temperaturas.

No slump test, foi possível observar que com adição das fibras de PP, houve a redução da trabalhabilidade, atendendo assim as expectativas. No resultado do ensaio aos 7 dias, permitiu evidenciar que houve uma maior uniformidade nos corpos-de-prova moldados e os cp's com menor fator a/c apresentou melhor desempenho relacionado à resistência à compressão, conforme figura abaixo.

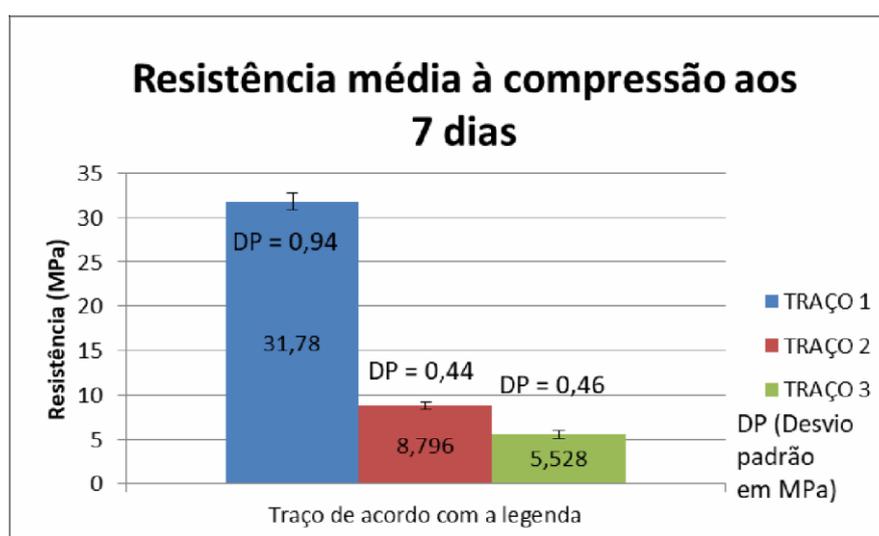


Gráfico 3: Resistência média à compressão aos 7 dias de cura do concreto.

Fonte: Retirado, (CASTRO, 2017).



Gráfico 4: Resistência média à flexão aos 7 dias de cura do concreto.

Fonte: Retirado, (CASTRO, 2017).

No gráfico abaixo, mostra a melhoria da resistência à flexão quando adicionadas uma quantidade baixa a média das fibras em temperaturas ambientes. Na resistência à compressão, foram obtidos resultados muito parecidos. Segundo Castro (2017), é notável certa igualdade dentre os resultados obtidos nos ensaios de compressão dos corpos- de-prova não aquecidos.

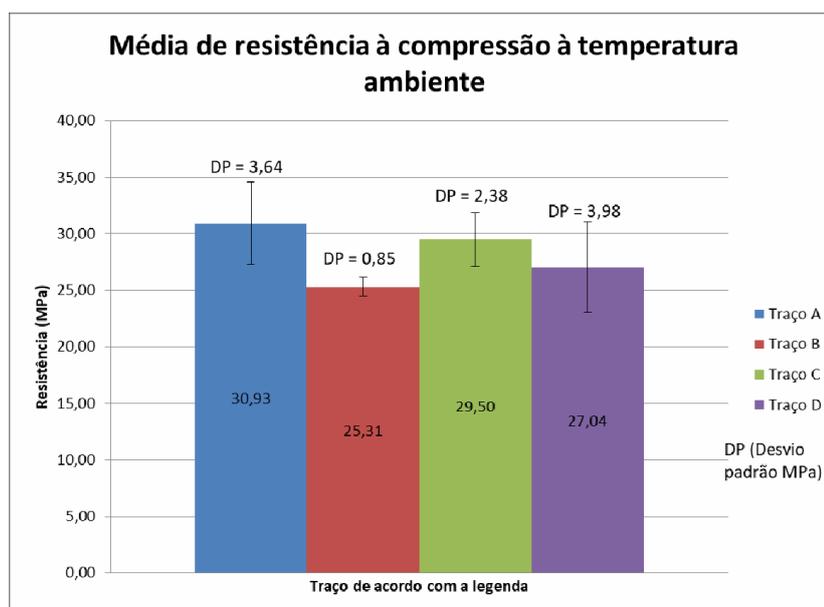


Gráfico 5: Média de resistência à compressão à temperatura ambiente.

Fonte: Retirado,(CASTRO, 2017).

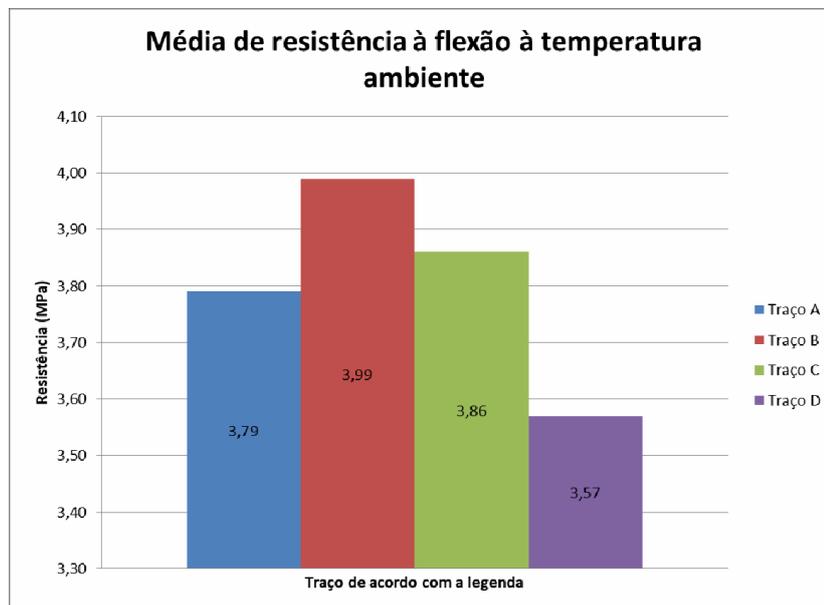


Gráfico 6: Média de resistência à flexão à temperatura ambiente.

Fonte: Retirado,(CASTRO, 2017).

Nas amostras submetidas à temperatura de 200 °C, segundo CASTRO, (2017) os traços com adição de fibras em quantidades médias e altas (traço C e D), tiveram uma amostra significativa na resistência à compressão quando comparados aos traços A e B. Sendo assim, a adição de fibras em médias e altas quantidades favorece uma melhor resistência ao concreto quando submetidos a temperaturas de 200 °C, devido às mesmas quando aquecidas preencherem os espaços vazios do concreto. No que tange à resistência à flexão, o concreto, que possui grandes adições de fibras, não comporta-se da mesma maneira.

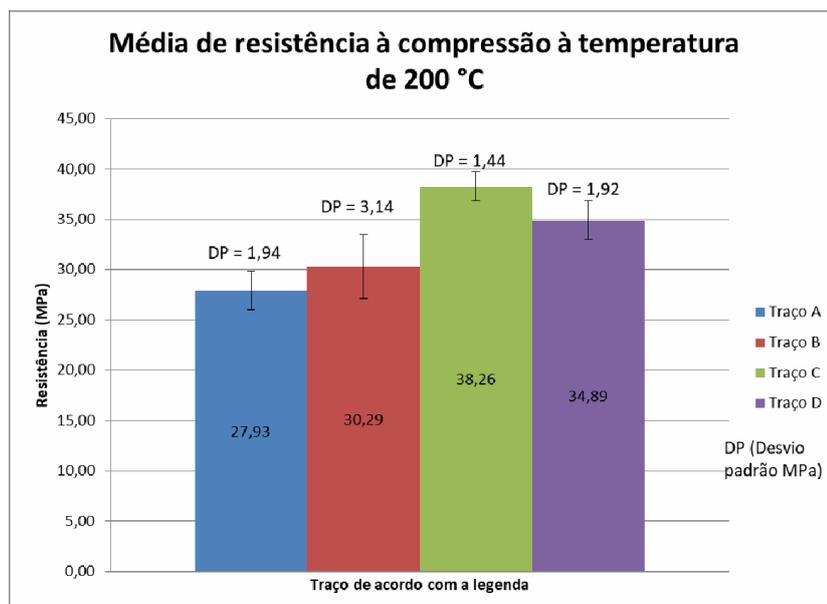


Gráfico 7: Média de resistência à compressão à temperatura de 200°C.

Fonte: Retirado,(CASTRO, 2017).

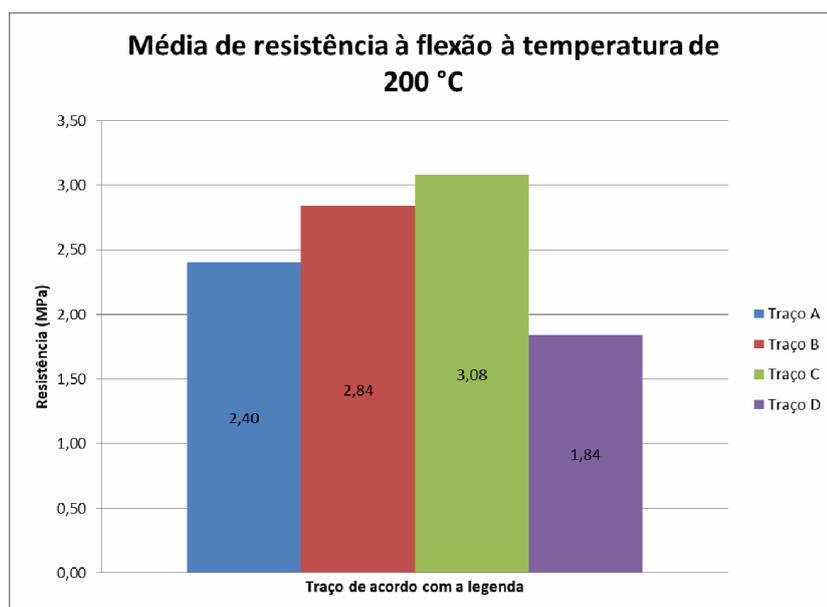


Gráfico 8: Média de resistência à flexão à temperatura de 200°C.

Fonte: Retirado,(CASTRO, 2017).

De acordo com CASTRO, (2017) nas amostras submetidas à temperatura de 400 °C, os traços B e C apresentam resultados de resistência à flexão mais elevados, no entanto, na resistência à compressão obteve-se homogeneidade, onde os resultados foram parecidos. Os resultados obtidos propiciam concluir que a adição de

fibras não promove grandes diferenças na resistência à compressão. Contudo, a adição em teores baixos e médios pode aprimorar o comportamento da resistência à flexão dos concretos expostos a esta temperatura.

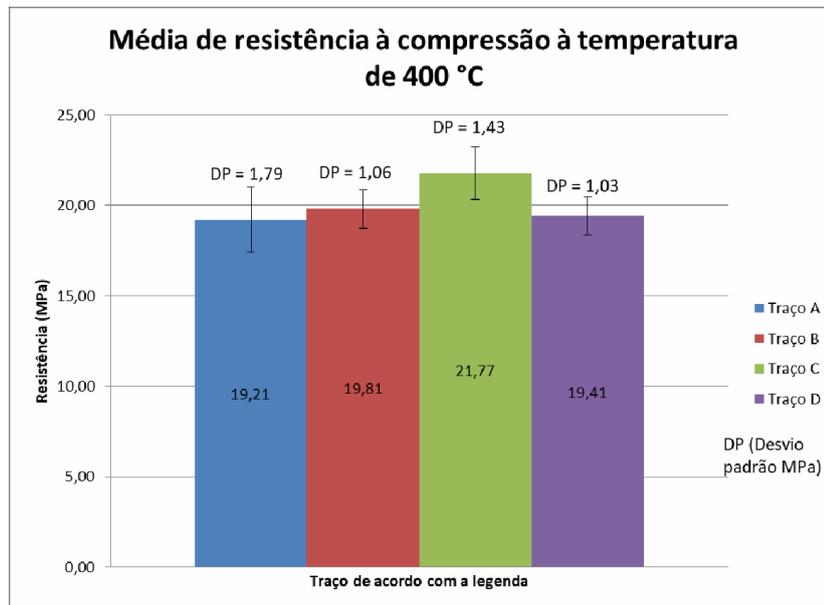


Gráfico 9: Média de resistência à compressão à temperatura de 400°C.

Fonte: Retirado (CASTRO, 2017).

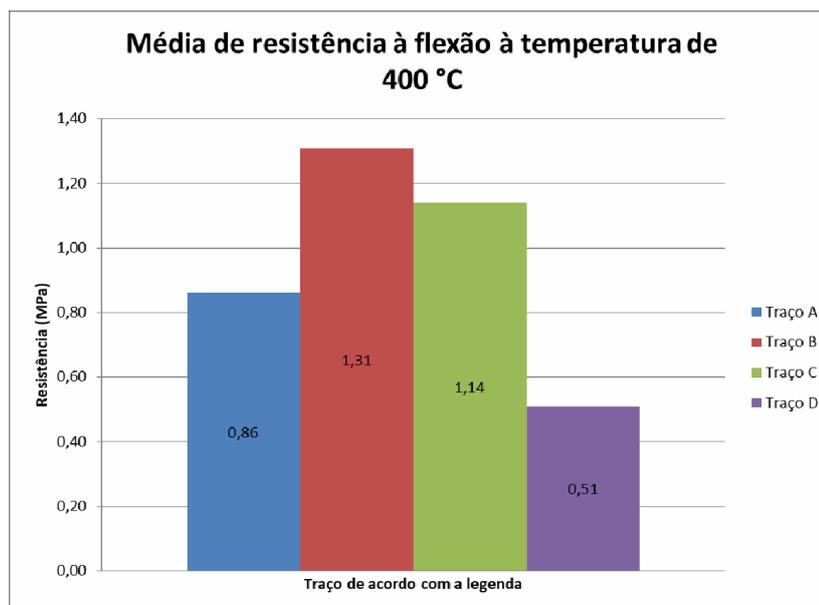


Gráfico 10: Média de resistência à flexão à temperatura de 400°C.

Fonte: Retirado (CASTRO, 2017).

Segundo, CASTRO, (2017) nas amostras submetidas à temperatura de 600 °C, no traço B obteve-se um resultado de resistência à flexão elevada, quando comparados aos demais traços. No que tange à resistência à compressão, observa-se que se obteve uma relativa homogeneidade, onde os resultados foram parecidos. Os resultados de resistência à compressão foram próximos, exceto para os concretos com altas adições de fibras (traço D), assim como os resultados de seus desvios padrão.

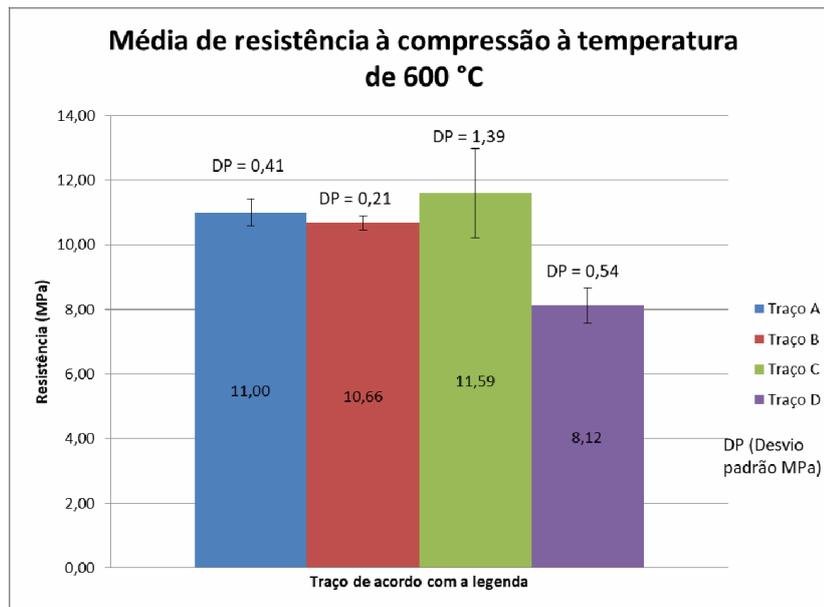


Gráfico 11: Média de resistência à compressão à temperatura de 600 °C.

Fonte: Retirado,(CASTRO, 2017).

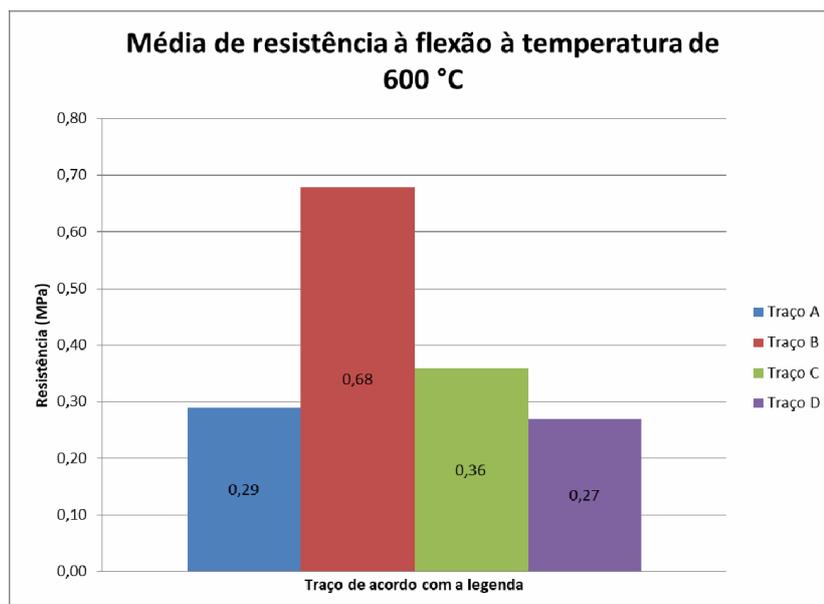


Gráfico 12: Média de resistência à flexão à temperatura de 600 °C.

Fonte: Retirado (CASTRO, 2017).

Para Castro, (2017) os resultados expostos permitem comparar o desenvolvimento das resistências dos corpos-de-prova para cada traço, evidenciando a perda ou ganho de resistência à compressão. No qual, para os traços com composição de fibras de PP, houve uma maior resistência conforme desejável quando expostos a 200°C. No entanto, quando expostos a temperaturas acima de 400°C não houve uma influência significativa. Castro, (2017) afirma que o concreto sem adição de fibras possui um comportamento aos que possuem em sua composição as fibras, após a exposição de temperaturas superiores a 400 °C, conforme o gráfico abaixo.

Em relação a flexão, Castro (2017, p.69) afirma que os traços quando adicionadas baixas e médias quantidades de fibras comportaram-se de uma maneira mais significativa, quando comparado aos traços sem adição da fibra. No entanto, adicionar muita fibra não é a solução, pois os traços com grandes quantidades adicionadas admitiram-se de maneira inferior no que tange a resistência à flexão. De maneira geral, a adição deve ser feita nas quantidades ideais, proporcionando assim uma melhora da resistência à flexão do concreto, mesmo não apresentando o comportamento esperado quanto exposto a altas temperaturas.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou avaliar o comportamento dos concretos de resistência normal e de CAR quando submetidos a elevadas temperaturas, verificando ainda, se a incorporação de fibras de PP na matriz de concreto poderia ser usada avaliando as resistências mecânicas do concreto com e sem aditivo SP. Sendo assim, analisados os trabalhos supracitados na base de dados é possível afirmar que o desempenho quanto à resistência das fibras de PP monofilamentadas adicionada ao concreto é em quantidades moderadas.

Diante da pesquisa realizada através de vários Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), Artigos, Revistas e Livros, concluímos que o resultado para a adição de fibras de PP em CRC ou em CAR, quando expostos a altas temperaturas, visa resultados similares aos descritos. Com isso, a avaliação da resistência e o comportamento das fibras de PP podem ser descritas de acordo com o projeto de cada experimento, levando em conta os traços utilizados e as temperaturas a serem expostas

No entanto, na presença de tal pandemia enfrentada por todos neste ano de 2020, demonstrou-se inviável a realização de ensaios que pudessem gerar resultados mais satisfatórios e precisos em relação aos traços dimensionados no item 3.2- Descrição da etapa II- Preparação do ensaio experimental, pois para realização do ensaio, necessita-se de um forno para submeter os corpos de provas as altas temperaturas e realizar ensaios de compressão e flexão nos mesmos, e os locais que disponibilizam de tal aparelhagem, estão temporariamente fechados para a prevenção de todos os envolvidos no ensaio. Diante desse resultado, para trabalhos futuros sugerem-se a prática experimental dos traços supracitados e a variação das temperaturas de exposição.

6- REFERÊNCIAS

AMORIM, S. L. **Inovações tecnológicas nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores.** Gest. Prod., São Carlos, v. 3, n. 3, p. 262-274. 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X1996000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 fev. 2020.

ANSON, M; PENG, G. F; CHAN, Y. N. **Residual strength and pore structure of**

high-strength concrete and normal strength concrete after exposure to high temperatures. Department of Civil and Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5628: Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo.** Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 5738: Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5739: Concreto: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 7222: Concreto e argamassa: Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 8522: Concreto: Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformações e da curva tensão-deformação.** Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.** Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 9939: Agregado graúdo: Determinação do teor de umidade total – Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 14432: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações.** Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 15200: Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR NM 67: Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco do cone.** Rio de Janeiro, 1998.

BASTAMI, M; CHABOKI-KHIABANI,A; BAGHBADRANNI, M; KORDI, M. **Performance of high strength concretes at elevated temperatures.** Scientia Iranica, Iran, v. 18, p. 1028–1036, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1026309811001817>> Acesso em: 23 de maio de 2020.

BONEN, D; MATESOVÁ, D; SHAH, S. P. **Factors affecting the resistance of cementitious materials at high temperatures and medium, heating rates.** Mater Struct 39, 455 (2006). Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11527-005-9041-4>> Acesso em: 20 de março de 2020.

BONIFÁCIO, J. S. R. **Estudo do Efeito das Fibras de Vidro e Polipropileno nas Propriedades Mecânicas do Concreto.** Universidade do Extremo Sul Catarinense. Santa Catarina, 2014.

CARINO, N. J; PHAN, L. **Review of Mechanical Properties of HSC at Elevated Temperature.** Journal of Materials in Civil Engineering - J MATER CIVIL ENG. 1998.

CARINO, N. J; PHAN, L. **Code provisions for high strength concrete: strength-temperature relationship at elevated temperatures.** Journal of Materials in Civil Engineering - J MATER CIVIL ENG. 2003

CASTRO, A. L. de; TIBA, P. R. T.; PANDOLFELLI, V. C. **Fibras de polipropileno e sua influência no comportamento de concretos expostos a altas temperaturas : revisão.** Cerâmica, São Paulo, v. 57, n. 341 , p.22-31, mar. 2011.

COSTA, C. N; SILVA, V. P. **Dimensionamento de elementos de concreto armado em situação de incêndio.** 2008. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-04092008-155911/pt-br.php> >. Acesso em: 10 de Abril de 2020.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto com fibras. Concreto: Ciência e Tecnologia.** São Paulo: G. C. Isaia, 2011, v2. p.1327-1332.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HÁ 48 ANOS, O EDIFÍCIO ANDRAUS PEGAVA FOGO- DOIS ANOS ANTES DO ACIDENTE DO JOELMA. UOL. Disponível em <<https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/ha-48-anos-o-edificio-andraus-pegava-fogo-dois-anos-antes-do-acidente-joelma.phtml>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

KALIFA, P; MENNETEAU, F. D; QUENARD, D. **Spalling and pore pressure in HPC at high temperatures.** Cement and Concrete Research. v.31. pg. 1487-1499. 2001

KHOURY, G. A. **Polypropylene fibers in heated concrete.** Magazine Concrete.

v.60. pg. 189-204. 2008.

LEONHARDT, F; MÖNNING, E. **Construções de concreto, vol 1: princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado**; tradução de David Fridman, revisão técnica de João Luís Escosteguy Merino e Pedro Paulo Sayão Barreto. -2.reimpr. - Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

LIMA, R. C. A; KIRCHHOF, L. D; CASONATO, C.A; SILVA FILHO, L. C. P. **Efeito de altas temperaturas no concreto**. Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais, 2004. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/TB819_Patologia_e_Recuperacao_de_Estruturas_de_Concreto/Efeito_do_fogo_no_concreto.pdf>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2020.

LIMA, R. C. A. **Investigação do comportamento de concretos em temperaturas elevadas**. 257p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LIMA, C. I. V., COUTINHO, C. O. D., AZEVEDO, G. G. C., BARROS, T. Y. G., TAUBER, B. C., LIMA, S. F. **Concreto e suas inovações**. Caderno de graduação, v. 1, n. 1, pg. 31-40. Maceió, 2014.

MEHTA, P. K.; AÏTCIN, J.-C. **Principles underlying production of high-performance concrete. Cement & Concrete Aggregates**. Philadelphia: American Society for Testing Materials, p. 70-78, winter 1990.

MEHTA, P.K; MONTEIRO, P.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

OLIVEIRA E. V; GALHANO F; PEREIRA B. **Construções Primitivas em Portugal**. Lisboa: Instituto da Alta Cultura. Centro de Estudos de Etnologia, 1969.

PRODANOV, C.C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas**. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QIAN, C. X; STROEVEN, P. **Development of hybrid polypropylene-steel fiber-reinforced concrete**. Cement and Concrete Research. v.30. pg. 63-69. 2000.

TIPOS DE CONCRETO E SUAS APLICAÇÕES. Supremo concreto. Disponível em

<www.supremocimento.com.br>. Acesso em: 5 abril de 2020.

REGULARIZAÇÃO DE ACESSO EM RODOVIA FEDERAL**ACADÊMICOS:** Flavio Henrique Quaresma Silva; Leonardo de Oliveira Monteiro**ORIENTADOR:** Prof. M.Sc. Lucas Machado Rocha.**LINHA DE PESQUISA:** Pavimentação asfáltica.**RESUMO**

Monteiro, Silva e Assis (2019) afirmam que qualquer acesso a alguma propriedade às margens da rodovia, seja ela estadual ou federal, localizada na faixa de domínio, deve possuir a devida autorização do órgão competente. O objetivo do estudo é apresentar uma solução para regularização/adequação de acessos particulares em rodovias federais sob concessão, utilizando-se de um estudo de caso. A regularização é necessária sempre quando não possuir autorização do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) ou da ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). Os estudos são baseados nos parâmetros estabelecidos nos Manuais do DNIT, em especial no IPR-728 (2006), Manual de Acesso de Propriedades Marginais a Rodovias Federais, e obedece às premissas estabelecidas na Portaria nº 28/2019/SUINF/ANTT.

PALAVRAS-CHAVE: Regularização de Acesso; Acesso particular; Acesso regularizado; Faixa de domínio; Segurança viária.

1. INTRODUÇÃO

A regularização de acesso é a autorização que o poder concedente emite aos proprietários limítrofes à faixa de domínio, seja ela em rodovias federais ou estaduais sendo esta regularização obrigação dos proprietários, assim como sua implantação e manutenção. A regularização é necessária quando o acesso não possuir pista de aceleração e desaceleração; visibilidade; não permitir que o usuário adentre a rodovia em segurança e não possuir autorização do DNIT ou da ANTT. (VIA 040, 2020).

Quando a concessionária celebra o contrato de concessão com a ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres), existem várias obrigações previstas no PER (Programa de Exploração da Rodovia), e dentre elas está a de exigir que os lindeiros (quem está na divisa, confrontante) que façam as devidas regularizações, tornando seu acesso de forma segura e dentro das normas. PER VIA 040 (2014).

As concessionárias então, após assumir a responsabilidades pelas rodovias, intensificam as cobranças e prol das regularizações, notificando os proprietários de forma extrajudicial e até mesmo judicialmente, na tentativa do cumprimento dessa obrigação contratual. Monteiro, Silva e Assis (2019)

Os proprietários, por sua vez, podem agir de formas diferentes: deixar simplesmente que o acesso seja fechado; entrar em uma briga judicial em prol de seu acesso, que após as audiências o juiz pode determinar o fechamento ou regularização ou buscar sua regularização de forma imediata, contratando um profissional qualificado para elaborar um projeto, de forma a conseguir assinar o Contrato de Permissão Especial de Uso e assim se regularizar perante ANTT. (Monteiro, Silva e Assis, 2019).

Objetivo deste trabalho é a apresentação de orientações para elaboração de projeto de regularização de acesso as margens de rodovias federais, principalmente as que estão sob concessão, onde a ANTT é o órgão regulador e suas diretrizes são as utilizadas para os desenvolvimentos dos projetos executivos.

A falta de informações acerca desses relatórios técnicos nos motivou a buscar meios de informar melhor sobre a necessidade de apresentação de projeto executivo desta natureza, a fim de lucidar os interessados que necessitem elaborar projetos do tipo e/ou simplesmente se informar a respeito das orientações técnicas necessárias para regularizar um acesso às margens de rodovias federais que estejam irregulares, como é o caso desse projeto.

Neste trabalho, busca-se apresentar uma solução para regularização do acesso em estudo, localizado na rodovia BR-040, através das normas vigentes. Deste modo, pretende-se também esclarecer informações a respeito do assunto e incentivar trabalhos futuros acerca da regularização de acessos irregulares. O presente relatório do projeto executivo integra o projeto de regulamentação do acesso residencial que será regularizado nas proximidades do km 767+470, pista norte (sentido Brasília), da rodovia BR-040 / MG, sob concessão da VIA 040, empresa do grupo Invepar, responsável pela gestão do trecho de 936,8 quilômetros da BR-040 entre Brasília (DF) e Juiz de Fora (MG), com prazo contratual de 30 anos de concessão. (VIA 040, 2020).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O manual de acesso de propriedades marginais a rodovias federais define acesso sendo a interseção de uma rodovia com uma via de ligação a propriedades marginais, de uso particular ou público e o manual do DNIT objetiva orientar os interessados na obtenção de um acesso a uma rodovia federal sobre as diversas fases do processo de sua concessão. (IPR-728, 2006).

A regularização de acesso faz-se necessário sempre o mesmo não estiver autorizado pelo órgão competente, responsável pela via onde o referido acesso está situado. Quando se tratar de rodovias federais o responsável pelo acesso é o DNIT, porém, quando essa rodovia estiver sob concessão, representada por alguma empresa, normalmente a ANTT passa a ser o órgão fiscalizador do trecho.

Nos trechos sob concessão a fiscalização se intensifica pois existem cláusulas no contrato de concessão obrigando as concessionárias a buscar meios de regularizar todos os acessos do trecho e essa obrigação trata-se de notificar os proprietários as margens da rodovia para tomar as devidas providências, com medidas que chegam até a judicialização dos proprietários e/ou responsáveis pelos acessos irregulares.

O IPR-728 (2006), Manual de Acesso de Propriedades Marginais a Rodovias Federais do DNIT, apresenta as diretrizes necessárias para elaboração do projeto geométrico dos acessos existentes na faixa de domínio.

De acordo com o site da Via 040 (2020), todo e qualquer acesso à rodovia localizado dentro da faixa de domínio devem ser regularizados perante à Agência Nacional de Transportes Terrestres.

Monteiro, Silva e Assis (2019) afirma que as rodovias são construídas com o fim de ligar, através do fluxo de tráfego contínuo, considerando a mínima interferência possível, os municípios de uma determinada região (OLIVEIRA, 2009).

Segundo Cirilo (2016), um dos principais dispositivos de segurança ao longo das rodovias são os acessos regularizados, principal objetivo deste trabalho, onde se trata especificamente sobre projeto geométrico para regularização de acesso à rodovia federal.

A abertura e manutenção de acessos nas rodovias estaduais ou federais condicionam-se à autorização pelo titular do bem (Estado ou União), pautada em estudos técnicos. (JUNIOR, T.S.F. 2007). No caso de rodovias federais normalmente é utilizado os Manuais e Instruções de Serviços do DNIT para orientar a elaboração dos projetos referente a maioria das disciplinas a serem desenvolvidas, bem como são necessárias consultas à Associação Brasileira de Normas Técnicas e Resoluções da ANTT.

Os projetos de regularização de acessos tratam-se de projetos multidisciplinares, que necessitam atendimento a vários manuais do DNIT para sua elaboração e para adequação do acesso localizado no km 767+470, o desenvolvido foi conformidade com o IPR-718 (2005) e também segue as recomendações da Portaria nº 28/2019/SUINF/ANTT, que dispõe sobre os Procedimentos para elaboração de projetos de interesse de terceiros.

Os casos dos estudos de visibilidade, que ao se aproximar de uma interseção, o motorista de um veículo deve ter visão desimpedida de toda a interseção e de partes dos ramos de acesso, para que possa identificar possíveis perigos de conflitos e proceder às manobras necessárias. A área de visibilidade necessária é função das velocidades dos veículos envolvidos e das distâncias percorridas durante os tempos de percepção, reação e frenagem. (IPR-718, 2005).

Através dos estudos de tráfego, é possível conhecer o número de veículos que circulam por uma via em um determinado período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais de concentração de acidentes de trânsito, etc. Permitem também a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto. (IPR-718, 2005).

O objetivo de se determinar a Capacidade de uma via é quantificar o seu grau de suficiência para acomodar os volumes de trânsito existentes e previstos, permitindo a análise técnica e econômica de medidas que assegurem o escoamento daqueles volumes em condições aceitáveis. Ela é expressa pelo número máximo de veículos que podem passar por uma determinada faixa de tráfego ou trecho de uma via durante um período de tempo estipulado (em minutos) e sob as condições existentes da via e do trânsito. (IPR-718, 2005).

As faixas de mudança de velocidade são faixas auxiliares que têm o objetivo de proporcionar espaço adequado para que os condutores dos veículos possam realizar manobras de aceleração ou desaceleração, sem provocar conflitos ou interferências com o fluxo do tráfego direto. Estas faixas devem ter largura e comprimento suficientes para a execução das variações de velocidade e são especialmente importantes nas interseções de vias de alta velocidade e elevados volumes de trânsito. (IPR-718, 2005).

Com objetivo de identificar a ocorrência de materiais para pavimentação, nas ocorrências de materiais granulares, julgadas viáveis pelos estudos preliminares, em cada nó da malha de 30m de lado serão executados furos de sondagem com coleta de amostras para realização de ensaios de granulometria por peneiramento simples, limite de liquidez, limite de plasticidade, de equivalente de areia, e em furos alternados, ensaios de compactação na energia mais adequada ao material, ISC e densidade in situ. (IPR-726, 2006).

Quando um proprietário decide regularizar seu acesso, é necessário que contrate um profissional ou empresa para elaboração dos projetos multidisciplinares e apresentação deste na concessionária. Após recebimento a concessionária deve proceder a análise do projeto, verificação de atendimento às normas (em caso de não atendimento verificar se as justificativas são coerentes e aceitáveis). Não estando de acordo a concessionária elabora uma RAP (Relatório de Avaliação de Projeto) para ajustes no projeto e em caso favorável a concessionária deve emitir um parecer técnico informando a não objeção e encaminhar, juntamente com o projeto e executivo para a ANTT que por sua vez fará também uma análise.

Estando de fato, tudo de acordo, a ANTT publica no DOU a autorização para implantação ou regularização do acesso que permite a concessionária a assinar o CPEU (Contrato de Permissão Especial de Uso) com o interessado e somente após essa assinatura é que o proprietário está apto a iniciar as obras para regularização.

3. METODOLOGIA

Nesse projeto de melhoria de acesso existente, no km 767+470 da BR-040, foram realizados diversos estudos que possibilitaram detalhar a interseção bem como quantificar sua capacidade e tráfego em todos os sentidos de circulação. Foi desenvolvido em conformidade com os Manuais do DNIT, Instrução de Serviço IS – 2009, das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários.

Esse trabalho visa apresentar metodologias a fim de auxiliar outros trabalhos acadêmicos e até mesmo projetos executivos com objetivo de regularização de acessos em rodovias federais.

A pesquisa de tráfego consistiu em obter o quantitativo de veículos, que trafegam pela rodovia próximo ao local de acesso, cadastrados no site do DNIT e exposto a consulta pública, que possibilitou o tratamento dos dados de veículos que trafegam pela BR-040, próximo ao local de acesso, que quando não é possível a obtenção desse dados no site se faz necessário a contagem volumétrica, classificatória, em campo.

Com relação aos dados hidrológicos, foi utilizado dados apresentados no site (METEOBLUE), como será apresentado no desenvolvimento deste trabalho.

Os dados serão analisados e tratados obedecendo os parâmetros estabelecidos nos manuais do DNIT, possibilitando o melhor aproveitamento e resultados adequados referentes a cada disciplina a ser desenvolvida.



Imagem 1 - Situação atual – Vista sentido Belo Horizonte
Fonte: Os autores



Imagem 2 - Situação atual – Vista sentido Rio de Janeiro
Fonte: Os autores

O acesso existente está localizado na BR-040 e necessita de ajustes como a reformulação da geometria, com a criação das faixas de desaceleração e aceleração, execução de projeto de drenagem, pavimentação e iluminação, além de instalação das sinalizações verticais e horizontais que irão melhorar significativamente as condições operacionais do acesso.

O acesso em questão refere-se a uma fazenda de propriedade do Sr. Cláudio Ferreira da Silva, onde o mesmo tem interesse em regularizar o acesso à sua propriedade perante a concessionária e ANTT, trazendo benefícios (melhor visibilidade, pavimento novo) e conforto aos usuários que nesse trecho trafegam.



Imagem 3 - Vista do atual acesso ao empreendimento
Fonte: Os autores

A BR-040 é uma rodovia federal radial, que une a capital federal (Brasília / DF) à capital carioca (Rio de Janeiro / RJ), sendo umas das principais estradas do país e

a principal ligação rodoviária entre essas federações. O acesso em estudo está localizado próximo ao km 767+470, pista norte, no município de Juiz de Fora / MG.

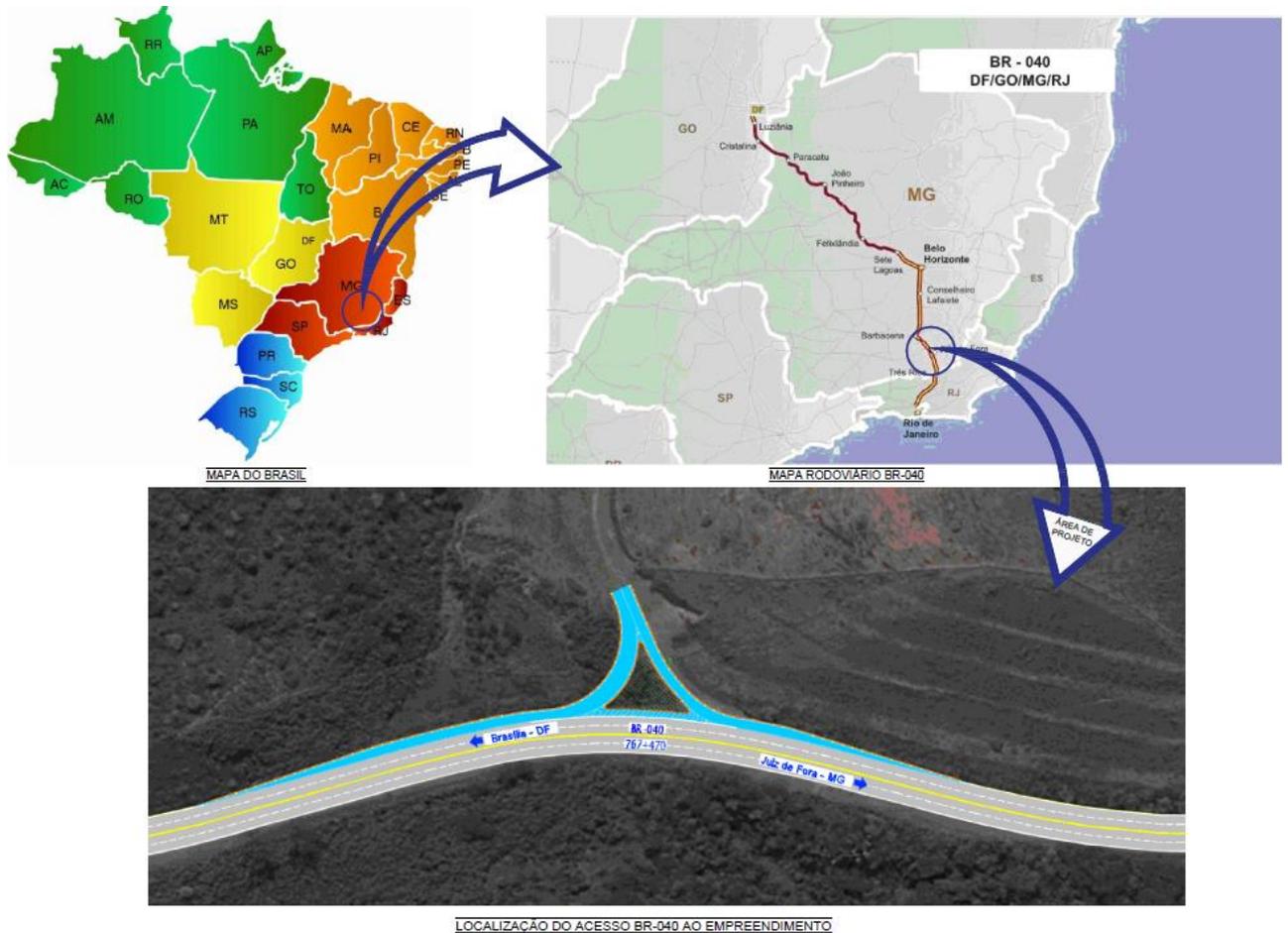


Imagem 4 - Mapa localização
Fonte: Adaptado Todamateira (2020)

ESTUDOS

ESTUDOS DE VISIBILIDADE

Monteiro, Silva e Assis (2019) Os motoristas que se aproximam de um cruzamento de duas vias devem dispor de distância de visibilidade suficiente para avistarem-se mutuamente a tempo de evitar colisões. Cada motorista tem três opções: acelerar, reduzir a velocidade ou parar. Em cada interseção, de acordo com o tipo de controle do trânsito, escolhe-se que opções serão adotadas. Para cada caso, as relações espaço-tempo-velocidade indicam o triângulo de visibilidade livre necessário. Se possível, toda a área do triângulo de visibilidade deve ser livre de objetos de altura que representa obstáculo para a visão do tráfego, tais como: edificações, veículos

estacionados, taludes de cortes, cercas, árvores, moitas e plantações altas. (IPR-718, 2005).

Triângulo de visibilidade para o tráfego em movimento na figura a seguir:

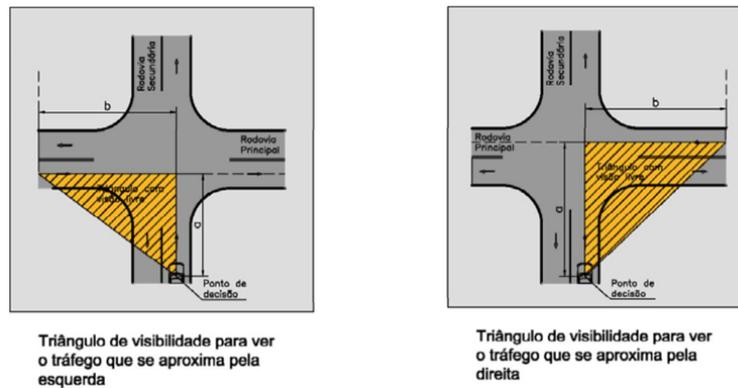


Imagem 5 - Visibilidade em movimento
Fonte: (IPR-718, 2005).

Triângulo de visibilidade para o tráfego parado na figura a seguir.

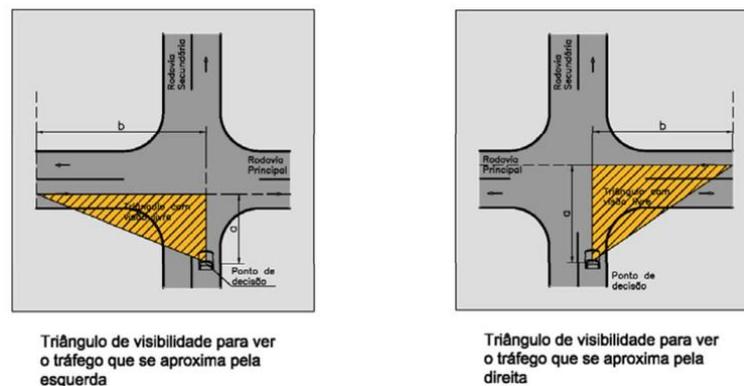


Imagem 6 - Visibilidade parado
Fonte: (IPR-718, 2005).

Segundo IPR-718 (2005), no item 8.5.1.1.3 do Manual de Projeto de Interseções, que classifica as interseções controladas pela sinalização “Dê a Preferência”, o Acesso do km 767+470 da BR-040 pertence ao Caso C1 e as distâncias de visibilidade estão definidas na tabela 32 do mesmo item. O veículo Semi-Reboque (SR) é adotado, por ser o indicado pela concessionária para desenvolvimento de projetos de acesso, trabalhando-se posteriormente com a geometria deste mesmo veículo.

Velocidade diretriz da rodovia secundária (km)	Distâncias de visibilidade para semi-reboques (SR) – (m)										
	Velocidade diretriz da rodovia principal (km/h)										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
20	60	85	115	145	175	200	230	260	290	320	345
30	45	70	95	115	140	165	185	210	235	255	280
40	40	65	85	105	125	150	170	190	210	230	255
50	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	245
60	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
70	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
80	40	60	80	100	120	140	160	185	205	225	245
90	40	65	85	105	125	145	165	190	210	230	250
100	45	65	85	110	130	150	170	195	215	235	260
110	45	65	90	110	135	155	180	200	225	245	265
120	45	70	90	115	135	160	180	205	230	250	275

Imagem 7 - Distância de visibilidade
 Fonte: (IPR-718, 2005)

Adotando-se a velocidade diretriz da rodovia principal (BR-040) de 80km/h e a velocidade de 50km/h para rodovia secundária (acesso), pode-se cruzar os dados da imagem anterior e obter o valor de 160,00 metros para distância de visibilidade.

A imagem a seguir apresenta a distância de visibilidade da faixa de desaceleração, possuindo comprimento superior a 210,00 m, no Acesso do km 767+470 da BR-040, estando acima do comprimento exigido pelo Manual do DNIT, como visualizado nas imagens a seguir.

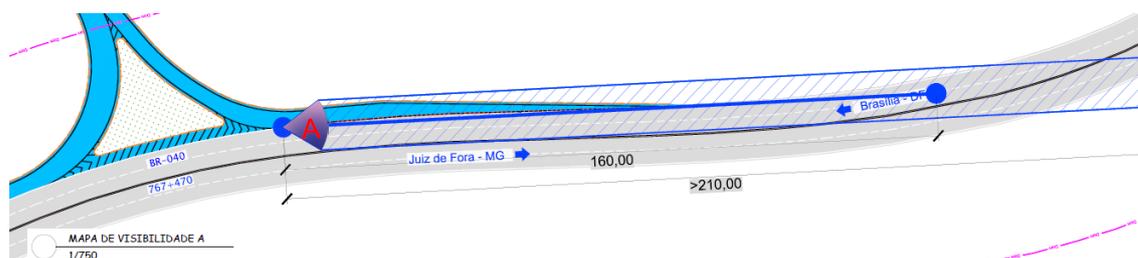


Imagem 8 - Estudo de visibilidade ponto A
 Fonte: Os autores



Imagem 9 - Vista atual do ponto A
Fonte: Os autores

As imagens a seguir, apresentam a distância de visibilidade da faixa de aceleração, contendo os pontos B e C, possuindo ambos, um comprimento superior a 210,00 m, estando acima dos 160,00 m de comprimento exigido pelo Manual do DNIT.

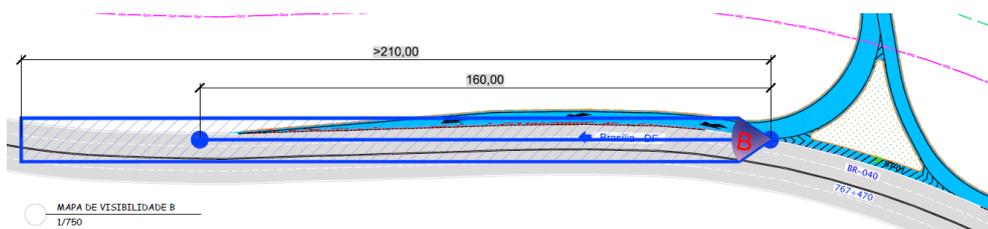


Imagem 10 - Estudo de visibilidade do ponto B
Fonte: Os autores



Imagem 11 - Vista atual do ponto B
Fonte: Os autores

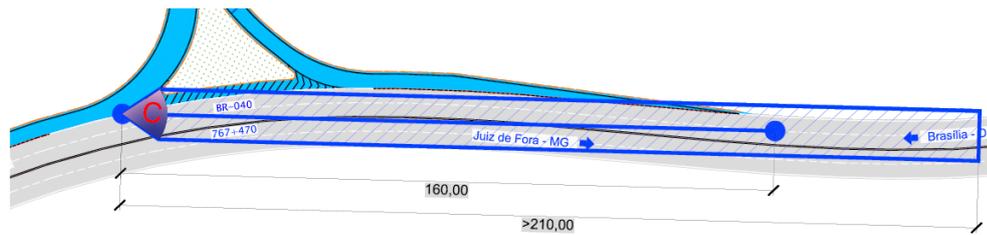


Imagem 12 - Estudo de visibilidade do ponto C
Fonte: Os autores



Imagem 13 - Vista atual do ponto C
Fonte: Os autores

Os Estudos de Tráfego do Acesso, foram desenvolvidos de acordo com os procedimentos recomendados, tendo como objetivo:

- Compilação dos dados obtidos do site do DNIT através do PNCT;
- Determinação do Tráfego Médio Diário Anual da interseção;
- Determinação do número "N" da rodovia.

COLETA DE DADOS DE TRÁFEGO

A coleta de dados consistiu-se na busca de informações que possibilitassem as correções de sazonalidade do tráfego em função do fator de expansão, e para análise, foram retirados do site do DNIT - PNCT, a contagem volumétrica próximo ao empreendimento, no km 780+000 da BR 040, em Juiz de Fora / MG, dos dias 12, 13 e 14 de dezembro de 2017.

A seguir é apresentado o comportamento veicular mostrado nas tabelas ao longo do período para os movimentos considerados.

		Volume Horário de 12 / Dezembro / 2017												
Hora	Sentido	VH	Categorias									Passeio	Moto	Outros
			Ônibus/Cam de 2 eixos	Ônibus/Cam de 3 eixos	Caminhão de 4 eixos	Caminhão de 5 eixos	Caminhão de 6 eixos	Caminhão de 7 eixos	Caminhão de 8 eixos	Caminhão de 9 eixos				
0	C	34	4	4	4	1	0	0	0	0	0	17	4	0
	D	73	17	15	7	9	3	3	0	0	0	18	1	0
	Total	107	21	19	11	10	3	3	0	0	0	35	5	0
1	C	28	1	2	2	2	3	0	0	0	0	15	3	0
	D	47	9	14	4	1	1	1	0	0	0	15	2	0
	Total	75	10	16	6	3	4	1	0	0	0	30	5	0
2	C	22	1	2	0	3	2	1	0	0	0	10	3	0
	D	42	7	5	5	2	2	1	0	0	0	17	2	1
	Total	64	8	7	5	5	4	2	0	0	0	27	5	1
3	C	25	3	1	1	1	1	1	0	0	0	12	5	0
	D	33	9	2	2	4	1	0	0	0	0	15	0	0
	Total	58	12	3	3	5	2	1	0	0	0	27	5	0
4	C	45	4	5	3	0	4	0	0	0	0	21	8	0
	D	62	9	10	7	6	6	0	0	0	0	22	2	0
	Total	107	13	15	10	6	10	0	0	0	0	43	10	0
5	C	101	14	10	9	8	7	0	0	0	0	38	13	2
	D	145	21	11	4	10	12	1	0	3	69	10	4	
	Total	246	35	21	13	18	19	1	0	3	107	23	6	
6	C	237	35	11	14	10	17	0	0	2	133	10	5	
	D	338	38	18	10	3	13	3	2	3	221	21	6	
	Total	575	73	29	24	13	30	3	2	5	354	31	11	
7	C	325	51	30	14	14	21	2	0	3	180	6	4	
	D	570	45	42	21	18	23	2	0	5	377	29	8	
	Total	895	96	72	35	32	44	4	0	8	557	35	12	
8	C	307	43	19	15	14	24	3	0	2	178	4	5	
	D	543	52	38	22	8	15	5	0	2	370	20	11	
	Total	850	95	57	37	22	39	8	0	4	548	24	16	
9	C	336	30	25	20	28	28	4	0	0	190	6	5	
	D	454	47	21	19	17	21	3	0	2	307	11	6	
	Total	790	77	46	39	45	49	7	0	2	497	17	11	
10	C	324	42	20	23	20	17	2	0	1	185	9	5	
	D	406	44	31	27	8	9	3	0	0	263	14	7	
	Total	730	86	51	50	28	26	5	0	1	448	23	12	
11	C	273	28	16	12	17	18	2	0	1	170	3	6	
	D	415	51	29	15	5	10	4	0	0	277	17	7	
	Total	688	79	45	27	22	28	6	0	1	447	20	13	
12	C	292	36	16	20	4	10	1	0	0	193	7	5	
	D	435	40	29	17	7	7	3	0	0	304	15	13	
	Total	727	76	45	37	11	17	4	0	0	497	22	18	
13	C	278	36	22	12	9	15	2	2	0	161	12	7	
	D	396	43	31	17	9	14	0	0	1	263	13	5	
	Total	674	79	53	29	18	29	2	2	1	424	25	12	
14	C	327	32	20	10	11	7	0	0	2	226	12	7	
	D	445	49	38	24	12	16	2	0	0	273	21	10	
	Total	772	81	58	34	23	23	2	0	2	499	33	17	
15	C	295	42	17	7	10	18	2	1	4	180	9	5	
	D	442	56	41	26	14	17	1	0	0	268	13	6	
	Total	737	98	58	33	24	35	3	1	4	448	22	11	
16	C	345	29	23	24	10	19	1	0	1	223	13	2	
	D	487	46	30	30	15	17	4	0	4	319	14	8	
	Total	832	75	53	54	25	36	5	0	5	542	27	10	
17	C	512	42	27	23	18	15	5	1	3	354	21	3	
	D	573	74	34	20	15	29	1	0	2	361	24	13	
	Total	1085	116	61	43	33	44	6	1	5	715	45	16	
18	C	460	39	23	20	14	20	1	1	0	322	15	5	
	D	473	52	30	21	17	31	2	0	2	292	20	6	
	Total	933	91	53	41	31	51	3	1	2	614	35	11	
19	C	271	32	13	13	11	8	4	0	0	178	6	6	
	D	348	49	22	15	4	21	4	0	1	218	8	6	
	Total	619	81	35	28	15	29	8	0	1	396	14	12	
20	C	190	15	10	14	12	15	0	0	1	112	8	3	
	D	265	33	24	22	10	35	2	0	0	126	10	3	
	Total	455	48	34	36	22	50	2	0	1	238	18	6	
21	C	134	15	5	11	6	15	0	0	0	70	8	4	
	D	181	18	16	8	9	13	3	0	0	101	11	2	
	Total	315	33	21	19	15	28	3	0	0	171	19	6	
22	C	100	5	11	9	3	7	0	0	0	56	7	2	
	D	162	24	18	15	7	7	1	0	0	83	5	2	
	Total	262	29	29	24	10	14	1	0	0	139	12	4	
23	C	81	10	6	6	3	6	0	0	0	42	7	1	
	D	122	21	20	5	9	8	1	0	0	56	2	0	
	Total	203	31	26	11	12	14	1	0	0	98	9	1	

Tabela 1 - PNCT DNIT (2017) – 12/12/2017

		Volume Horário de 13 / Dezembro / 2017												
Hora	Sentido	VH	Categorias									Passeio	Moto	Outros
			Ônibus/Cam de 2 eixos	Ônibus/Cam de 3 eixos	Caminhão de 4 eixos	Caminhão de 5 eixos	Caminhão de 6 eixos	Caminhão de 7 eixos	Caminhão de 8 eixos	Caminhão de 9 eixos				
0	C	56	4	2	8	2	0	1	0	0	27	10	2	
	D	63	10	7	8	3	5	0	0	0	29	0	1	
	Total	119	14	9	16	5	5	1	0	0	56	10	3	
1	C	52	0	3	1	1	1	0	0	0	37	6	3	
	D	38	8	9	3	3	3	0	0	0	11	1	0	
	Total	90	8	12	4	4	4	0	0	0	48	7	3	
2	C	31	1	2	2	1	2	0	0	0	17	5	1	
	D	39	9	8	5	3	3	0	0	2	9	0	0	
	Total	70	10	10	7	4	5	0	0	2	26	5	1	
3	C	38	7	4	1	1	2	0	0	0	15	7	1	
	D	30	7	8	2	2	2	0	0	0	8	0	1	
	Total	68	14	12	3	3	4	0	0	0	23	7	2	
4	C	47	11	1	0	3	2	0	0	0	22	8	0	
	D	60	10	10	2	6	10	1	0	0	19	2	0	
	Total	107	21	11	2	9	12	1	0	0	41	10	0	
5	C	94	8	5	10	2	1	1	0	0	53	14	0	
	D	149	31	17	12	5	5	0	0	1	67	6	5	
	Total	243	39	22	22	7	6	1	0	1	120	20	5	
6	C	230	34	20	12	7	5	3	0	1	125	16	7	
	D	351	38	23	11	11	14	2	0	1	225	18	8	
	Total	581	72	43	23	18	19	5	0	2	350	34	15	
7	C	322	36	21	14	18	21	3	0	1	183	12	13	
	D	561	50	34	25	13	14	0	1	2	401	17	4	
	Total	883	86	55	39	31	35	3	1	3	584	29	17	
8	C	324	50	19	21	14	15	3	0	3	182	11	6	
	D	567	51	32	16	16	18	9	0	3	399	17	6	
	Total	891	101	51	37	30	33	12	0	6	581	28	12	
9	C	328	43	13	22	21	13	3	0	0	200	5	8	
	D	474	45	36	18	11	12	3	0	2	335	5	7	
	Total	802	88	49	40	32	25	6	0	2	535	10	15	
10	C	325	48	27	14	12	14	4	0	2	189	7	8	
	D	419	69	35	12	10	13	2	0	2	259	8	9	
	Total	744	117	62	26	22	27	6	0	4	448	15	17	
11	C	281	22	19	18	14	13	2	0	3	175	10	5	
	D	420	57	20	22	14	24	4	0	1	263	10	5	
	Total	701	79	39	40	28	37	6	0	4	438	20	10	
12	C	295	34	15	11	9	14	0	0	2	198	8	4	
	D	434	48	24	18	12	13	3	0	1	296	13	6	
	Total	729	82	39	29	21	27	3	0	3	494	21	10	
13	C	296	32	22	19	7	6	2	0	2	195	3	8	
	D	446	49	25	30	7	13	2	0	0	303	15	2	
	Total	742	81	47	49	14	19	4	0	2	498	18	10	
14	C	327	36	27	11	9	11	1	0	1	224	5	2	
	D	399	54	23	16	8	18	0	0	0	260	14	6	
	Total	726	90	50	27	17	29	1	0	1	484	19	8	
15	C	346	38	21	13	9	13	6	0	1	222	12	11	
	D	478	58	39	30	13	30	2	0	0	287	10	9	
	Total	824	96	60	43	22	43	8	0	1	509	22	20	
16	C	340	36	19	9	20	20	0	0	1	221	9	5	
	D	532	62	38	24	17	34	4	0	2	320	18	13	
	Total	872	98	57	33	37	54	4	0	3	541	27	18	
17	C	447	44	18	23	10	20	2	0	0	315	10	5	
	D	573	68	45	24	17	29	2	0	2	358	14	14	
	Total	1020	112	63	47	27	49	4	0	2	673	24	19	
18	C	457	51	22	13	10	21	1	0	4	318	16	1	
	D	480	63	21	18	14	30	5	1	2	303	21	2	
	Total	937	114	43	31	24	51	6	1	6	621	37	3	
19	C	306	34	18	17	11	23	0	0	0	193	8	2	
	D	355	38	32	22	15	31	1	0	0	198	10	8	
	Total	661	72	50	39	26	54	1	0	0	391	18	10	
20	C	171	26	11	9	5	13	1	0	0	102	2	2	
	D	246	32	19	12	14	15	3	0	0	136	10	5	
	Total	417	58	30	21	19	28	4	0	0	238	12	7	
21	C	160	10	8	6	10	14	1	0	2	97	9	3	
	D	201	31	13	14	15	18	0	0	0	101	7	2	
	Total	361	41	21	20	25	32	1	0	2	198	16	5	
22	C	133	10	14	7	9	5	1	0	1	73	11	2	
	D	161	21	17	13	13	11	0	0	0	80	4	2	
	Total	294	31	31	20	22	16	1	0	1	153	15	4	
23	C	81	9	2	7	2	3	0	0	0	48	10	0	
	D	101	17	20	6	6	5	0	0	1	40	5	1	
	Total	182	26	22	13	8	8	0	0	1	88	15	1	

Tabela 2 - PNCT DNIT (2017) – 13-12-2017

		Volume Horário de 14 / Dezembro / 2017											
Hora	Sentido	VH	Categorias										
			Ônibus/Cam de 2 eixos	Ônibus/Cam de 3 eixos	Caminhão de 4 eixos	Caminhão de 5 eixos	Caminhão de 6 eixos	Caminhão de 7 eixos	Caminhão de 8 eixos	Caminhão de 9 eixos	Passaio	Moto	Outros
0	C	55	7	8	1	2	3	0	0	0	23	9	2
	D	73	8	17	8	5	4	0	0	0	26	1	4
	Total	128	15	25	9	7	7	0	0	0	49	10	6
1	C	40	6	6	0	1	1	0	0	0	22	4	0
	D	48	13	6	3	8	5	0	0	0	9	0	4
	Total	88	19	12	3	9	6	0	0	0	31	4	4
2	C	38	8	5	2	0	0	0	0	0	18	4	1
	D	37	5	4	5	2	5	0	0	0	16	0	0
	Total	75	13	9	7	2	5	0	0	0	34	4	1
3	C	50	16	5	2	0	1	0	0	0	20	4	2
	D	42	9	5	2	3	2	0	0	0	20	0	1
	Total	92	25	10	4	3	3	0	0	0	40	4	3
4	C	62	15	2	6	2	2	0	0	0	31	2	2
	D	51	8	11	6	3	6	0	0	0	16	1	0
	Total	113	23	13	12	5	8	0	0	0	47	3	2
5	C	117	19	6	4	0	8	1	0	0	59	16	4
	D	152	25	16	5	7	12	1	0	2	72	5	7
	Total	269	44	22	9	7	20	2	0	2	131	21	11
6	C	207	32	18	8	10	16	1	0	1	107	10	4
	D	345	34	25	6	12	8	1	0	0	230	21	8
	Total	552	66	43	14	22	24	2	0	1	337	31	12
7	C	314	40	24	10	14	20	0	0	2	185	14	5
	D	621	53	36	16	16	22	1	0	0	430	36	11
	Total	935	93	60	26	30	42	1	0	2	615	50	16
8	C	349	45	18	22	13	16	2	0	0	216	8	9
	D	558	70	26	22	7	21	2	0	1	387	17	5
	Total	907	115	44	44	20	37	4	0	1	603	25	14
9	C	370	40	23	21	16	20	0	0	1	229	10	10
	D	485	58	33	11	10	19	2	0	7	320	13	12
	Total	855	98	56	32	26	39	2	0	8	549	23	22
10	C	341	35	27	21	7	14	5	0	1	215	11	5
	D	488	83	39	14	10	20	0	0	7	297	16	2
	Total	829	118	66	35	17	34	5	0	8	512	27	7
11	C	329	30	21	14	7	18	2	0	0	222	10	5
	D	480	69	41	28	7	15	3	0	0	294	17	6
	Total	809	99	62	42	14	33	5	0	0	516	27	11
12	C	317	29	29	11	5	9	1	0	0	220	9	4
	D	461	73	31	9	8	10	0	0	1	310	9	10
	Total	778	102	60	20	13	19	1	0	1	530	18	14
13	C	337	38	16	14	5	13	1	0	2	238	8	2
	D	499	66	32	14	9	21	3	0	0	317	26	11
	Total	836	104	48	28	14	34	4	0	2	555	34	13
14	C	281	35	21	13	10	4	0	0	0	181	13	4
	D	456	36	35	15	12	22	2	0	1	316	11	6
	Total	737	71	56	28	22	26	2	0	1	497	24	10
15	C	377	42	26	17	6	18	4	0	1	246	12	5
	D	464	58	32	25	15	18	1	0	1	292	13	9
	Total	841	100	58	42	21	36	5	0	2	538	25	14
16	C	335	42	19	10	7	12	1	0	0	227	14	3
	D	487	59	40	23	6	25	3	1	1	305	16	8
	Total	822	101	59	33	13	37	4	1	1	532	30	11
17	C	483	43	22	17	17	25	2	0	0	330	18	9
	D	577	67	36	12	17	33	1	1	2	372	23	13
	Total	1060	110	58	29	34	58	3	1	2	702	41	22
18	C	455	35	19	20	13	13	0	0	3	334	10	8
	D	562	61	25	23	22	28	5	0	2	348	41	7
	Total	1017	96	44	43	35	41	5	0	5	682	51	15
19	C	321	37	19	11	12	12	2	0	1	220	6	1
	D	360	35	26	14	23	19	5	0	0	223	8	7
	Total	681	72	45	25	35	31	7	0	1	443	14	8
20	C	174	10	11	12	10	5	0	0	0	118	7	1
	D	251	27	20	14	8	12	0	0	0	154	10	6
	Total	425	37	31	26	18	17	0	0	0	272	17	7
21	C	115	13	4	9	8	2	1	0	0	71	6	1
	D	235	32	17	18	7	23	2	0	0	123	11	2
	Total	350	45	21	27	15	25	3	0	0	194	17	3
22	C	120	11	9	5	4	8	0	0	0	73	10	0
	D	198	28	17	6	12	6	2	0	0	119	6	2
	Total	318	39	26	11	16	14	2	0	0	192	16	2
23	C	97	6	8	6	7	4	0	0	0	58	7	1
	D	135	20	16	8	9	5	0	0	1	72	3	1
	Total	232	26	24	14	16	9	0	0	1	130	10	2

Tabela 3 - PNCT DNIT (2017) – 14/12/2017



Imagem 14 - Média do volume de tráfego – 12/12/17
Fonte: PNCT



Imagem 15 - Média do volume de tráfego – 13/12/17
Fonte: PNCT



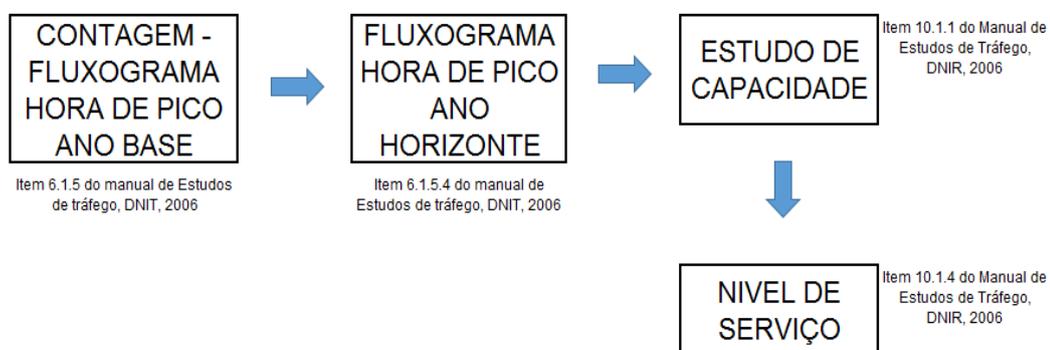
Imagem 16 - Média do volume de tráfego – 14/12/17
Fonte: PNCT

Os gráficos acima apresentam uma média do volume de tráfego dos três dias que foram obtidos os dados veiculares do PNCT, mostrando que o ponto não apresenta problemas de operação, conforme foi corroborado pela visita de campo.

Os estudos de capacidade e tráfego do Acesso do km 767+470 da BR-040, foram desenvolvidos conforme os conceitos e recomendações do Manual de Estudo de Tráfego do DNIT.

O desenvolvimento do Estudo de Capacidade segue o esquema abaixo:

- Coleta de dados de tráfego no trecho em estudo;
- Compilação dos dados obtidos do site do DNIT- PNCT;
- Fluxograma de tráfego;
- Definição do Nível de Serviço.



APLICAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

V – Volume de veículos em horário de pico: obtido pela sequência de 4 intervalos de 15 minutos consecutivos que somam o maior volume de tráfego horário (IPR-718, 2005);

FHP – Fator de hora de pico. Segundo Manual de Estudo de Tráfego do DNIT, corresponde ao volume da hora de pico dividido pelo quádruplo do volume dos 15 minutos de maior fluxo da hora de pico (IPR-718, 2005);

V_p – volume horário nos 15 minutos mais carregados da hora de pico do sentido analisado, que vêm no sentido oposto, em carros de passeio equivalentes (ucp/h). Calcula-se de acordo com a fórmula abaixo (IPR-718, 2005).;

$$V_p = \frac{V}{FHP \cdot f_g \cdot f_{VP}}$$

$V_p = \frac{V}{FHP \cdot f_g \cdot f_{VP}}$	Eq. 1
--	-------

fvp – Fator de ajustamento para veículos pesados: segundo página 301 do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, calcula-se de acordo com a fórmula abaixo (IPR-718, 2005).;

$f_{VP} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_{VR}(E_{VR} - 1)}$	Eq. 02
--	--------

fG – Fator de ajustamento de greide. De acordo com a tabela 62, página 271 do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (IPR-718, 2005).

Pc – Porcentagem de caminhões e ônibus, calculada com base na contagem de tráfego (IPR-718, 2005);

Ec – Equivalentes de carros e ônibus. De acordo com a tabela 83 do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, para greides com inclinação menor que 2% o valor deve ser de 1,5 (IPR-718, 2005);

Evr – Equivalentes de carros e veículos de recreio (IPR-718, 2005).

N – Número de faixas da pista.

Sendo assim, foi adotada o intervalo com maior volume de tráfego de caminhões e ônibus, fazendo-se o volume médio de cada 15 minutos e podendo definir o volume de pico na hora em questão.

Dia 14/12/2017, para cada 15 minutos tem-se:
Tráfego de Ônibus: 2 veículos = 8 veículos/hora
Tráfego de caminhões: 72 veículos = 288 veículos/hora
Proporção: 2,70% ônibus / 97,3% caminhões

Tabela 4 – Proporção veículos pesados
Fonte: Os autores

VOLUME MÉDIO DIÁRIO

Calculado considerando-se 60% do fluxo da hora de pico e 16 horas de movimento: $VMD = (8+288) \times 60\% \times 16 = \mathbf{2.842 \text{ veículos/dia}}$

VOLUME TOTAL DE TRÁFEGO
$V_t = 365 \times VMD \times P$, onde
$P = \text{Período de Projeto} = 10 \text{ anos}$
$V_t = 365 \times 2.842 \times 10 = \mathbf{10.373.300 \text{ veículos}}$

Tabela 5 - Volume Tráfego
Fonte: Os autores

FATOR DE EIXO
$n = V_t \times FE$, onde
$n = \text{número de eixos}$

Tabela 6 - Fator de eixo
Fonte: Os autores

Veículo	N.º de Eixos	Classificação DNER
Carga Leve	2	2C
Carga Média	2	2C
Carga Pesada	2	3C
Carga Pesada	3	2S1, 2S2
Semi Reboque	3	2S3, 3S3
Reboque	4	2C2, 2C3
Bitrem	4	3S2B2
Ônibus	2	2E, 3E

Tabela 7 – Equivalência de eixos
Fonte: DNER

Número de eixos para ônibus = 2

Número de eixos adotado para caminhões = 3

Sendo o número total de veículos comerciais de 2.842, tem-se:

Veículo	% do Tráfego Comercial total	NUMERO DE EIXOS n

Caminhões	97,3%	2.842	0,973	3	8.296
Ônibus	2,70%	284	0,027	2	153
TOTAL DE EIXOS n					8.449

Tabela 8 - Veículos comerciais

Fonte: Os autores

Assim,

$$FE = 8.449 / 2.842 = \mathbf{2,97}$$

FATOR DE VEÍCULO

Como não houve pesagem classificatória, adotou-se dados do DNIT:

T. Veículo	F. Veículo
C. Leve	0,063
C. Médio	1,371
C. Pesado	4,986
S. Reboque	11,205
Ônibus	0,35

Tabela 9 – Fator de veículos

Fonte: DNIT

Veículo	% do Tráfego		Fator de Veículo
	Comercial	Porcentagem	
	Total		
Caminhões	97,3%	0,973 x 4,986	4,85
Ônibus	2,70%	0,0270 x 0,35	0,00945
Fator de Veículos			4,86

Tabela 10 – Fator de veículos

Fonte: Os autores

Assim, adota-se:

$$FV = 4,86$$

FATOR DE CARGA

$$FC = FV/FE$$

$$FC = 4,86 / 2,97 = 1,64$$

CÁLCULO DO NÚMERO “N” DA RODOVIA

$$N = Vt \times FE \times FC$$

$$N = 10.373.300 \times 2,97 \times 1,64$$

$$N = 5,0527 \times 10^7$$

Para a avaliar o Nível de Serviço foram adotadas as metodologias indicadas pelo **HCM/2010**, Fluxos Não Interrompidos.

O estudo foi procedido com a aplicação da metodologia recomendada pelo Highway Capacity Manual/2010. As características geométricas e operacionais da BR-040/MG.

- Velocidade Diretriz: 80 km/h;
- Velocidade Básica de Fluxo Livre: 68,7 km/h;
- Largura da Faixa de Tráfego: 3,50 m;
- Largura dos Acostamentos Externos: 0,0 m;
- Relevo: Plano;

CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO NA SITUAÇÃO ATUAL

De acordo com os volumes de tráfego obtidos no (PNCT), o período horário com maior quantidade de veículos foi no dia 14/12/17 as 17:00hs, apresentando um fluxo total de **1.060** veículos, e o período de 15 minutos onde se concentrou o maior fluxo de veículos, foi de 17:30 às 17:45 com um total de 266 veículos, dentre eles, 74 veículos somente (caminhões e ônibus). Este é o volume utilizado nos cálculos.

Determinação da VFL (Velocidade de fluxo Livre)

A VFL é a velocidade média de carros de passeio com fluxos até 1400 ucp/h/faixa. Se a determinação da velocidade tiver que ser feita para fluxos maiores, a VFL pode ser determinada usando as curvas da figura 63 do (IPR-718, 2005).

A **VFL** foi calculada de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, da seguinte forma:

$$VFL = BVFL - f_f - f_{el} - f_{cc} - f_A$$

Eq. 3

Onde:

- VFL = estimativa da velocidade de fluxo livre (km/h);
- BVFL = valor básico de VFL (Km/h) – de acordo com a sinalização existente no local = 80km/h;
- f_f = ajustamento para largura de faixa = 1,0, para largura existente de 3,50m;
- f_{el} = ajustamento para espaço livre lateral = 8,7, para 0,0m espaço lateral;
- f_{cc} = ajustamento para o tipo de canteiro central = 2,6, sem canteiro central;
- f_A = ajustamento para o número de acessos = 0, não há mais de 6 acessos no km;

Assim,

$$VFL = 80 - 1,0 - 8,7 - 2,6 - 0 = 67,7 \text{ km/h}$$

FHP (Fator Horário de Pico) - é o volume da hora de pico do período de tempo considerado, dividido pelo quádruplo do volume do período de quinze minutos da Hora de Pico com maior fluxo de tráfego (IPR-718, 2005).

O Fator de Hora de Pico foi calculado da seguinte forma:

Volume da hora de pico = **1.060 veículos**

Volume dos 15 minutos de maior fluxo da hora de pico = 266 veículos

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4V_{15max}}$$

Eq. 4

$$FHP = \frac{1060}{4 \cdot 266} = 1,00$$

- Proporção de caminhões e ônibus feita através dos veículos na hora de pico: Ônibus e Caminhões (74) / veículos totais (266) = **27,82%**.

- Equivalente de caminhões e ônibus: como a inclinação do greide inferior a 2%, de acordo com a tabela 82 do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, a equivalência deve ser de **1,5**.

$f_{VP} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_{VR}(E_{VR} - 1)}$	Eq. 5
--	-------

$$f_{VP} = \frac{1}{1,14} = 0,88$$

Sendo:

- P_C = proporção decimal de ônibus e caminhões na corrente de tráfego;
- P_{VR} = proporção decimal de veículos de recreio na corrente de tráfego;
- E_C = equivalente de ônibus e caminhões, em carros de passeio;
- E_{VR} = equivalente de veículos de recreio, em carros de passeio (incluídos junto com os Ônibus).

CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO DO NIVÉL DE SERVIÇO		
SITUAÇÃO ATUAL		
VFL	67,70 km/h	
V (Volume Hora Pico)	1060 veículos/h	
FHP	1,00	
V _p (Ajuste para 15min)	606 ucp/h/faixa	
f _{vp} (Veículos Pesados)	0,88	
f _p (População)	1	
P _c (Proporção de Caminhões e ônibus)	27,82%	0,2782
E _c (Equivalente de Carros e ônibus)	1,5	
f _{up} = fator de ajus. para zonas de ultrap. Proibida	2,5	20%

Tabela 11 – Dados para cálculo
Fonte: Os autores

Determinação dos Fluxos de tráfego

Devem ser feitos ajustamentos nos fluxos de tráfego para levar em conta três fatores: *FHP* (fator de hora de pico), *fG* (fator de greide), *fVP* (fator de veículos pesados), utilizando a fórmula (IPR-718, 2005).

$vp = \frac{V}{FHP \times N \times fvp \times fg}$	Eq. 6
--	-------

$$vp = \frac{1060}{1,75} = 606$$

Valor equivalente de carros, 606 ucp/h/ faixa.

Onde:

- vp = volume horário nos 15 minutos mais carregados da hora de pico, em carros de passeio equivalentes (ucp/h);
- V = volume da hora de pico em tráfego misto (veic/h);
- FHP = fator de hora de pico;
- fg = fator de ajustamento de greide;
- fvp = fator de ajustamento de veículos pesados.

Determinação da Velocidade Média de Viagem (VMV)

Segundo IPR-723, a *Velocidade Média de Viagem* é determinada pela seguinte equação:

$VMV = VFL - 0,0125V_p - f_{up}$	Eq. 7
----------------------------------	-------

Onde:

- VMV = velocidade média de viagem, nos 2 sentidos (km/h);
- VFL = velocidade de fluxo livre obtida (km/h);
- vp = volume horário de pico, nos 15 minutos mais carregados, em carros de passeio equivalentes (ucp/h);
- f_{up} = fator de ajustamento nas zonas de ultrapassagem proibida.

$$VMV = 62,62 \text{ km/h}$$

Determinação PTGS (Percentagem de Tempo Gasto Seguindo)

Para determinação da Percentagem de Tempo Gasto Seguindo deve-se inicialmente estimar o valor básico BPTGS, a partir da fórmula (IPR-718, 2005).

$$BPTGS = 100 (1 - e^{-0,000879vp})$$

Eq. 8

$$BPTGS = 41,30 \%$$

Em seguida pode-se determinar o *PTGS* utilizando-se da equação:

$$PTGS = BPTGS + f_{d/up}$$

Eq. 9

$$PTGS = 82,01 \%$$

Onde:

- *PTGS* = Percentual de tempo gasto seguindo,
- *BPTGS* = Valor básico do percentual do tempo gasto seguindo,
- *fd/up* = Fator de ajustamento para o efeito combinado da distribuição do tráfego por sentido e da percentagem das zonas de ultrapassagem proibida (IPR-718, 2005).

Calculo de Densidade

$$D = \frac{vp}{vmp}$$

Eq. 10

$$D = \frac{606}{67,7} = 8,95$$

onde:

D = densidade (ucp/km/faixa);

vp = fluxo (ucp/h/faixa)

vmp = velocidade média dos carros de passeio (km/h)

Razão máxima

$$Razão = \frac{vp}{c}$$

Eq. 11

$$Razão = \frac{702}{3200}$$

$$Razão = 0,22$$

onde:

v_p = Volume horário no 15 min mais carregado de carro de passeio;
 c = Capacidade rodovia, para 2 faixa e 2 sentidos, 3.200ucp/h.

Resultados obtidos (BR-040/MG)

Velocidade de fluxo livre	Critérios	Níveis de serviço				
		A	B	C	D	E
100 km/h	Densidade Máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	25
	Velocidade Média (km/h)	100,0	100,0	98,4	91,5	88,0
	Velocidade Média (volume/capac.)	0,32	0,50	0,72	0,92	1,00
	Fluxo Máximo (ucp/h/faixa)	700	1100	1575	2015	2200
90 km/h	Densidade Máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	26
	Velocidade Média (km/h)	90,0	90,0	89,8	84,7	80,8
	Razão máxima	0,30	0,47	0,68	0,89	1,00
	Volume /Capacidade (/c)					
	Fluxo máximo (ucp/h/faixa)	630	990	1435	1860	2100
80 km/h	Densidade Máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	27
	Velocidade Média (km/h)	80,0	80,0	80,0	77,6	74,1
	Razão máxima	0,28	0,44	0,64	0,85	1,00
	Volume /Capacidade (/c)					
	Fluxo máximo (ucp/h/faixa)	560	880	1280	1705	2000
70km/h	Densidade Máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	28
	Velocidade Média (km/h)	70,0	70,0	70,0	69,6	67,9
	Razão máxima	0,26	0,41	0,59	0,81	1,00
	Volume /Capacidade (/c)					
	Fluxo máximo (ucp/h/faixa)	490	770	1120	1530	1900

Imagem 17 - Critério para determinação de nível de serviço
 Fonte: (IPR-723, 2006)

Resultados:

Nível de Serviço B, Velocidade = 67,7 km/h e Densidade = 8,95 ucp/km/faixa

Analisando os Estudos de Capacidade e Níveis de Serviço elaborados, constata-se que o subtrecho em estudo opera no Nível de Serviço “B”.

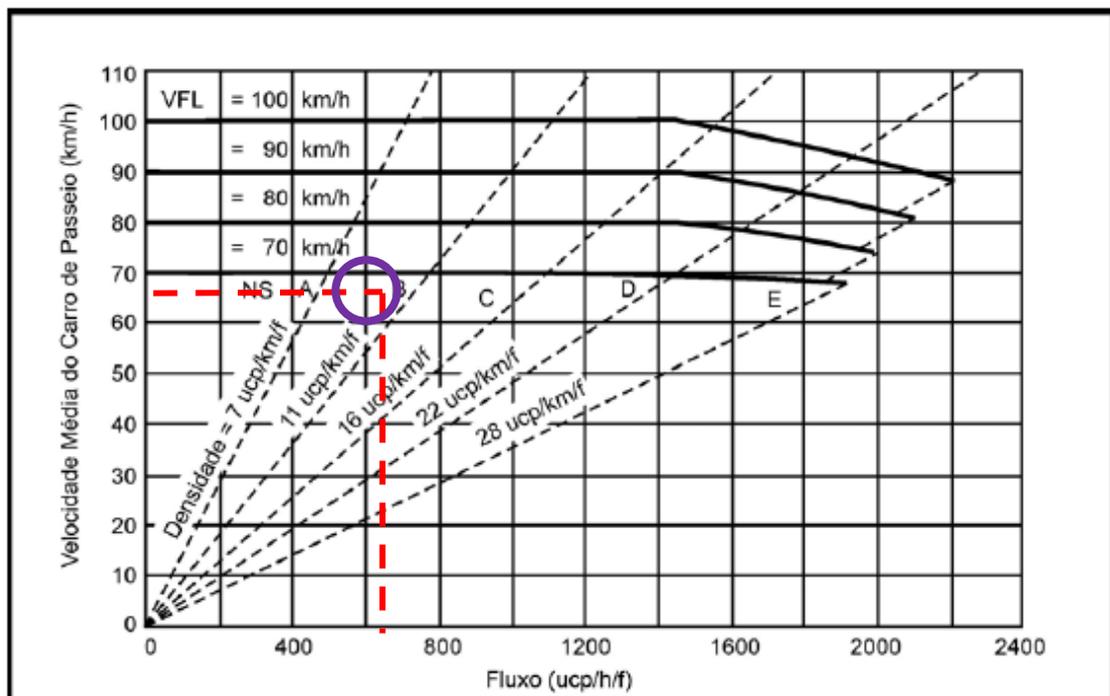


Imagem 18 – Curva de variação de fluxo com a velocidade

Fonte: (IPR-723, 2006)

Conforme IPR-718, (2005), o nível de Serviço B: também indica fluxo livre, embora a presença dos outros veículos já seja sentida. As velocidades médias de viagem são as mesmas que no Nível A, mas os motoristas têm liberdade de manobra um pouco menor. Eventuais interferências do fluxo são facilmente absorvidas, embora seja perceptível a queda do nível nesses locais.

ESTUDOS DE FAIXAS DE MUDANÇA DE VELOCIDADE

As faixas de desaceleração são sempre vantajosas, principalmente em rodovias de velocidades elevadas. Os veículos que deixam a rodovia têm que reduzir as suas velocidades e, se não dispuserem de faixa de desaceleração, ficam sujeitos a colisões traseiras devido a falhas de freios ou falta de atenção por parte de alguns motoristas.

As faixas de aceleração são vantajosas no caso de não haver parada obrigatória, ou nas vias de volumes de tráfego elevados, quando os intervalos entre veículos nos períodos de pico são curtos e de baixa frequência.

A determinação do dimensionamento das faixas de mudança de velocidade deste projeto foi elaborada com base no item 8.5.4 do IPR-718 do DNIT, 2005. O comprimento da mesma é dimensionado levando-se em conta alguns fatores fundamentais, tais como: velocidade diretriz da rodovia, volume de tráfego, geometria da rodovia (greide).

A velocidade operacional da rodovia no trecho é de 80km/h, conforme visualizado na imagem a seguir.



Imagem 19 – Velocidade de operação da BR-040 próximo ao km 767+470
Fonte: Os autores

Lembrando que a velocidade do acesso, adotada para desenvolvimento da geometria, foi de 50km/h para as faixas de (desaceleração e aceleração), tendo a velocidade da rodovia, considerada como diretriz de 80km/h, para fins de obtenção dos comprimentos das faixas, onde é possível cruzar as informações baseando na tabela do DNIT.

Face às velocidades e o tipo de saída adotados, todas as demais características dos ramos, como superelevação, distâncias de visibilidade, parábolas e principalmente em relação ao comprimento da faixa de desaceleração, conforme dimensão prevista nos manuais do DNIT, de um modo geral fundamentadas nas recomendações da AASHTO e constantes das Tabelas 48 e 49 das páginas 261 e 262 do IPR-718, (2005).

Devido ao greide existente ser inferior a 2%, não será necessário aplicar o fator multiplicador para ajuste dos comprimentos das faixas.

A Faixa de Desaceleração foi projetada com mesa de 20,00 m de comprimento e taper de 70,00 m completando o comprimento total da faixa com 90,00 m, como visualizado na imagem a seguir.

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da faixa de desaceleração, inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de saída (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	60	110	105	95	85	70	60	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	70	-
90	80	145	140	135	120	110	100	90	80
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	90	180	180	170	160	150	140	120	105
120	100	200	195	185	175	170	155	140	120

Obs: O comprimento mínimo da faixa de desaceleração será sempre o do taper

Imagem 20 – Comprimento da faixa de desaceleração
Fonte: (IPR-728, 2006)

Faixa de Aceleração

A Faixa de Aceleração do acesso foi projetada com mesa de 70,00 m de comprimento e taper de 70,00 m completando o comprimento total da faixa com 140,00 m, conforme representado na imagem a seguir.

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da faixa de aceleração, inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de entrada (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	90	70	60	45	-	-	-	-
60	55	130	110	100	70	55	-	-	-
70	60	180	150	140	120	90	60	-	-
80	70	230	210	200	180	140	100	70	-
90	80	280	250	240	220	190	140	100	80
100	85	340	310	290	280	240	200	170	110
110	90	390	360	350	320	290	250	200	160
120	100	430	400	390	360	330	290	240	200

Obs: O comprimento mínimo da faixa de aceleração será sempre o do taper.

Imagem 21 – Comprimento da faixa de aceleração
Fonte: (IPR-728, 2006)

A segurança no acesso do km 767+470 aumentará, face as seguintes melhorias:

- Adequação das faixas de mudança de velocidade, o que dá aos usuários uma distância segura de entrada e saída do dispositivo de acesso;
- Melhoria do sistema de drenagem, que impede o acúmulo de água na pista diminuindo o risco de aquaplanagem dos veículos;
- Distância de visibilidade, possibilitando que as conversões no acesso sejam seguras;
- Pavimento novo, o que torna a via mais estável para a condução dos veículos.
- Essas melhorias estarão viabilizando maior segurança no dispositivo de acesso, minimizando ou até mesmo suprimindo as ocorrências de acidentes no local.

São os estudos necessários a definir parâmetros do solo ou rocha, tais como sondagem, ensaios de campo ou ensaios de laboratório, onde e possível obter resultados pesquisados através de mapa geológico para estimativa do solo da região, e neste caso sendo utilizado o mapa geológico de Minas Gerais, Folha SF23, para consulta e elaboração do Projeto.

A sondagem foi realizada pela empresa Wlima, sendo realizado furos para investigação e análise das amostras dos materiais, encontra-se no anexo 1 deste documento, obtendo CBR de 11,4 para o furo 01 e CBR de 10,6 para o furo 02.

ESTUDO HIDROLÓGICO

O Estudo Hidrológico, tem como objetivo determinar o regime hídrico da região em que está localizado o Acesso da rodovia BR-040, no município de Juiz de Fora, no Estado de Minas Gerais, MG.

METEOBLUE (2020), os diagramas climáticos são baseados em 30 anos de simulações do modelo meteorológico por hora e estão disponíveis para qualquer lugar da Terra. Eles dão boas indicações de padrões climáticos típicos e condições previstas (temperatura, precipitação, radiação solar e vento).

Uma semana de agosto de 2019, de dados meteorológicos passados para Juiz de Fora - MG estão disponíveis a seguir.

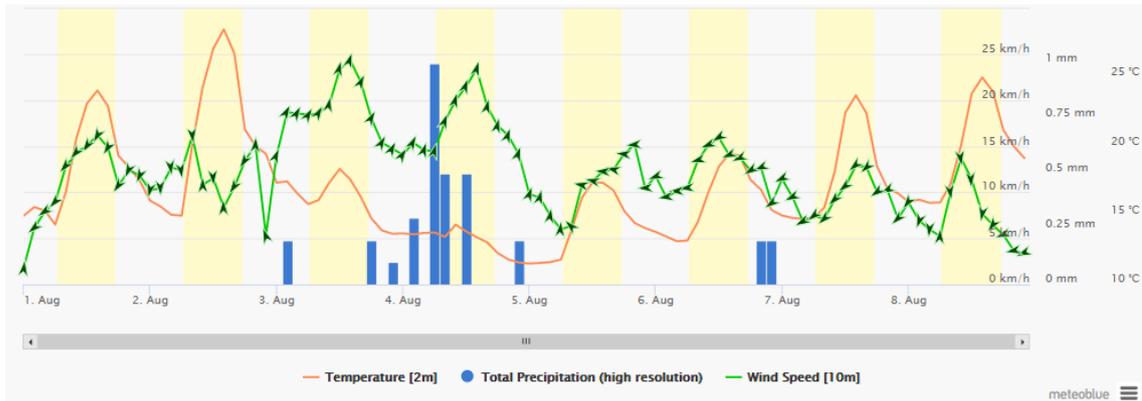


Imagem 22 – Gráfico Temperatura x Precipitação
 Fonte: Meteoblue (2020)

O gráfico da precipitação é útil para planejar efeitos sazonais, tais como clima de monção na Índia ou estação de chuvas na África. Precipitações mensais acima de 150 milímetros são na maior parte molhadas, abaixo de 30 milímetros na maior parte secas. Nota: Quantidades de precipitação simulada em regiões tropicais e terrenos complexos tendem a ser menores do que as medições locais METEOBLUE (2020).

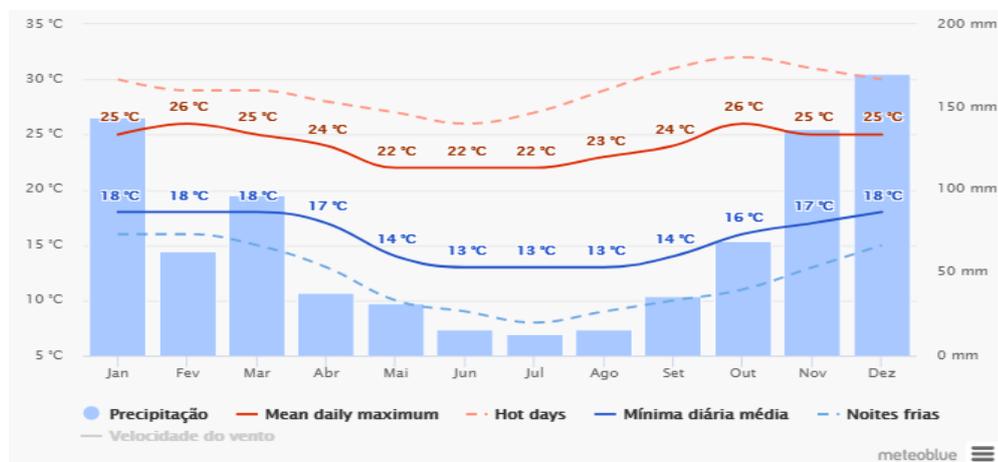


Imagem 23 – Gráfico Temperatura x Precipitações médias
 Fonte: Meteoblue (2020)

O diagrama da precipitação para Juiz de Fora mostra em quantos dias por mês, determinadas quantidades de precipitação são atingidas (METEOBLUE).

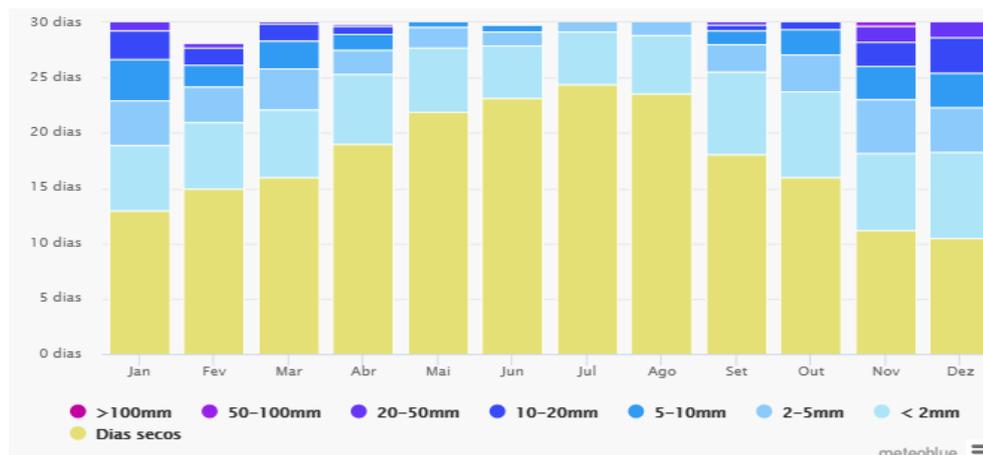


Imagem 24 – Gráfico Quantidade de Precipitações
Fonte: Meteoblue (2020)

O diagrama para Juiz de Fora mostra quantos dias dentro de um mês podem ser esperados para atingir determinadas velocidades do vento (METEOBLUE - Sistema de Armazenamento de Dados Meteorológicos Nacional).

Desde 2007 o site METEOBLUE foi armazenando dados do modelo meteorológico e em 2014 começou a calcular modelos meteorológicos com dados históricos a partir de 1985 e foi gerado uma história global contínua de 30 anos, com dados meteorológicos de hora em hora. Os diagramas climáticos são o primeiro conjunto de dados climáticos simulados tornados públicos na internet.

O estudo das chuvas intensas na região do projeto está baseado no método de Gumbel.

Para este método a equação é a seguinte:

$Q(t) = \tau + \kappa$	Eq. 12
------------------------	--------

Onde:

$Q(t)$ = descarga máxima para o tempo de recorrência previsto;

= descarga média obtida da série disponível;

τ = desvio padrão do universo;

κ = fator de frequência, que depende do número de amostras e do tempo de recorrência.

O fator de frequência K é obtido na tabela de Gumbel.

O cálculo das vazões afluentes das bacias hidrográficas interceptadas pelo acesso em estudo, permite medir a descarga máxima, permitindo estabelecer a suficiência das obras existentes ou o dimensionamento de novas drenagem, que sejam necessárias ao escoamento de tais descargas.

Para determinar do tempo de concentração das bacias hidrográficas, necessário para elaboração do projeto de drenagem, será adotado a fórmula de KIRPICH, cuja expressão é a seguinte:

$T_c = 57 (L^3 / H)^{0,385}$	Eq. 13
------------------------------	--------

Onde:

T_c = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue, em quilômetros;

H = desnível médio do talvegue, em m;

57 = fator de conversão de unidades.

O tempo de concentração mínimo, utilizado para dimensionamento dos dispositivos, foi de 10 minutos.

Bacia Hidrográfica é a extensão de terreno por onde escoam a drenagem principal de um rio e seus afluentes. É o local por onde as águas escoam em direção a um curso d'água.



Imagem 25 – Esquema representativo da área de uma bacia hidrográfica

Fonte: Escola Brasil (2020)

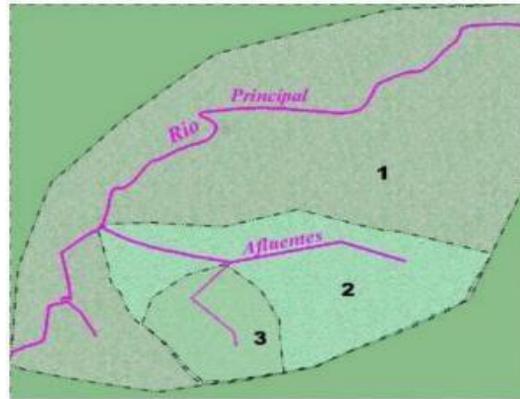


Imagem 26 – Esquema representativo da área de uma bacia hidrográfica
Fonte: Escola Brasil (2020)

O município de Juiz de Fora está localizado na bacia do Médio Paraibuna, pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul, e seu perímetro urbano é drenado por 156 sub-bacias de diversas dimensões. Os principais rios que banham o município são o Paraibuna, seus afluentes rio Cágado e rio do Peixe, e os rios Monte Verde e Grão-Mogol, afluentes do rio do Peixe. (SIMGEO – UFJF, 2020)

As bacias hidrográficas são classificadas de acordo com suas áreas de contribuição, o que possibilita o cálculo de descargas de maneira mais precisa. Tal classificação deu-se da seguinte forma:

- Pequenas bacias possuem áreas entre 0,03 e 2,50 km²; aplicando-se o Método Racional para calcular as vazões,
- Bacias médias possuem áreas entre 2,60 e 10 km²; aplicando-se o Método Racional Modificado,
- Bacias grandes possuem áreas superiores a 10,01 km², aplicando-se o Hidrograma Triangular Unitário.

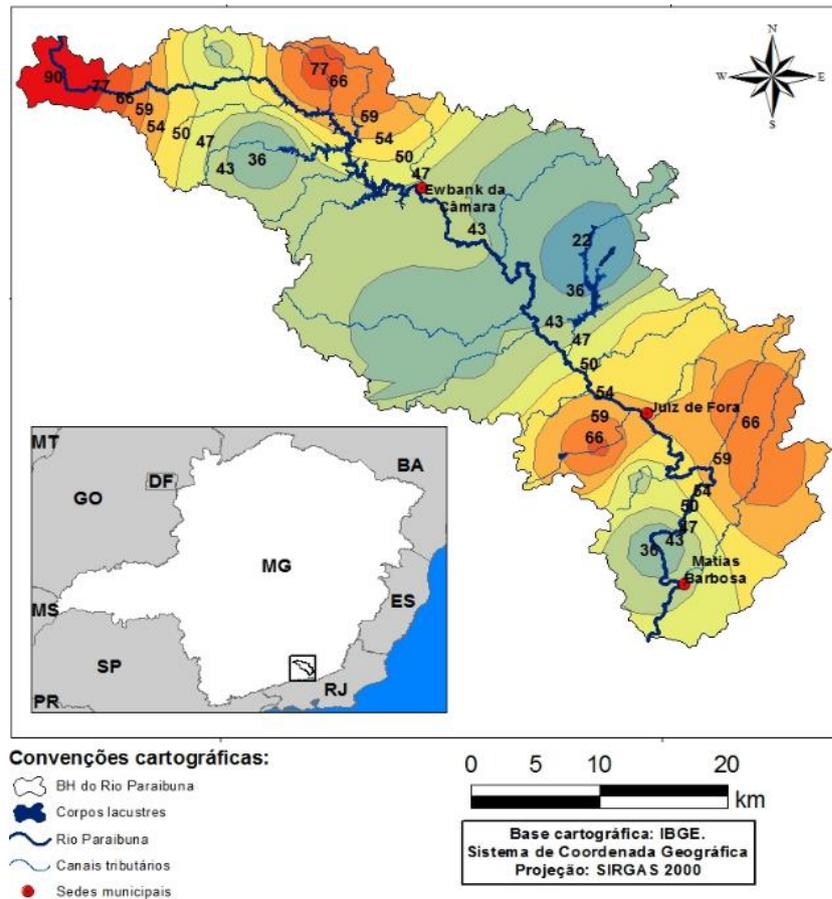


Imagem 27 – Rio Paraíba
Fonte: SINAGEO (2020)

Foram analisadas áreas de contribuição intervenientes ao acesso em estudo e verificou-se que a bacia do Paraíba é classificada como “Média Bacia”.

Para se determinar as descargas adota-se o Método Racional, cuja expressão é enunciada pela seguinte fórmula:

$Q_c = 0,278 C \cdot I \cdot A$, onde:

Q_c = descarga de projeto, em m^3/s ;

C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional, (“run-off”), classificado em função do tipo de solo, cobertura vegetal, declividade média etc.

I = intensidade da precipitação média, sobre toda área drenada, em mm/h ;

O tempo de duração foi tomado igual ao tempo de concentração.

A = área da bacia drenada, em km^2 ;

0,278 = fator de conversão.

O Tempo de Recorrência, é intervalo médio de tempo (geralmente em anos) em que pode ocorrer ou ser superado um dado evento, ou seja, é o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado.

É uma medida estatística tipicamente baseada em dados históricos que denotam o intervalo médio de recorrência durante um longo período de tempo, e geralmente é usada para análise de risco.

Para o tempo de recorrência, será utilizado 10 anos para as drenagens superficiais e 15 anos para os bueiros de greide, conforme estabelecido no IPR-726 do DNIT, 2006.

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Para execução do levantamento topográfico foi utilizado o plano UTM SIRGAS 2000, conforme orientado no site do IBGE, “desde 25 de fevereiro de 2015, o SIRGAS2000 é o único sistema geodésico de referência oficialmente adotado no Brasil.”

O levantamento topográfico foi realizado em parceria com a empresa Mais Projeto Engenharia, com Estação Total Geodetic G5, utilizando marcos topográficos implantados a fim de garantir a qualidade do desenvolvimento do projeto, e visando facilitar a implantação da obra futuramente.

O serviço foi autorizado pela equipe do setor de Faixa de Domínio da Via 040, através de procedimento padrão para liberação da equipe, e o mesmo foi realizado por equipe treinada, competente e com experiências em serviços realizados anteriormente para esta mesma finalidade, conforme imagens a seguir.



Imagem 28 – Levantamento topográfico
Fonte: Mais Projeto Engenharia (2019)

PROJETO GEOMÉTRICO

Funcionalmente, a rodovia pode ser classificada como pertencente ao Sistema Arterial, por prestar os seguintes tipos de serviços: (IPR-706, 1999).

- a) proporcionar alto nível de mobilidade para grandes volumes de tráfego;
- b) promover ligação de cidades e outros centros geradores de tráfego capazes de atrair viagens de longa distância;
- c) integrar municípios e estados;
- d) proporcionar acesso a distâncias razoáveis a todas as áreas desenvolvidas e de grande densidade.

Dentro do sistema arterial, a rodovia pode ser enquadrada como pertencente ao Sistema Arterial Primário, servindo às viagens inter-regionais e interestaduais.

Para atender as exigências mínimas exigidas, a seção de pista dupla deverá ter faixas de rolamento com 3,60 m de largura e acostamentos em ambos os lados com 2,50 m. A inclinação transversal da pista em tangente será de 2% para os bordos externos. Nas faixas de mudança de velocidade, conforme estabelecido no IPR-718 (2005), a largura do trecho constante terá 3,60 m e um afastamento lateral mínimo de 0,30 m.

Para dimensionamento da geometria foi considerado o semirreboque (SR) como veículo de projeto e os raios de giro foram projetados conforme figura 14, do Manual de Interseções IPR 718 do DNIT, 2005.

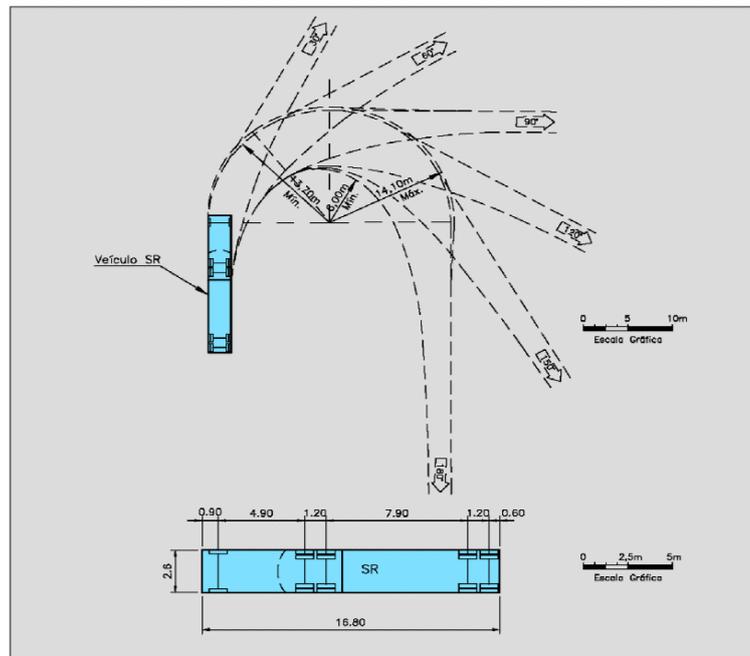


Imagem 29 – Veículo de projeto

Fonte: (IPR-718, 2005)

O objetivo deste trabalho é promover a melhoria do acesso adequando à faixa de acostamento e as faixas de mudança de velocidade (aceleração e desaceleração) de forma enquadrá-las nas características horizontais definidas para este projeto.

Deste modo as melhorias realizadas aumentam a segurança dos usuários que circulam pelo o Acesso.

A seguir apresentamos o projeto funcional com os comprimentos das faixas definidas.

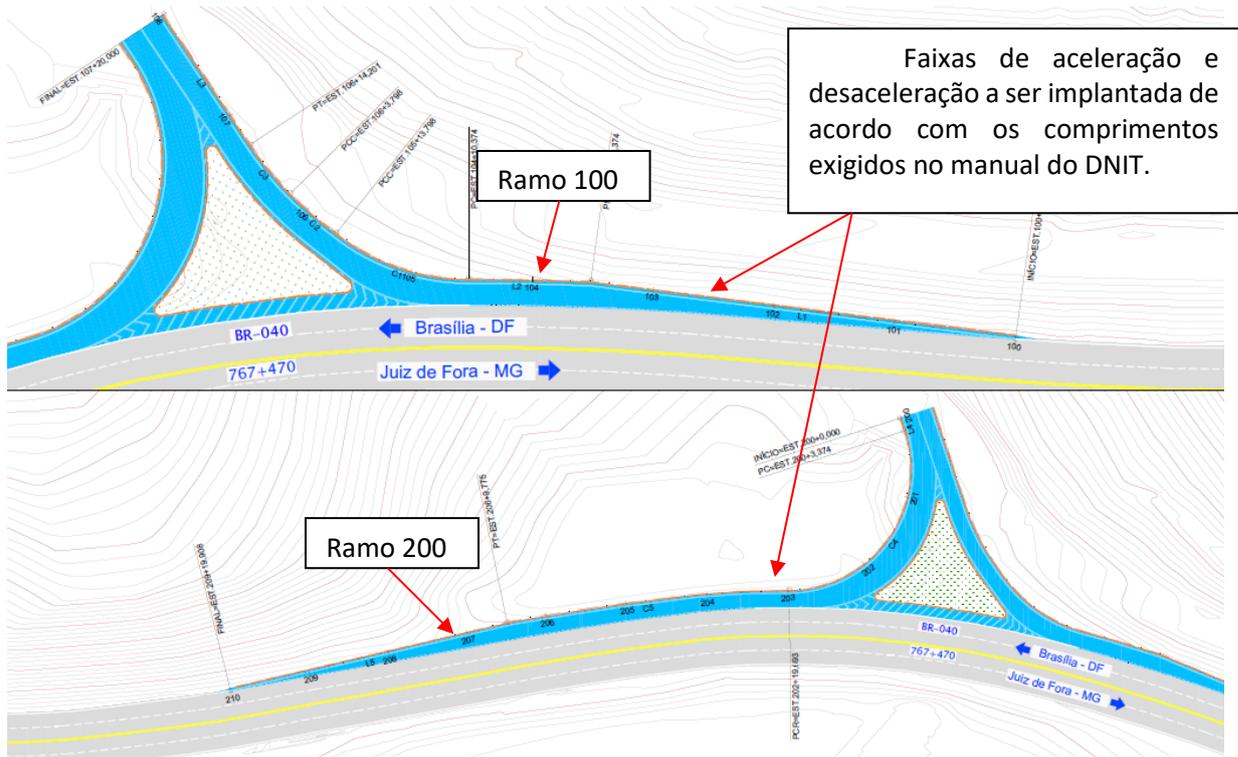


Imagem 30 – Geometria proposta
Fonte: Os autores

Para questões de conferência, foi utilizado o Vehicle Tracking (plugin do software AutoCAD civil 3D), de modo a garantir que os raios projetados sejam suficientes para circulação do veículo de projeto.

Conforme imagens a seguir, pode-se visualizar os testes realizados.

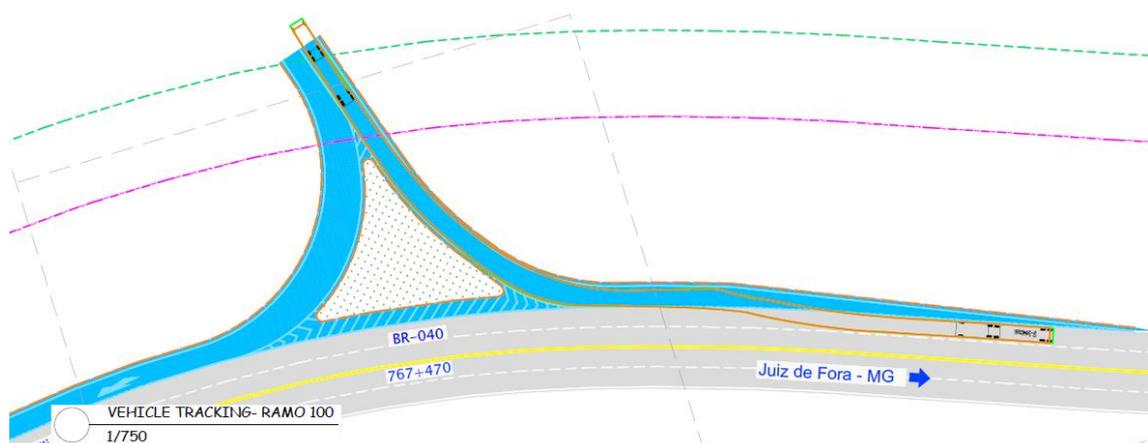


Imagem 31 – Verificação de raio de giro - Desaceleração
Fonte: Os autores

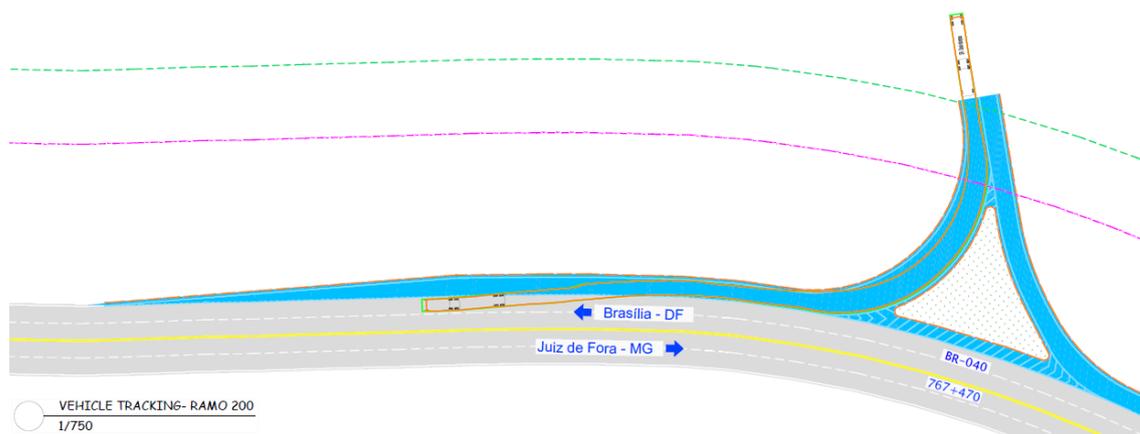


Imagem 32 – Verificação de raio de giro – Aceleração
 Fonte: Os autores

Abaixo apresentamos o traçado da geometria proposta, contemplando todos os ramos do acesso:

Faixa de desaceleração:

A Geometria do acesso, tem seu início no Ramo 100, na própria faixa de sinalização de bordo externo, sentido norte, respeitando o alinhamento vertical existente, e utilizando parte do acostamento, até alcançar a extensão necessária.

No ramo 100 (faixa de desaceleração), a curva 1 com raio de 35,00m, inicia-se na estaca 104+10,374 e vai até a estaca 105+13,798, a curva 2 com raio de 66,927m, inicia-se na estaca 105+13,798 e vai até a estaca 106+3,798, a curva 3 com raio de 55,550m, inicia-se na estaca 106+14,201 e vai até a estaca 106+14,201 e conclui o ramo na estaca 107+20,000.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - RAMO 100														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
L1	024° 00' 22.25"	-	-	-	-	-	70,374	-	100+0,000	103+10,374	N E	-	7609822,7144 659518,8472	7609887,0008 659547,4777
L2	017° 13' 50.53"	-	-	-	-	-	20,000	-	103+10,374	104+10,374	N E	-	7609887,0008 659547,4777	7609906,1032 659553,4021
C1	-	-	2,055	-	-	35,000	23,424	038° 20' 45.87"	104+10,374	105+13,798	N E	7609917,7936 659556,7844	7609906,1032 659553,4021	7609924,8636 659566,6899
C2	-	-	0,187	-	-	66,927	10,000	008° 33' 40.72"	105+13,798	106+3,798	N E	7609927,8947 659570,6784	7609924,8636 659566,6899	7609930,2982 659575,0736
C3	-	-	0,244	-	-	55,550	10,402	010° 43' 45.31"	106+3,798	106+14,201	N E	7609932,7667 659579,6690	7609930,2982 659575,0736	7609934,3366 659584,6436
L3	072° 29' 09.47"	-	-	-	-	-	25,799	-	106+14,201	107+20,000	N E	-	7609934,3366 659584,6436	7609942,1006 659609,2471

Tabela 12 - Alinhamento faixa de desaceleração
 Fonte: Os autores

Faixa de aceleração:

No ramo 200 (faixa de aceleração), a curva 4 com raio de 30,00m, inicia-se na estaca 200+3,374 e vai até à estaca 202+19,693, a curva 5 com raio de 419,738m, inicia-se na estaca 202+19,693 e vai até a estaca 206+9,775 e concluindo o ramo na estaca 209+19,908.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - RAMO 200														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
L4	252° 29' 09.47"	-	-	-	-	-	3,374	-	200+0,000	200+3,374	N E	-	7609950,5880 659606,5687	7609949,5725 659603,3507
C4	-	-	20,772	-	-	30,000	56,319	107° 33' 39.42"	200+3,374	202+19,693	N E	7609937,2459 659564,2890	7609949,5725 659603,3507	7609978,2064 659564,3225
C5	-	-	1,467	-	-	419,738	70,081	009° 33' 58.90"	202+19,693	206+9,775	N E	7610013,3213 659563,6029	7609978,2064 659564,3225	7610047,8284 659557,0576
L5	346° 40' 29.73"	-	-	-	-	-	70,133	-	206+9,775	209+19,908	N E	-	7610047,8284 659557,0576	7610116,0737 659540,8935

Tabela 13 - Alinhamento faixa de aceleração
Fonte: Os autores

A determinação dos valores de curvatura “K” foi estabelecida levando-se simultaneamente em consideração a máxima aceleração centrífuga admissível, a menor distância de visibilidade requerida e um valor mínimo absoluto que considera aspectos de visibilidade e aparência conforme especificado no Manual do DNIT.

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido de acordo com as Normas, Especificações e Instruções de Serviço atualmente em vigor no DNIT para trabalhos desta natureza. Este projeto teve como bases o projeto geométrico e a estrutura do pavimento adotado.

Para a execução desta atividade foram abordados os seguintes tópicos:

- Definição das seções transversais típicas de terraplenagem;
- Gabaritagem das seções transversais em cada estaca;
- Determinação dos volumes geométricos de terraplenagem.

A plataforma de terraplenagem da pista de acesso apresenta largura mínima de 3,60 m e inclinação transversal em tangente de 2%, a partir do eixo na pista de rolamento e inclinação variável nos pontos de curvas (PC). Já com relação aos taludes de corte utilizados, estes foram determinados em função de estudos de otimização e adequações de escavação ao longo de todo o segmento. Estas otimizações foram baseadas principalmente em análises de estabilidade e de conformação geométrica

dos taludes, em função da inclinação do terreno natural, obtidos através dos levantamentos topográficos efetuados.

As inclinações típicas dos taludes, definidas pelos estudos geotécnicos foram às seguintes:

- Cortes em solo - 1V:1H;
- Cortes em rocha - 4V:1H;
- Cortes em transição solo-rocha - 2V:1H
- Aterros - 1,0V:1,5H.

Essa inclinação pode sofrer alteração devido à falta de sondagem na região do talude.

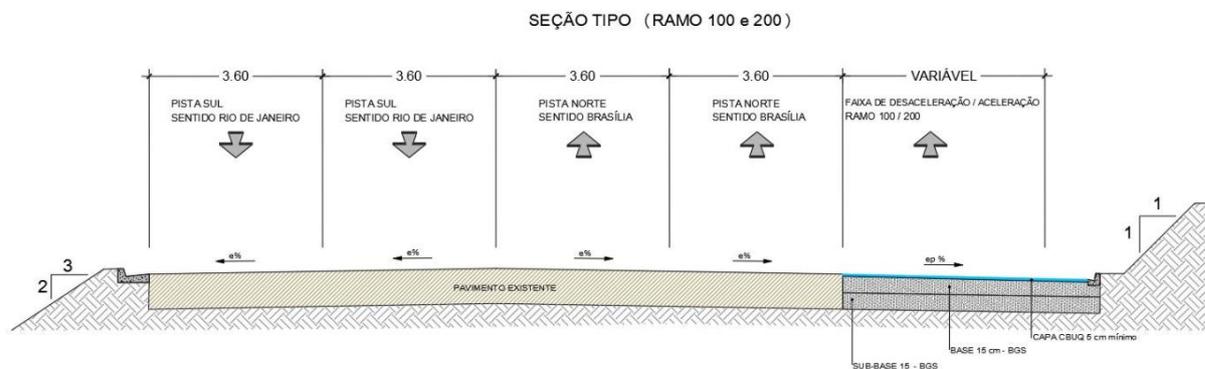


Imagem 33 – Seção Tipo Terraplanagem
Fonte: Os autores

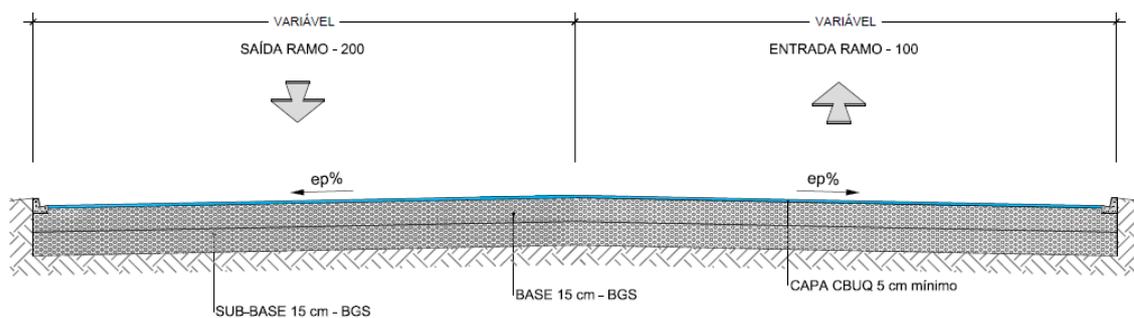


Imagem 34 – Seção tipo (Ramo 100/200)
Fonte: Os autores

As seções transversais típicas adotadas para a plataforma de terraplenagem, assim como as seções transversais de todas as estacas do projeto, são apresentadas no Volume 02 – Projeto Executivo.

A determinação dos volumes a movimentar nas operações de terraplenagem foi realizada através do software AutoCAD Civil 3D, com gabaritagem das seções de

projeto, criada especificamente para este projeto, envolvendo o cálculo dos cortes e aterros para cada interperfil em estudo. Para tanto, considerou-se um fator de compactação (empolamento) de 1,3 para homogeneização, que permitiu estabelecer a equivalência entre volumes de cortes e aterros.

De acordo com o quadro de volume comparativo (corte x aterro) calculado, apresentado a seguir, ainda que todo material escavado tenha como destino o próprio aterro do ramo 200, foi visto que seria necessário a utilização de material argiloso proveniente de uma jazida comercial para execução complementar deste corpo de aterro, sendo o volume um total de 1.391,97m³ (compactado).

		VOLUMES CORTE E ATERRO			Data	Folha
Cliente:		Cláudio Ferreira da Silva - Km 767+470			12/08/2019	1 / 1
Estacas		DESCRIÇÃO:				
Inteira	Fração	Áreas Parciais	Áreas Acum.	D/2	Volumes (m³)	
		(m²)	(m²)	(m)	Parcial	Acumulado
VOLUME DE CORTE - RAMO 100						
100 + 00,00		0,30	0,30	-	-	-
101 + 00,00		9,83	10,13	10,00	101,30	101,30
102 + 00,00		16,19	26,02	10,00	260,20	361,50
103 + 00,00		24,87	41,06	10,00	410,60	772,10
104 + 00,00		10,32	35,19	10,00	351,90	1.124,00
105 + 00,00		4,08	14,40	10,00	144,00	1.268,00
106 + 00,00		2,81	6,89	10,00	68,90	1.336,90
107 + 00,00		3,05	5,86	10,00	58,60	1.395,50
108 + 00,00		4,62	7,43	10,00	74,30	1.411,20
VOLUME DE CORTE / ESCALONAMENTO - RAMO 200						
200 + 00,00		-	-	-	-	-
201 + 00,00		0,42	0,42	10,00	4,20	4,20
202 + 00,00		0,26	0,68	10,00	6,80	11,00
203 + 00,00		5,79	6,05	10,00	60,50	71,50
204 + 00,00		6,30	12,09	10,00	120,90	192,40
205 + 00,00		4,85	11,15	10,00	111,50	303,90
206 + 00,00		4,28	9,13	10,00	91,30	395,20
207 + 00,00		0,12	4,40	10,00	44,00	439,20
208 + 00,00		0,22	0,34	10,00	3,40	442,60
209 + 00,00		5,67	5,89	10,00	58,90	501,50
209 + 00,00		2,80	3,02	10,00	30,20	531,70
209 + 19,91		0,27	5,94	9,95	59,13	560,63
VOLUME DE ATERRO - RAMO 200						
200 + 00,00		1,96	1,96	-	-	-
201 + 00,00		5,85	7,81	10,00	78,10	78,10
202 + 00,00		53,22	59,07	10,00	590,70	668,80
203 + 00,00		28,68	81,90	10,00	819,00	1.487,80
204 + 00,00		26,72	55,40	10,00	554,00	2.041,80
205 + 00,00		26,24	52,96	10,00	529,60	2.571,40
206 + 00,00		23,72	49,96	10,00	499,60	3.071,00
207 + 00,00		2,78	26,50	10,00	265,00	3.336,00
208 + 00,00		-	2,78	10,00	27,80	3.363,80
209 + 00,00		-	-	10,00	-	3.363,80
209 + 19,91		-	-	9,95	-	3.363,80
Volume de Corte		1.971,83 m³				
Volume de Aterro		3.363,80 m³				
Material de Jazida		1.391,97 m³				

Tabela 14 - Volumes de Corte x Aterro
Fonte: Os autores

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O dimensionamento a seguir se refere à definição da estrutura de pavimento a ser implantada para a melhoria do Acesso do km 767+470, em conformidade com o IPR-719 Manual de Pavimentação do DNIT, 2006.

O presente relatório tem como objetivo, determinar a espessura do pavimento a ser adotado para construção do acesso projetado de forma que suas camadas resistam aos esforços e transmitam ao subleito. Segundo a NBR-7207/82 da ABNT, o pavimento é a estrutura construída sobre terraplenagem e se destina, técnica e economicamente, a:

- Resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los;
- Melhorar as condições de rolamento do tráfego quanto ao conforto e segurança;
- Resistir os esforços horizontais, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Este trabalho aborda os dimensionamentos de pavimentos flexíveis pelo método do DNER de autoria do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, o método foi criado com base em dados obtidos na Pista Experimental da AASHTO e na experiência do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos da América do Norte.

O método possui alguns parâmetros para classificação dos materiais granulares empregados no pavimento, ainda utilizando as informações do ensaio CBR.

a) Materiais para reforço do subleito:

IS ou CBR maior que o subleito Expansão $\leq 2\%$;

b) Materiais para sub-base:

IS ou CBR ≥ 20 IG = 0 Expansão $\leq 1\%$

c) Materiais para base:

CBR ≥ 80 N > 5×10^6 CBR ≥ 60 N $\leq 5 \times 10^6$ Expansão $\leq 0,5\%$ Limite de liquidez ≤ 25 índices de plasticidade ≤ 6 Material passante pela # n° 200 < 2/3 do passante pela # n° 40 Desgaste Los Angeles ≤ 50 (DNER IPR-667, 1981).

O pavimento é dimensionado em função do número equivalente 'N' de operações de um eixo tomado como padrão, durante o período de projeto escolhido (80 kN = 8,2 tf).

Para cálculo do 'N' é necessário saber os valores do Fator climático Regional: FR e multiplicado pelo "N", para que se leve em consideração as variações de umidade dos materiais durante todo o ano. Como no Brasil não se possui ainda parâmetros estudados, em favor da segurança se utiliza FR = 1 (DNER IPR-667, 1981).

De acordo com os dados repassados pelo responsável pelo Empreendimento, o fluxo de veículos estimado no horário de pico será de aproximadamente 5 veículos, e o número máximo de veículos estimado por dia será de apenas 30 veículos, sendo estes somente veículos de passeio. É considerado também o tráfego de 4 veículos por semana para transporte dos gados que estão alocados no pasto da fazenda.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO ANOS	VOLUME INICIAL NA FAIXA MAIS CARREGADA		EQUIVALENTE POR VEÍCULO	N CARACTERÍSTICO
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO E ÔNIBUS		
Via local residencial com passagem	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,5	10 ⁵
Via coletora secundária	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,5	5 x 10 ⁵
Via coletora principal	Meio Pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,3	2 x 10 ⁶
Via arterial	Pesado	12	5.000 a 10.000	301 a 1.000	5,9	2 x 10 ⁷
Via arterial principal ou expressa	Muito Pesado	12	> 10.000	1.001 a 2.000	5,9	5 x 10 ⁷
Faixa exclusiva de ônibus	Volume Médio	12	-	< 500		10 ⁷
	Volume Elevado	12	-	> 500		5 x 10 ⁷

Tabela 15 - Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Fonte: IP-02/2004

Conforme tabela anterior de VMD, foi feito um cálculo do número N pelo número de repetições característico e pela quantidade de veículos a via foi considerada uma via local, de tráfego previsto leve e com a vida útil do pavimento para 10 anos, e chegamos ao número 'N', onde este ficou estipulado em 10⁵:

Com o valor de N encontrado, parte-se para o dimensionamento das camadas do pavimento, utilizando-se os valores de CBR encontrados para dimensionar a espessura da base e sub-base do pavimento, adotando o menor encontrado na região.

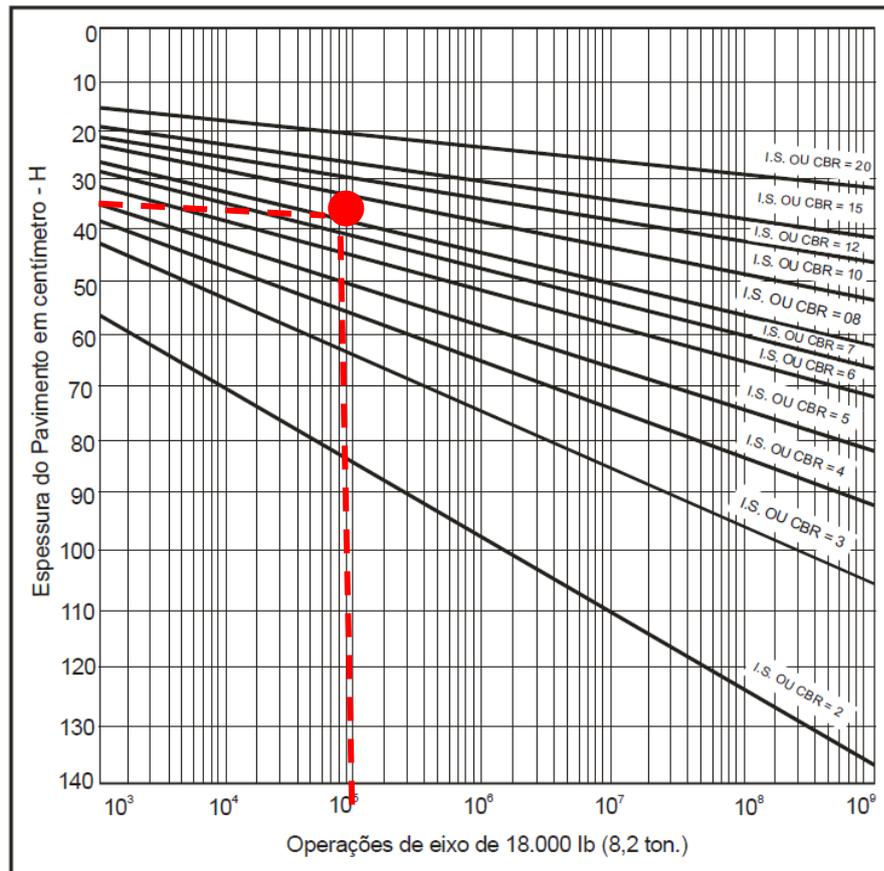


Imagem 35 – Determinação de espessuras do pavimento
 Fonte: (IPR-719, 2006) Figura 43

O pavimento foi dimensionado de acordo com estudo realizado, em prol da segurança e visando melhor qualidade do pavimento, foi estabelecido a altura de 35 cm, e as camadas foram especificadas conforme a seguir:

- Revestimento: CBUQ faixa “C” DNIT ES-031/2006: 5 cm;
- Base de BGS (Brita Graduada Simples) Faixa “C” DNIT ES-141/2010: 15 cm;
- Reforço Sub-base BGS DNIT ES-141/2010 :15 cm;

O encaixe entre o pavimento novo e o existente deverá ser executado em degraus escalonados de maneira a proporcionar melhor entrosamento entre as camadas e evitar juntas verticais.

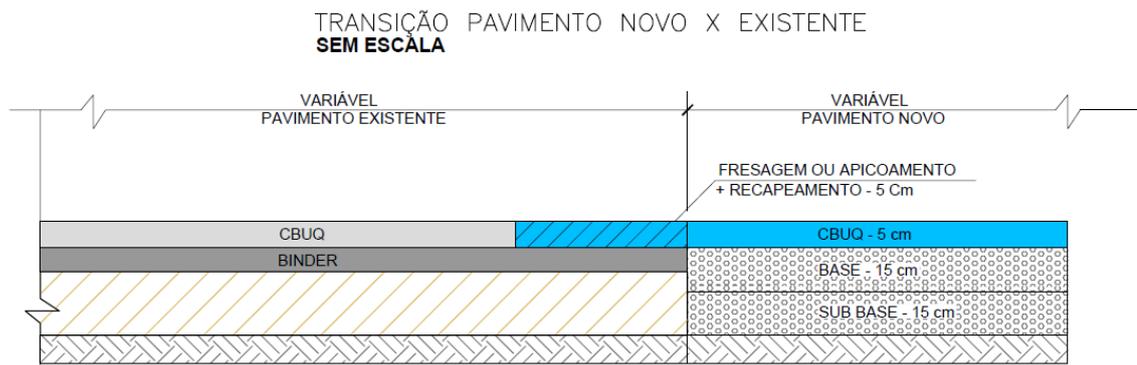


Imagem 36 – Detalhe encontro do pavimento projetado x existente
Fonte: Os autores

Na área onde houver a junção do pavimento existente com o pavimento projetado, será executado fresagem do existente, com espessura de 5,0 cm, para atender a seção tipo adotada, sendo que a altura do revestimento com CBUQ Faixa “C”, no trecho paralelo a rodovia, não poderá possuir espessura total inferior a 5,0 cm.



Imagem 37 – Mapa de localização do acesso a Pedra Sul Mineração
Fonte: Google Earth adaptado

O material a ser utilizado na composição do pavimento que foi projetado, será adquirido em pedra comercial (Pedreira Pedra Sul), localizado próximo ao km 801 da rodovia BR 040. A seguir, é apresentado um mapa de localização do acesso a pedra.

PROJETO DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido objetivando, a partir das conclusões dos estudos hidrológicos e dos demais fatores intervenientes, definindo as

características físicas, localização e quantificação dos dispositivos de drenagem que possibilite conduzir os fluxos escoantes na área de captação na rodovia.

O projeto foi desenvolvido de acordo com as Normas, Especificações e Instruções de Serviço atualmente em vigor para trabalhos desta natureza, em especial o IPR-724, (2006);

O dimensionamento das drenagens correntes foi efetuado para atendimento às vazões de projeto associadas ao período de retorno de 25 anos (bueiros tubulares e celulares), a partir da teoria do regime crítico de escoamento, considerando-se sua operação com lâmina d'água livre a montante.

O dimensionamento da drenagem superficial, foi feito em função de suas características geométricas, coeficiente de escoamento, área de implúvio, coeficiente de rugosidade e segurança do usuário, considerando-se tempo de concentração mínimo $t_c=10$ minutos e tempo de recorrência $T=25$ anos.

O comprimento crítico será obtido pelo critério de equivalência de vazões, considerando-se a fórmula do método racional com a equação da continuidade que resulta na seguinte expressão:

$L_{cri} = \frac{0,36 \times 10^6 \times A \times V}{C \times I \times L}$	Eq. 14
--	--------

Onde:

L_{cri} = comprimento crítico (m);

A = área da seção da sarjeta (m²);

C = coeficiente de escoamento;

I = intensidade da chuva / precipitação;

L = largura de precipitação (m);

V = velocidade de escoamento (m/s).

Os elementos da drenagem existentes a serem demolidos e/ou mantidos estão apresentados no cadastro de Interferências, volume 2.

O caminhamento do sistema de drenagem foi orientado pelos Projetos de Terraplenagem, Geométricos Horizontal e Vertical.

A captação e condução das águas precipitadas até o deságue será feita através de dispositivos convencionais de drenagem tais como:

- Meio-fio (03);

- Descida D`água Rápida (DAR 02)
- Bueiro de Grotta Ø 1,00 (existente), necessitando desassoreamento.
- Bueiro de Greide Ø 0,60 (existente)

Os dispositivos mencionados visam propiciar o correto escoamento do sistema de drenagem a ser implantado e o existente, sendo eles:

Meio-fio e meio-fio sarjeta: com o objetivo de captar e conduzir a local de deságue seguro, as águas provenientes da superfície de rolamento da via e as áreas adjacentes ao ponto de captação.

Bueiro de greide: possui capacidade de conduzir para local de deságue, fora do corpo estradal, as águas captadas pelos dispositivos de drenagem a montante do mesmo, através de caixa coletora de sarjeta e da boca de lobo simples.

Descida d'água: seu principal objetivo é a condução das águas captadas, pelos dispositivos de drenagem e/ou conduzidas por bueiros, auxiliando-o no deságue elevado, evitando assim a erosão do talude no ponto de deságue.

Os dispositivos de drenagem têm por objetivo evitar o acúmulo e a retenção de água no corpo estradal, proporcionando a disposição mais eficiente das instalações. O dimensionamento dos dispositivos a serem implantados, são levados em consideração a frequência de precipitação da região, a área da bacia hidrográfica que contribui na área de projeto, a declividade, o comprimento do talvegue, critérios técnicos e econômicos, além de melhor aproveitamento e escoamento das águas dos elementos de drenagem existentes com os que serão implantados.

Para determinação da intensidade de chuva, foi utilizada como referência a metodologia aplicada no **Plúvio 2.1**, no qual apresenta os parâmetros das equações IDF de precipitação estabelecidas para diferentes tempos de recorrência, conforme imagem a seguir.

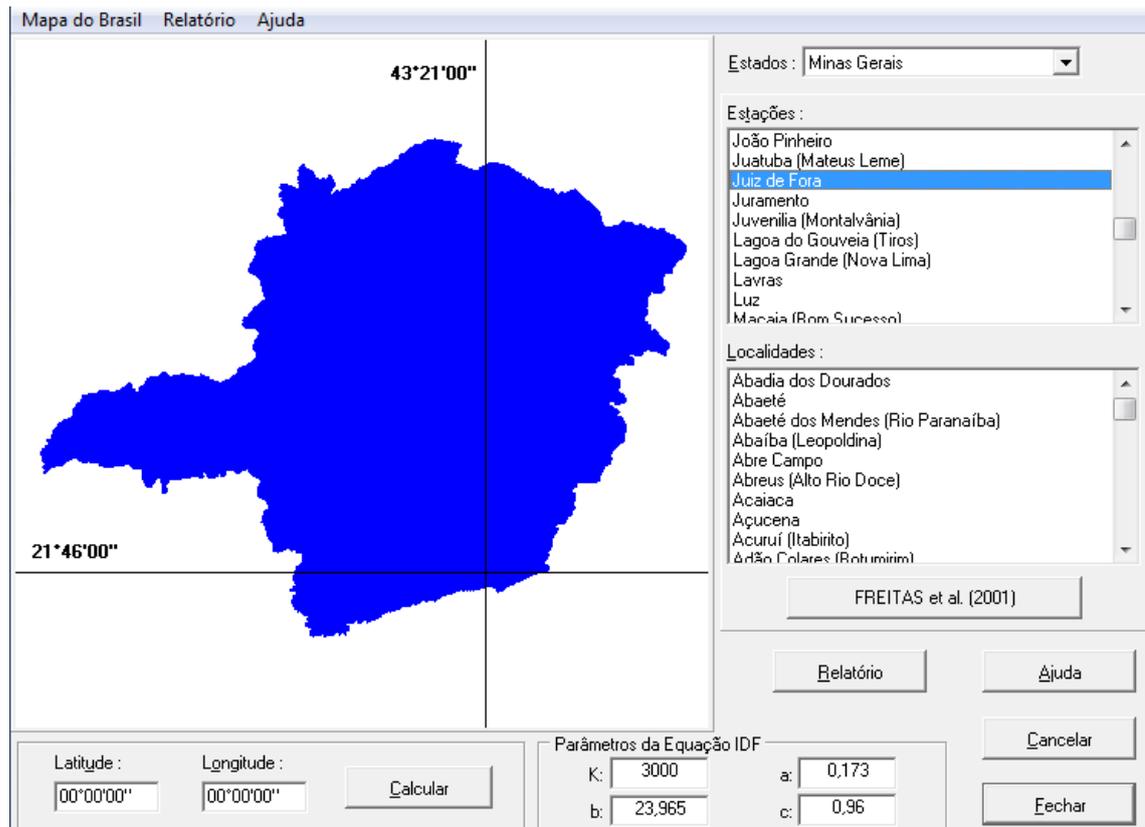


Imagem 38 – Intensidade de chuva
Fonte: Plúvio 2.1

Segundo Gribbin, John (2009), o método racional é usado para calcular a vazão de pico, Q_p , depois de um evento de chuva. Por vazão de pico entende-se que seja a maior vazão produzida por uma determinada bacia hidrográfica. Originalmente, a fórmula do método racional era representada pela seguinte equação:

$Q_p = A \cdot i$	Eq. 15
-------------------	--------

Onde:

- Q_p vazão máxima (m^3/s);
- A área de drenagem (km^2);
- i intensidade de chuva (mm/h).

A representação matemática buscava representar uma bacia de drenagem completamente impermeável, na qual toda a precipitação fosse convertida em escoamento. Mais tarde, foi adicionado um fator de proporcionalidade adimensional (c), chamado coeficiente de deflúvio (ou coeficiente de “run-off”), que teve por objetivo

considerar a infiltração no solo e a evapotranspiração. A equação passou a ser expressa por:

$Q_p = c \cdot i \cdot A$	Eq. 16
---------------------------	--------

Os valores de c variam entre 0,0 e 1,0. Desta forma, a segunda equação é referida às unidades SI. A determinação da vazão de projeto foi calculada a partir das intensidades de chuva. A equação de dimensionamento é representada por:

$$Q = 0,278 \cdot i \cdot c \cdot A$$

Onde:

- Q vazão máxima projetada (m^3/s).
- c coeficiente de deflúvio, adimensional. Adotado para superfície de concreto, sendo igual a 0,85, conforme sugerido no Manual de Hidrologia Básica (2009), Tabela de Escoamento Superficial.
- A área da bacia hidrográfica contribuinte, em km^2 . Representa a área igual a $51.405,42m^2$, ou seja $0,05140542km^2$. Obs.: Verificar Imagem a seguir - Arranjo geral, Hidrologia
- i Intensidade da chuva, em mm/h .
- 0,278 fator de conversão de unidades.

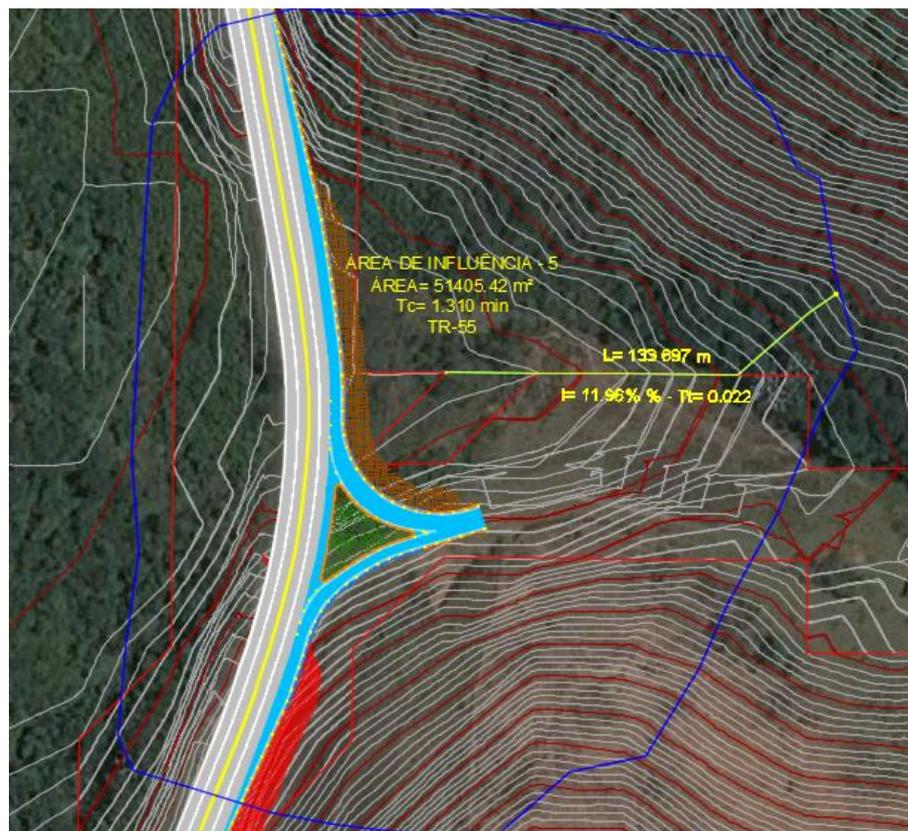


Imagem 39 – Arranjo geral - Bacia de contribuição
 Fonte: Os autores

Tabela 4 - Equações de precipitação estabelecidas

Local: Juiz de Fora /MG	
i=intensidade (mm/h); t=duração da chuva (min.);	
T=Tempo de recorrência (anos)	
T=25 anos	T=50 anos
$i = \frac{3000 * 25^{0,1730}}{(t + 23,965)^{0,9600}}$	$i = \frac{3000 * 50^{0,1730}}{(t + 23,965)^{0,9600}}$

Foi dimensionado um tempo de concentração (t) através da formula de Kirpich. A Tabela 2 apresenta os valores de intensidade (i) encontrados para os tempos de recorrência (T) definidos.

O tempo de concentração da Bacia em estudo foi dimensionado através da fórmula de Kirpich conforme metodologia adotada no (IPR-715, 2006).

$$T_c = 0,95 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Eq. 17

Onde:

L = Comprimento do talvegue, Km

H = Desnível do talvegue, m

Tc = Tempo concentração, min.

$$T_c = 0,95 \left(\frac{0,133697^3}{43} \right)^{0,385} = 1,31 \text{ min.}$$

O tempo de concentração calculado é inferior ao tempo de duração mínimo, a área da bacia analisada é considerada de pequeno porte e forma elíptica. Tendendo a um escoamento uniforme, sendo assim, adotou-se o tempo de concentração de 10 minutos, sendo equivalente ao tempo de duração.

Foi adotado um tempo de duração (t) igual a 10 minutos, alcançando os seguintes resultados referentes ao Tempo de recorrência (T) de 25 anos e 50 anos. A Tabela a seguir apresenta os valores de intensidade (i) encontrados para os tempos de recorrência (T) definidos.

Tabela 5 - Determinação da Descarga máxima (Q)

Q=Descarga máxima em (m³/s)	
T= 25 anos	T= 50 anos
i=177,49	i=200,10
Q=2,15	Q=2,47

Muitas são as fórmulas usadas para calcular a velocidade do escoamento em um conduto livre, porém, a formula de Chézy é a mais usada e pode ser deduzida dos princípios básicos da mecânica dos fluidos e sua configuração em unidades métricas é:

$$v = C \sqrt{R x S}$$

Eq. 18

Onde:

“V” é a velocidade média do escoamento (m/s), “C” é um coeficiente, “R” é o raio hidráulico representado em metro, sendo a área da seção transversal molhada dividida pelo respectivo perímetro, e “S” é a declividade da linha de energia (m/m). Manning, adotando o coeficiente de rugosidade de Gangullete Kutter, chegou à seguinte expressão para o C de Chézy:

$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$	Eq. 19
-----------------------------------	--------

Combinando-se a equação de Chézy com o coeficiente proposto por Manning, tem-se a expressão comumente chamada de Fórmula de Manning.

$V = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x \sqrt{S}$	Eq. 20
--	--------

e, ainda se combinarmos com a equação da continuidade,

$Q = A x V$	Eq. 21
-------------	--------

é possível obter a seguinte equação:

$Q = \frac{A x R^{\frac{2}{3}} x \sqrt{S}}{n}$	Eq. 22
--	--------

podendo ser aplicada quando a declividade da linha de água for menor que 0,1 m/m, condições em que o comprimento real inclinado não difere substancialmente da distância horizontal L. Nessas equações, n representa o coeficiente de rugosidade das paredes do canal.

O dimensionamento hidráulico dos bueiros tubulares é realizado através da fórmula de “manning” adaptada para seção circular conforme preconizado pelo Manual de Drenagem de Rodovias. Área Molhada, Raio Hidráulico, KV e KQ, para Bueiros de Seção Circular, em função da altura relativa do tirante (IPR-724, 2006).

- d = Tirante d'água (m)
 D = Diâmetro do bueiro (m)
 A = Área molhada
 R = Raio Hidráulico
 Q = Vazão (m³ /s)
 n = Coeficiente de rugosidade de Manning
 I = declividade do bueiro (m/m)

$$K_v = \frac{V * n}{D^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}}$$

Eq. 23

$$K_Q = \frac{Q * n}{D^{\frac{8}{3}} * I^{\frac{1}{2}}}$$

Eq. 24

Vazão Tr=25 anos

Utilizando os parâmetros de dispositivos circulares parcialmente cheios, adotou-se uma relação d/D=0,8 Encontrando-se os seguintes valores:

$$K_v = 0,4523$$

$$K_Q = 0,3047$$

$$i = 0,015 \text{ m/m}$$

$$n = 0,015 \text{ (valor adotado para concreto)}$$

Verificação da capacidade de Vazão de BSTC Ø = 0,60m através da equação acima

$$Q = 0,637 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verificação da Velocidade de BSTC Ø = 0,60m através da equação K_v .

$$V = 2,627 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamento do tirante d'água (d),

$$d/D = 0,80 \text{ (Ver Tabela 18 no Manual de Drenagem de Rodovias, DNIT, pg.:63)}$$

$$d = 0,48 \text{ m}$$

Vazão Tr=50 anos

A verificação da capacidade hidráulica do Bueiro em relação a uma vazão oriunda de um TR=50 anos foi constatada a partir da análise do bueiro com seção plena.

Utilizando os parâmetros de dispositivos circulares parcialmente cheios conforme manual de drenagem de rodovias (2006), adotou-se uma relação $d/D=1,0$. Encontrando-se os seguintes valores:

$$K_v = 0,3968$$

$$K_Q = 0,3117$$

$$i = 0,015 \text{ m/m}$$

$$n = 0,015 \text{ (valor adotado para concreto)}$$

Verificação da capacidade de Vazão de BSTC $\varnothing = 1,00 \text{ m}$.

$$Q = 2,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verificação da Velocidade de BSTC $\varnothing = 1,00 \text{ m}$.

$$V = 3,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.1.1.1 Meio Fio Conjugado (MFC 01/03)

Cálculo do comportamento hidráulico no meio fio conjugado (MFC-01/03), considerando seção triangular dimensionou-se a lâmina de água (y) e a velocidade (V) do fluido.

$Q = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$ (Vazão de pico considerada $T_r=25$ anos, Área de contribuição referente a plataforma da pista acrescido do talude médio 20m considerando o comprimento crítico máximo de 50m, ou seja, $A = 20\text{m} \times 50\text{m} = 1000 \text{ m}^2$)

$$i = 0,015 \text{ m/m (Greide)}$$

$$n = 0,015 \text{ (valor adotado para concreto)}$$

$$y = 0,05 \text{ m}$$

$$V = 0,98 \text{ m/s}$$

1.1.1.2 Descida de Água tipo Rápido (DAR 02)

Cálculo do comportamento hidráulico da DAR 02, considerando seção Retangular, dimensionou-se a lâmina de água (y) e a velocidade (V) do fluido.

$Q = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$ (Vazão de pico considerada $T_r=25$ anos, Área de contribuição referente a plataforma da pista acrescido do talude médio 20m considerando o comprimento crítico máximo de 50m, ou seja, $A = 20\text{m} \times 50\text{m} = 1000 \text{ m}^2$).

$$i = 0,015 \text{ m/m}$$

$$n = 0,015 \text{ (valor adotado para concreto)}$$

$$y = 0,03\text{m}$$

$$V = 1,18\text{m/s}$$

As velocidades nos dispositivos não oferecem risco às estruturas de drenagem implantadas, sejam de concreto ou bacias dissipadoras, conforme os cálculos apresentados no relatório.

As velocidades calculadas nos dispositivos variam em torno de 0,98 m/s a 3,24 m/s, não oferecendo risco às estruturas de drenagem existentes e a serem implantadas, sejam de concreto ou bacias dissipadoras revestidas com pedra de mão e diâmetros graduados.

PROJETO DE ILUMINAÇÃO

O projeto de Iluminação do acesso ao empreendimento, foi elaborado obedecendo as Normas Técnicas da ABNT e da Concessionária de energia local, assim como, a manuais e especificações técnicas de fabricantes.

Objetivo é fornecer níveis adequados de iluminância, de acordo com as características geométricas dos ramos de acesso, considerando aspectos econômicos, estéticos, de segurança e conforto.

Os parâmetros e valores adotados para os cálculos de iluminação das faixas de desaceleração e aceleração na rodovia, exclusiva para tráfego motorizado, foram o de classe de iluminação V1, possuindo Emed, min = 30 lux e fator de uniformidade $U \geq 0,4$.

Tabela 4 – Classes de iluminação para cada tipo de via

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; Auto-estradas	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2

Tabela 5 – Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{med,min}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

Imagem 40 – Tabelas de Iluminância
Fonte: NBR 5101

Luminária a LED, tipo modelo GREENVISION XCEED BRP 373, ou equivalente, referência PHILIPS BGP762 T25 1 XLED200-4S/830 DM11.



Imagem 41 – Detalhe Luminária
Fonte: Philips

No projeto de iluminação foram utilizados postes metálicos circulares, com aço colapsível galvanizados, 7,60 m de altura útil e 9,00 m de altura livre e possuindo fixação por meio de engastamento com profundidade de 1,50 m, sendo utilizado nas faixas de desaceleração e aceleração, postes com apenas uma luminária e no canteiro poste com estrutura de duas luminária.

Os postes serão protegidos com Defesa Metálica, conforme NBR 6971 /2012, objetivando a proteção dos usuários da rodovia com função de amenizar o choque em casos de colisão.

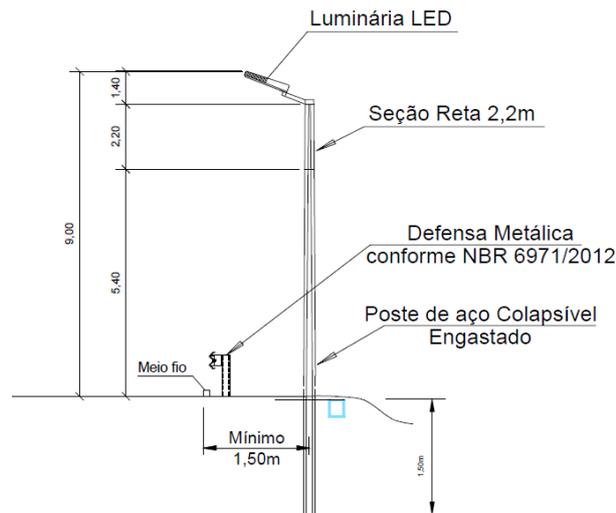


Imagem 42 – Detalhe do poste (01) luminária
Fonte: Os autores

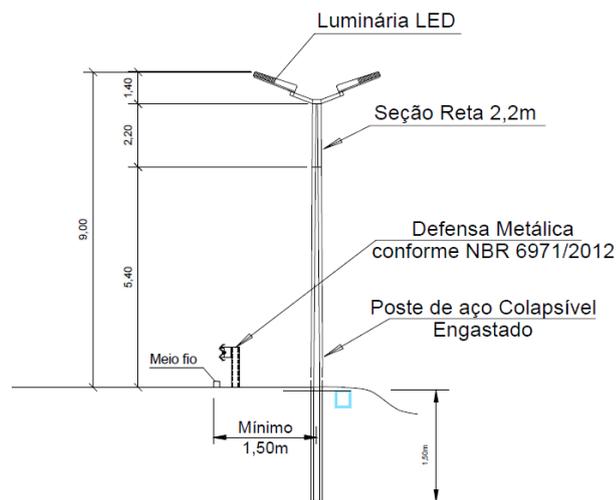


Imagem 43 – Detalhe do Poste (02) luminárias
Fonte: Os autores

Estudo Fotométrico

Os resultados fotométricos obtidos para as malhas de importância, seguindo as características de instalação citadas acima.

Foi utilizado o software da DIALux para obtenção dos resultados de luminância, conforme apresentado nas imagens a seguir:

O fornecimento de energia partirá do empreendimento para alimentação da iluminação, fora da faixa “non aedificand”, sobre responsabilidade do empreendedor, podendo ser utilizado energia solar, desde que a luminância não seja prejudicada, conforme estabelecido neste projeto.

Analisando os resultados fotométricos obtidos, com Iluminância Média (Emed) = 30,0 lux e Fator de Uniformidade ($U_0 = E_{mín}/E_{med}$) = 0,630, para a faixa de desaceleração e Iluminância Média (Emed) = 32,0 lux e Fator de Uniformidade ($U_0 = E_{mín}/E_{med}$) = 0,535, para a faixa de aceleração. Desta forma pode-se comparar com os valores mínimos admissíveis, e observar que o projeto atende perfeitamente aos requisitos exigidos pela Norma vigente, proporcionando iluminação adequada, confiável e de fácil percepção visual.

Cláudio Ferreira da Silva

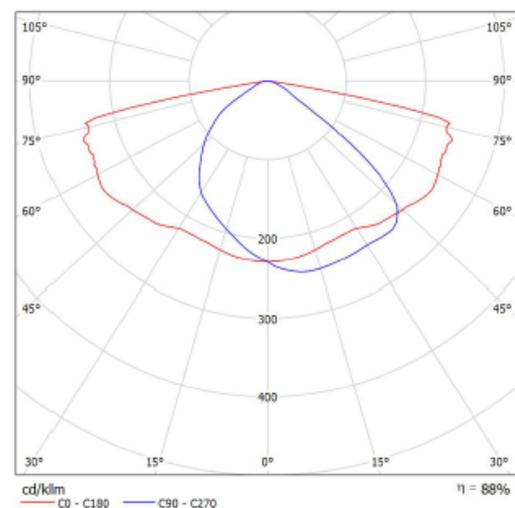


08.08.2019

Editor(a) Mais Projeto Engenharia
 Telefone (24) 98843-3483
 Fax (24) 99224-1090
 e-Mail maisprojetoengenharia@gmail.com

PHILIPS BGP762 T25 1 xLED200-4S/830 DM11 / Folha de dados de luminária

Emissão luminosa 1:



Classificação de luminárias conforme CIE: 100
 Código de Fluxo (CIE): 38 73 96 100 88

Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.

Imagem 44 – Resultados luminância
 Fonte: Os autores

Cláudio Ferreira da Silva



08.08.2019

Editor(a) Mais Projeto Engenharia
Telefone (24) 98843-3483
Fax (24) 99224-1090
e-Mail maisprojetoengenharia@gmail.com

Cenário externo 1 / Representação 3D



Imagem 45 – Representação 3D
Fonte: Os autores



Editor(a) Mais Projeto Engenharia
Telefone (24) 98843-3483
Fax (24) 99224-1090
e-Mail maisprojetoengenharia@gmail.com

Cenário externo 1 / Representação de cores falsas

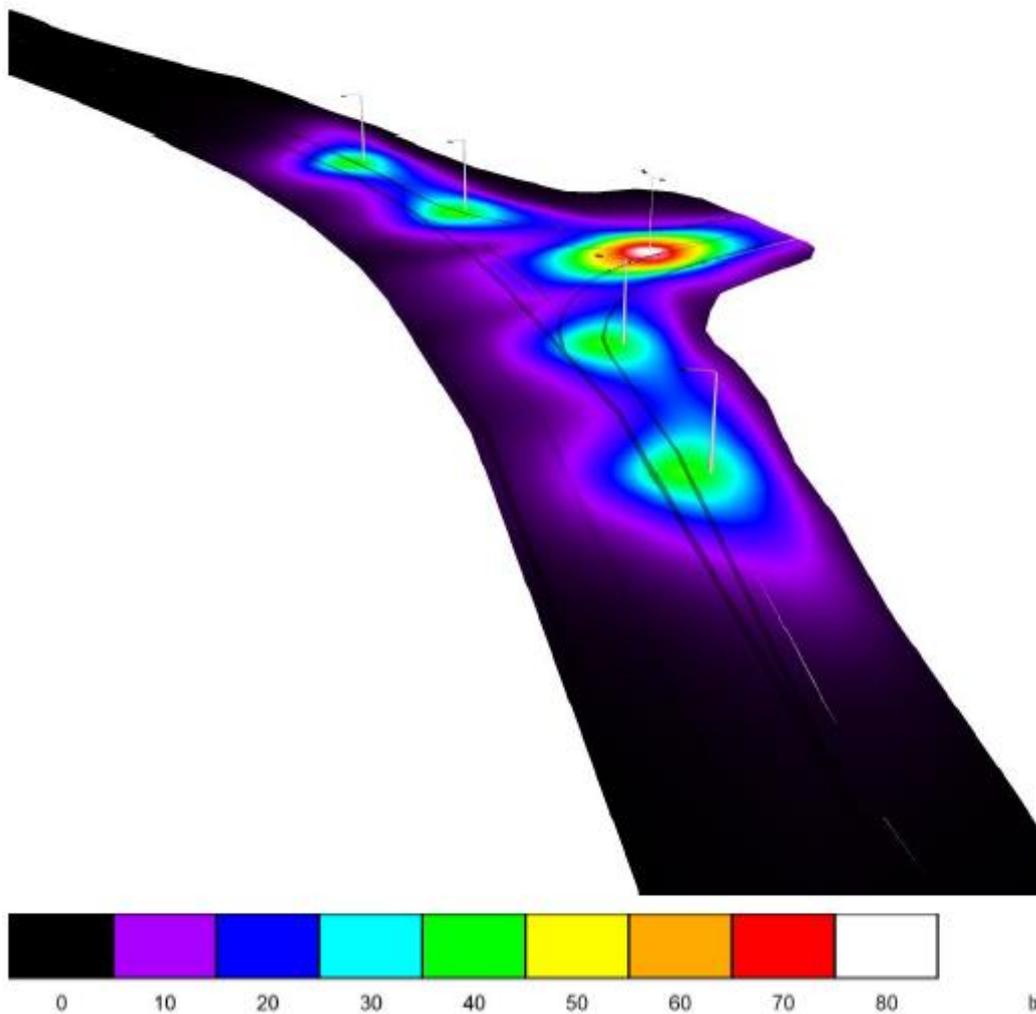
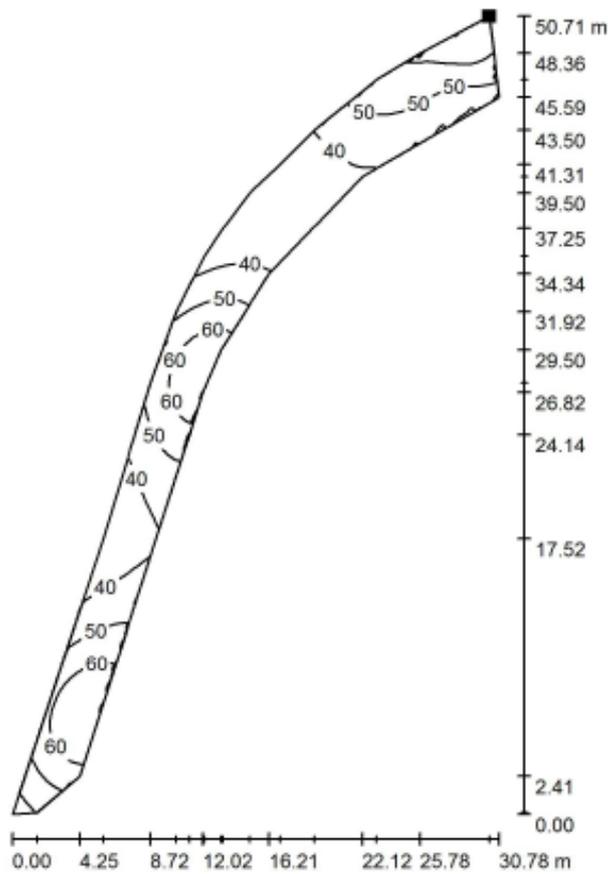


Imagem 46 – Gráfico de Cores

Fonte: Os autores



Cenário externo 1 / RAMO 100 / Superfície 1 / Linhas isográficas (E)



Valores em Lux, Escala 1 : 397

Posição da superfície no cenário externo:
 Ponto marcado:
 (140.014 m, 748.008 m, 0.200 m)



Grelha: 128 x 128 Pontos

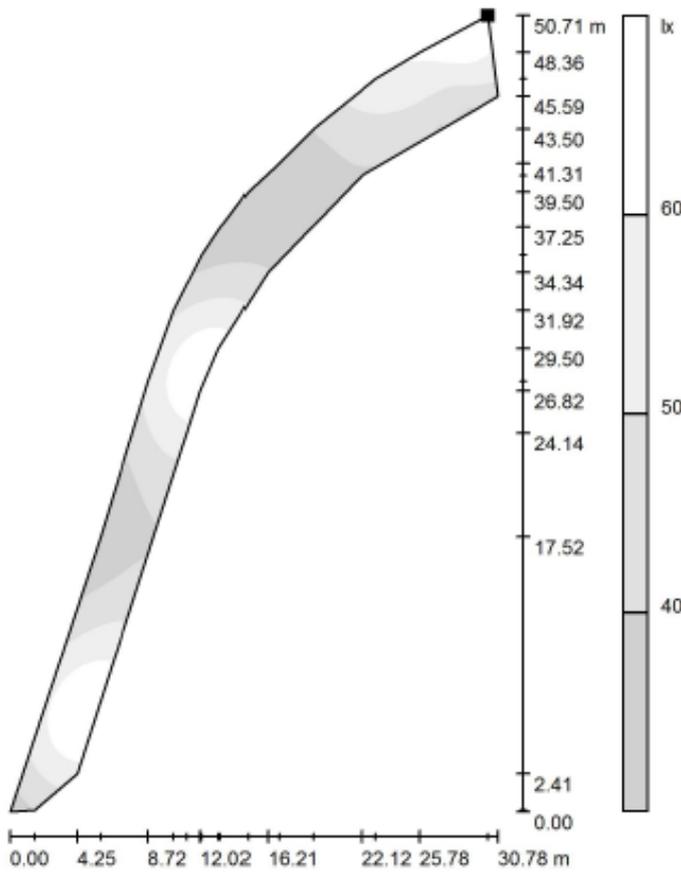
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
48	30	69	0.630

Imagem 47 – Linhas Isográficas.
 Fonte: Os autores



Editor(a) Mais Projeto Engenharia
 Telefone (24) 98843-3483
 Fax (24) 99224-1090
 e-Mail maisprojetoengenharia@gmail.com

Cenário externo 1 / RAMO 100 / Superfície 1 / Níveis de cinzento (E)



Escala 1 : 397

Posição da superfície no cenário externo:
 Ponto marcado:
 (140.014 m, 748.006 m, 0.200 m)



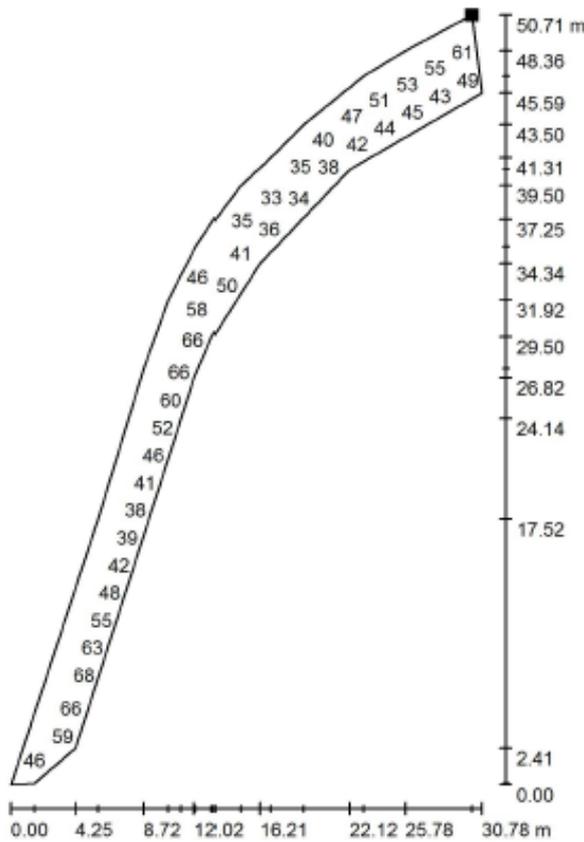
Grelha: 128 x 128 Pontos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
48	30	69	0.630

Imagem 48 – Níveis de Cinzento
 Fonte: Os autores



Cenário externo 1 / RAMO 100 / Superfície 1 / Gráfico de valores (E)



Valores em Lux, Escala 1 : 397

Nem todos os valores calculados podem ser representados.

Posição da superfície no cenário externo:
 Ponto marcado:
 (140.014 m, 748.006 m, 0.200 m)



Grelha: 128 x 128 Pontos

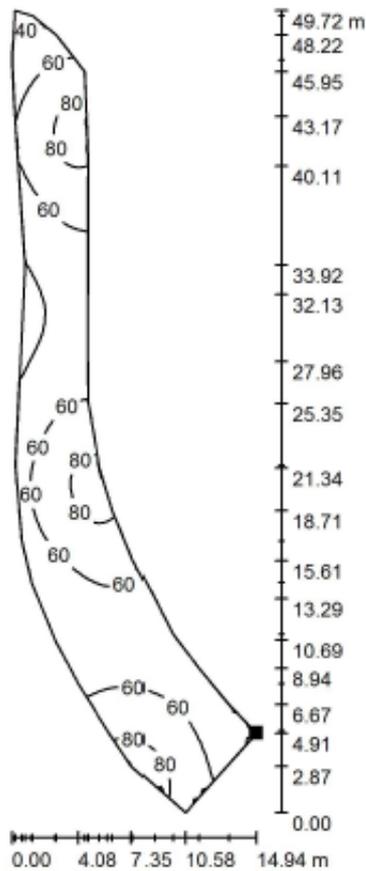
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
48	30	69	0.630

Imagem 49 – Gráfico de Valores
 Fonte: Os autores



Editor(a) Mais Projeto Engenharia
 Telefone (24) 98843-3483
 Fax (24) 99224-1090
 e-Mail maisprojetoengenharia@gmail.com

Cenário externo 1 / RAMO 200 / Superfície 1 / Linhas isográficas (E)



Valores em Lux, Escala 1 : 389

Posição da superfície no cenário externo:
 Ponto marcado:
 (141.394 m, 760.102 m, 0.200 m)



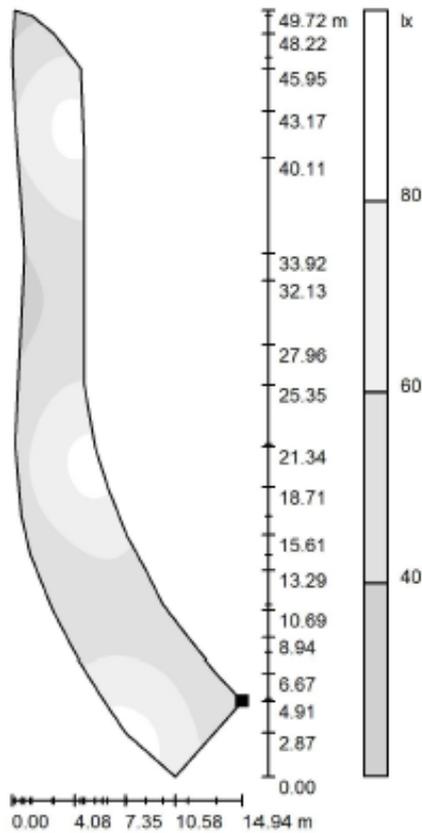
Grelha: 128 x 128 Pontos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
60	32	88	0.535

Imagem 50 – Linhas Isográficas
 Fonte: Os autores



Cenário externo 1 / RAMO 200 / Superfície 1 / Níveis de cinzento (E)



Posição da superfície no cenário externo:
 Ponto marcado:
 (141.394 m, 760.102 m, 0.200 m)



Escala 1 : 389

Grelha: 128 x 128 Pontos

E_m [lx]
60

E_{min} [lx]
32

E_{max} [lx]
88

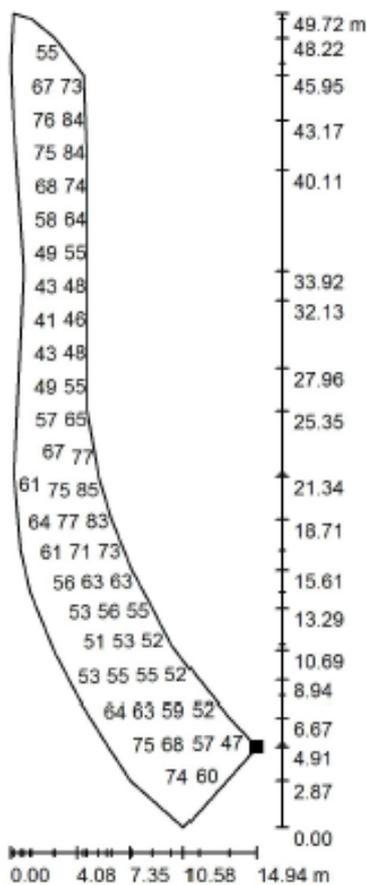
E_{min} / E_m
0.535

Imagem 51 – Níveis de Cinzento
 Fonte: Os autores



Editor(a) Mais Projeto Engenharia
 Telefone (24) 98843-3483
 Fax (24) 99224-1090
 e-Mail maisprojetoengenharia@gmail.com

Cenário externo 1 / RAMO 200 / Superfície 1 / Gráfico de valores (E)



Valores em Lux, Escala 1 : 389

Nem todos os valores calculados podem ser representados.

Posição da superfície no cenário externo:
 Ponto marcado:
 (141.394 m, 760.102 m, 0.200 m)



Grelha: 128 x 128 Pontos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
60	32	88	0.535

Imagem 52 – Gráfico de Valores
 Fonte: Os autores

A sinalização vertical, cuja finalidade é transmitir instruções ao usuário sobre obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o uso da via, além de indicar mudanças que possam afetar a segurança; direção e o posicionamento na faixa de tráfego para conduzir a direção desejada, mediante símbolos ou legendas, e colocada em placas fixadas na posição vertical ao lado da via. De acordo com suas funções, os sinais verticais são reunidos em três grupos:

A seguir apresenta-se o resumo das placas a serem Implantadas e Relocadas, as demais placas, contidas no levantamento das interferências, serão mantidas e/ou implantadas.

PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO				
PLACAS	PINTURA	DIMENSÃO (m)	QUANT. (unid.)	SITUAÇÃO
 R-2	FUNDO: BRANCO ORLA: VERMELHA SIMBOLO: PRETO	L=1,00	1	IMPLANTAR
 R-24a	FUNDO: BRANCO ORLA: VERMELHA LEGENDA: PRETO	Ø = 1,00	1	IMPLANTAR
 R-24b	FUNDO: BRANCO ORLA: VERMELHA LEGENDA: PRETO	Ø = 1,00	1	IMPLANTAR
 R-19.8	FUNDO: BRANCO ORLA: VERMELHA LEGENDA: PRETO	Ø = 1,00	1	RELOCAR
 R-19.5	FUNDO: BRANCO ORLA: VERMELHA LEGENDA: PRETO	Ø = 1,00	1	IMPLANTAR
RESUMO			4	IMPLANTAR
			1	RELOCAR

Imagem 53 – Placas de Regulamentação
Fonte: Os autores

MARCADOR DE OBSTÁCULO				
PLACAS	PINTURA	DIMENSÃO (m)	QUANT. (unid.)	SITUAÇÃO
 MP-01	FUNDO: AMARELO SIMBOLO: PRETO	L=0,30 H=0,90	1	IMPLANTAR
 MP-02	FUNDO: AMARELO SIMBOLO: PRETO	L=0,30 H=0,90	2	IMPLANTAR
 MP-03	FUNDO: AMARELO SIMBOLO: PRETO	L=0,30 H=0,90	1	IMPLANTAR
RESUMO			4	IMPLANTAR
			-	RELOCAR

Imagem 54 – Marcadores de Obstáculo
Fonte: Os autores

PLACAS DE INDICAÇÃO				
PLACAS	PINTURA	DIMENSÃO (m)	QUANT. (unid.)	SITUAÇÃO
 IND-46	FUNDO: AMARELO SIMBOLO: PRETO	L=2,75 H=2,00	1	RELOCAR
 IND-22	FUNDO: AMARELO SIMBOLO: PRETO	L=2,00 H=4,00	1	RELOCAR
RESUMO			-	IMPLANTAR
			2	RELOCAR

Imagem 55 – Placas Indicativas
Fonte: Os autores

RESUMO GERAL DAS PLACAS	8	IMPLANTAR
	3	RELOCAR
	-	RETIRAR

Imagem 56 – Resumo das placas
Fonte: Os autores

A sinalização horizontal, cuja finalidade é indicar, orientar, restringir, proibir e regulamentar o uso da rodovia é constituída por linhas e faixas (interrompidas e/ou contínuas), linhas de canalização, setas, zebraos, símbolos e legendas aplicadas no pavimento.

As marcações foram utilizadas conforme descrito a seguir:

- As linhas de bordo e divisórias de fluxo terão 15 cm de largura
- Linha de Borda de Pista (pintura de faixa contínua branca)
- Linha de Continuidade (pintura de faixa seccionada branca)
- Zebraos em Ilha Distribuidora (marcação de áreas neutras)

DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR

Após a aprovação da ANTT e publicação no Diário Oficial da União, a programação de obras será encaminhada para o setor de Faixa de domínio e Operações da Via 040, conforme orientação da mesma, para execução em semana posterior.

Antes de qualquer atividade, dentro da faixa de domínio, será feito contato com o CCO da Concessionária, visando solicitar autorização para execução do serviço e a Sinalização será executada obedecendo ao modelo de Sinalização de Obras da Via 040.

- Em todas as situações com interdição deverão constar placas informando: obras a 1000 m; estreitamento de pista a 500 m, início de obra e fim de obra;
- Sinalização mínima necessária para a situação ideal;
- Deve ser observada a peculiaridade de cada local para se implantar a sinalização;
- Em locais de curvas horizontais / verticais, a sinalização vertical deverá ser incrementada e a canalização alongada;
- Quando houver New Jersey, com ou sem tela, no Canteiro Central, deve-se usar placas de Ø 0,60 m e 0,60 x 0,60 m;
- Espaçamento entre cones no Taper = 10 m;
- Espaçamento entre cones na mesa = 20 m.

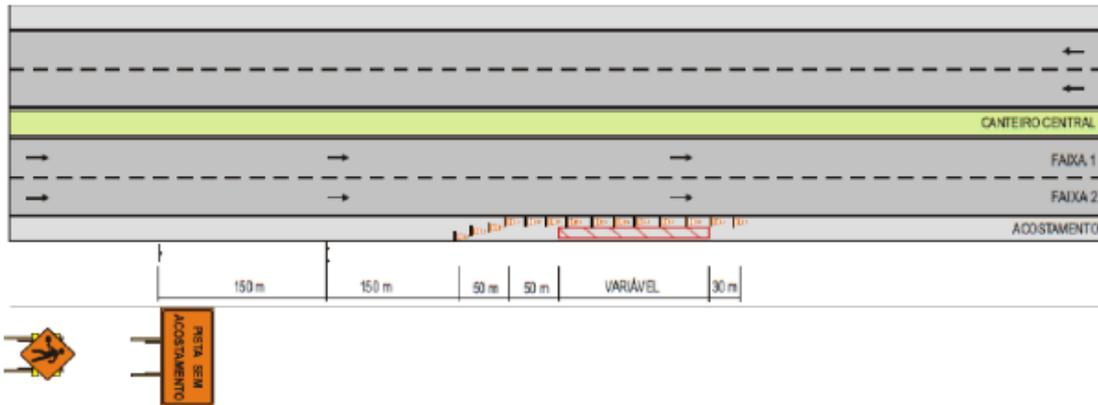


Imagem 57 – Modelo de Sinalização de Obras – Interdição de acostamento
 Fonte: Manual Via 040

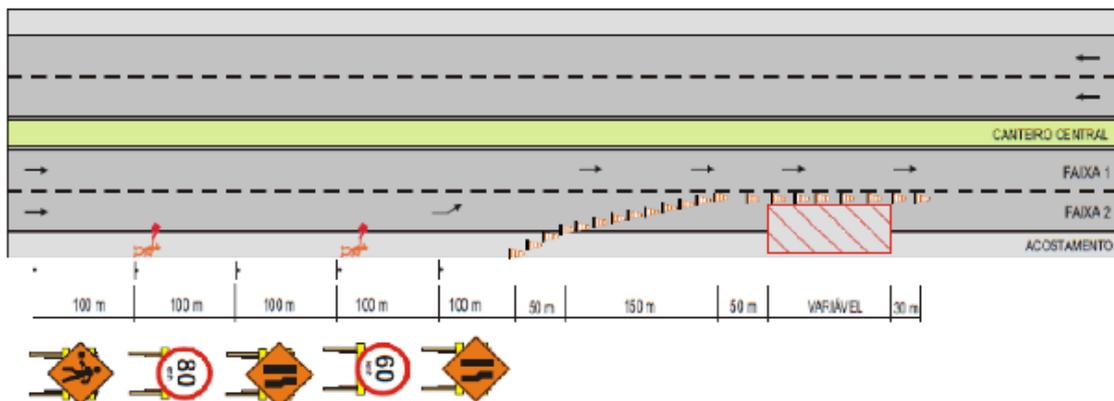


Imagem 58 – Modelo de Sinalização de Obras – Interdição da Faixa 2
 Fonte: Manual Via 040

Para implantação do referido acesso, não haverá necessidade de intervenção em APPs, porém haverá a necessidade de supressão vegetal, como pode ser visualizado na imagem a seguir.



Imagem 59 – Vegetação predominante no local

Fonte: Manual Via 040

Para remoção dos indivíduos arbóreo existente na região do acesso, foi realizado protocolo solicitando supressão vegetal no setor de meio ambiente da prefeitura municipal de Juiz de Fora, estando devidamente protocolado, conforme apresentado a seguir.



O formulário é um cartão de protocolo da Prefeitura de Juiz de Fora. No topo, há o brasão municipal e o nome da prefeitura. Abaixo, há campos para preencher informações sobre a petição, data, processo, interessado e assunto. O campo de notas contém instruções para o usuário.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA	
CARTÃO DE PROTOCOLO	
PETIÇÃO Nº:	66727/2019
DATA:	12/08/19
PROCESSO Nº:	
INTERESSADO:	Legislações Pol. + DA
ASSUNTO:	Juiz de Fora
Nº DE DOCUMENTOS ANEXOS	
NOTAS:	
1*) Informações e entrega de documentos, somente com a apresentação deste cartão (Original) e documento de identidade.	
2*) Veja o andamento de sua petição/processo, na página da PJF na internet, no endereço: www.pjf.mg.gov.br	

Imagem 60 – Protocolo Documento Ambiental
Fonte: Os autores

Em seguida, é apresentado o cronograma de obras para implantação do acesso, após da aprovação da ANTT e assinatura do contrato com a concessionária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diretrizes apresentadas com base nos manuais do DNIT e na Resolução da ANTT, visam gerar aumento significativo da segurança do acesso, devido a visibilidade satisfatória, a pavimentação nova que garante maior conforto e trafegabilidade aos condutores, a sinalização adequada que melhora a condição de dirigibilidade, além de faixas de mudança de velocidade que asseguram a realização dos movimentos na pista principal da rodovia. O projeto tem como premissa minimizar ou até mesmo suprimir riscos de acidentes próximos ao acesso em estudo.

Desta forma, convém destacar a importância da confecção de projetos qualificados e elaborados seguindo a Resolução atualizada da ANTT e os Manuais do DNIT, que tem como base o IPR (Instituto de Pesquisas Rodoviárias), os quais visam orientar quanto aos requisitos técnicos e forma de apresentação.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi atingido com o desenvolvimento do projeto de Regularização de Acesso do km767, pista norte, da rodovia BR-040, atendendo a todas as etapas do processo para aprovação na ANTT.

Por fim, espera-se que este estudo seja fonte de inspiração e consulta, de modo a orientar novos trabalhos científicos e projetos rodoviários, com objetivo de obter a aprovação na ANTT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 5101 - Iluminação pública e demais normas atinentes;

ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão e demais normas atinentes;

ABNT NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas e
<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-periodo-de-retorno.html> Acesso em 01 de junho de 2020;

ABNT NBR 6971/2012 – Defesa Metálica;

Aquafluxus - <https://www.aquafluxus.com.br>, acesso em 01 de junho de 2020;

AZEVEDO NETTO; 1998. Manual de Hidráulica, 8º edição.

CIRILO, G.A. Projetos Geométricos, Terraplenagem e Pavimentação para regularização de acessos à BR-381, km 848, pista norte, Pouso Alegre - MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – UNIS – MG, Varginha, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

CET, Companhia de Engenharia de Tráfego – Manual de Sinalização de Obras, disponível em <http://www.cetsp.com.br/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

CHOW, V. T. 1959. Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill.

CONTRAN. Manual de Sinalização disponível em <https://infraestrutura.gov.br/index.php>. Acesso em 06 de abril de 2020.

DNER IPR-667, 1981. Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>. Acesso em: 13 de abril de 2020.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

ESCOLA BRASIL. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/>, acesso em 20 de junho de 2020.

Google Earth. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

GRIBBIN, E. J. 2009. Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais.

IP-02/2004. Classificação das Vias. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 13 de abril de 2020.

IPR-706. Manual de Projeto Geométrico DNER, 1999. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-715. Manual de Hidrologia Básica DNIT, 2006. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-718. Manual de projeto de interseções. Versão 2005. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-719. Manual de Pavimentação. Versão 2006. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-723. Manual de Estudo de Tráfego do DNIT, 2006. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-724. Manual de Drenagem de Rodovias DNIT, 2006. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-726. Diretrizes Básicas para elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, DNIT 2006. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-728. Manual de acesso de propriedades marginais a rodovias federais. Versão 2006. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

IPR-743. Manual de Sinalização Rodoviária, 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br>
Acesso em: 13 de abril de 2020.

IS DINIT - Instrução de Serviço, 2009 atualizado em 2020. Disponível em:
<https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos>: 13 de abril de 2020.

JUNIOR, T. S. F. O acesso a Rodovias e a Competência dos Entes Federados, 2007. Artigo (Professor Titular da Faculdade de Direito da USP). Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rda/article/download/42472/41192>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

METEOBLUE. Disponível em. <https://www.meteoblue.com>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

Monteiro, Silva e Assis. Disponível em. <https://favetr.univertix.net/wp-content/uploads/2020/01/A50-REGULARIZA%C3%87%C3%83O-DE-ACESSO-EM-RODOVIA-FEDERAL.pdf> Acesso em: 03 de agosto de 2020.

OLIVEIRA, A. L. DE. A possibilidade de uso oneroso das faixas de domínio das rodovias do estado de Santa Catarina por concessionárias de serviço público, Palhoça – SC. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) – UNISUL – SC, disponível em: <https://riuni.unisul.br/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

PER VIA 040. Disponível em <http://www.antt.gov.br/>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

Portaria nº 28/2019/SUINF/ANTT. Disponível em: <http://www.antt.gov.br>. Acesso em: 03 de agosto de 2020.

SIMGEO. Disponível em <http://www.ufjf.br/simgéo/local/>. Acesso em 11 de abril de 2020

Todamateria. <https://www.todamateria.com.br/siglas-estados-brasileiros/> Acesso em 24/ de junho de 2020

VIA 040. Disponível em <http://via040.invepar.com.br/pages/regularizacao-de-acesso>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

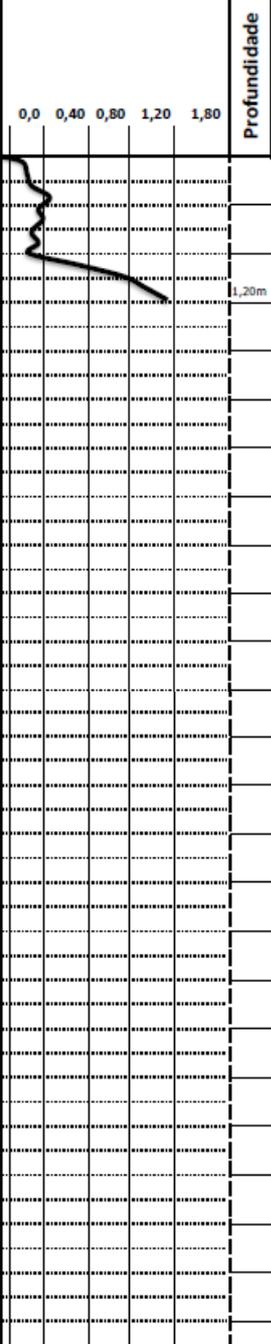
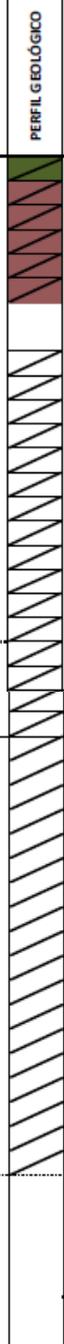
ANEXO A - SONDAGEM

			CLIENTE : Mais Projeto Engenharia OBRA : F. 1 -Acesso km 767+470 -BR-040, pista norte / F.2 -Acesso km 767+470 ,BR-040, pista norte LOCAL : Juiz de Fora/MG					
			QUADRO RESUMO DE RESULTADOS DE ENSAIOS EM SOLOS					
REGISTRO			1	2				
LOCAL DA COLETA			F.1	F.2				
Massa Específica Aparente Máxima (g/cm³) "DMAX"		NBR 7182/88	1,586	1,612				
Umidade Ótima (%) - "Hot"		NBR 7182/88	18,6	17,8				
Energia de Compactação		NBR 7182/88	Normal	Normal				
Expansão (%) - "EXP"		NBR 8896/87	1,14	1,07				
ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA CBR (%) - "L.S.C."		NBR 8896/87	11,4	10,6				
GRANULOMÉTRICA	P	2"	50 mm	100,0	100,0			
		1 1/2"	38 mm	100,0	100,0			
	A	1"	25 mm	100,0	100,0			
		3/4"	19 mm	100,0	100,0			
	S	3/8"	9,5 mm	100,0	100,0			
		Nº. 4	4,8 mm	99,7	99,8			
	N	Nº. 10	2,0 mm	99,2	99,4			
		Nº. 40	0,42 mm	78,8	75,2			
	O	Nº. 200	0,075 mm	58,3	35,1			
Ensaio Físico (%)		Limite de Liquidez (L.L.)	NBR 7180/84	41,9	43,8			
		Limite de Plasticidade (L.P.)	NBR 8468/84	30,5	34,3			
		Índice de Plasticidade (I.P.)	NBR 7180/84	11,4	9,5			
Índice de Grupo (I.G.)			20	20				
Classificação T.R.B.			A-7	A-7				
Classificação Expedita			SOLO ARGILOSO	SOLO ARGILOSO				
 Paulo Cesar Gomes de Almeida CREA. 1983106622			Areal / RJ, 06 de Agosto de 2019					

		(24) 2257-1490 (24) 98802-3038 Email: wllima@compuland.com.br	
controle tecnológico. solos, concreto e asfalto			
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DE SOLO COM TRADO			
Cliente: Mais Projeto Engenharia	DATA: 30/07/2019	COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO	
Obra: Acesso km 767+470	SONDADOR: ALESSANDRO	ESTE	NORTE
Local: BR-040, pista norte	TRECHO DO ACESSO	659.546,225	7.609.889,997
Cidade: Juiz de Fora/MG	ST01	TC	RECÚO 2,25m DO BORDO (Pista norte)

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO - FURO ST01



 (24) 2257-1490 (24) 98802-3038 Email: wlma@computand.com.br										
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DE SOLO COM TRADO										
Cliente: Mais Projeto Engenharia			DATA: 30/07/2019			COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO				
Obra: Acesso km 767+470			SONDADOR: ALESSANDRO			ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO		
Local: BR-040, pista norte			TRECHO DO ACESSO			659.558,115	7.609.937,758	703,632		
Cidade: Juiz de Fora/MG			ST02		TC		RECÚO 1,80m DO BORDO (Pista norte)			
 Profundidade 0,0 0,40 0,80 1,20 1,80 1,20m		RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PERFIL GEOLOGICO 		AMOSTRADOR:				FL 01
		INL. FIN.				KM 767+445				
		0,15				DESCRIÇÃO DO MATERIAL				
		0,00 1,05				CAMADA VEGETAL				
						ARGILOSO				
Legendas: <ul style="list-style-type: none"> ■ • Revestimento - ■ • Trado Cavadeira - TC ▨ Irado Helicoidal - IH ○ Circulação de água - CA 										

		(24) 2257-1490 (24) 98802-3038 Email: wllima@compuland.com.br		
SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DE SOLO COM TRADO				
Ciente: Mais Projeto Engenharia	DATA: 30/07/2019	COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO		
Obra: Acesso km 767+470	SONDADOR: ALESSANDRO	ESTE	NORTE	ELEVAÇÃO
Local: BR-040, pista norte	TRECHO DO ACESSO	659.558,115	7.609.937,758	708,632
Cidade: Juiz de Fora/MG	ST02	TC	RECÚO 1,80m DO BORDO (Pista norte)	

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO - FURO ST02



ANEXO B – PLANILHA DE QUANTIDADES

	PLANILHA DE QUANTIDADES		Emissão	Folha
	Código	Atividade / Serviço	Und	Quantidade
	Cliente:	Acesso do km 767+470 da BR-040, pista norte	Abril/2020	1 de 1
2 S 01 000 00	Desm. dest. limpeza áreas c/arv. diam. até 0,15 m	m2	1.780,00	
2 S 05 100 00	Enleivamento Junto a parte externa da Drenagem e Canteiro	m2	735,00	
2 S 05 102 00	Hidrosemeadura - Taludes	m2	1.894,00	
2 S 05 101 01	Escavação Carga Transporte Mateial 1ª cat DMT 50	m3	1.971,83	
2 S 01 510 00	Compactação de aterros a 95% proctor normal	m3	3.363,80	
3 S 01 200 00	Escavação e carga material proveniente de jazida - Local	m3	1.391,97	
2 S 02 110 00	Regularização do subleito	m2	1.599,60	
2 S 02 230 50	Sub Base de brita BGS 15 Cm - Com Fornecimento Transporte e Aplicação	m3	239,94	
2 S 02 230 50	Base de brita BGS 15 Cm - Com Fornecimento Transporte e Aplicação	m3	239,94	
2 S 02 300 00	Imprimação - Com Fornecimento Transporte e Aplicação	m2	239,94	
2 S 02 400 00	Pintura de ligação - Com Fornecimento transporte e Aplicação	m2	1.505,00	
2 S 02 540 51	CBUQ - capa rolamento AC/BC - 5 Cm - Com Fornecimento Transporte e Aplicação	ton	184,36	
2 S 04 000 00	Escavação Manual em Material de 1ª Cat - Vala, desague Bueiro Travessia BR 040	m3	64,00	
3 S 08 302 02	Desobstrução de Bueiro	m3	36,00	
2 S 04 940 02	Descida D'água Tipo Rapida - Tipo DAR 02	m	16,30	
5 S 04 999 07	Demolição de dispositivos de concreto simples	m3	8,50	
2 S 04 950 03	Dissipador de energia - Tipo DES 03	Und	1,00	
2 S 04 910 03	Meio-fio de concreto - MFC 03 AC/BC	m	456,00	
2 S 04 930 09	Caixa Coletora de Sarjeta - CCS - 09	Und	1,00	
2 S 04 930 11	Caixa Coletora de Sarjeta - CCS - 11	Und	1,00	
2 S 04 100 01	Corpo BSTC D=0,60m	m	15,00	
2 S 04 101 01	Boca BSTC D=0,60m - Escondidade = 15º	und	1,00	
2 S 04 100 03	Corpo BSTC D=1,00m	m	18,00	
2 S 04 101 03	Boca BSTC D=1,00m - Escondidade = 00º	und	1,00	
4 S 06 010 01	Defensa semi-maleável simples (fornecimento e Implantação)	m	180,00	
4 S 06 010 02	Ancoragem defesa semi-maleável simples (fornecimento e Implantação)	m	16,00	
4 S 06 100 21	Pintura faixa - tinta base acrílica p/ 2 anos	m2	157,60	
4 S 06 100 22	Pintura setas e zebado - tinta b.acrílica -2 anos	m2	60,33	
4 S 06 120 01	Fornecimento e colocação de tacha reflet. monodirecional	und	135,00	
4 S 06 200 02	Fornecimento e implantação placa sinaliz. tot.refletiva	m2	4,70	
5 S 02 990 12	Fresagem Descontinua Revestimento Betuminoso - 5 Cm	m3	7,00	
0 0 00 000 00	Iluminação - Quantidades Postes / Luminarias demais itens	Und	5,00	

SUBSTITUIÇÃO DO AÇO POR BAMBU COMO ELEMENTO ESTRUTURAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ACADÊMICO: Raniel Souza Rosa.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Leonardo Martins Sleutjes.

LINHA DE PESQUISA: Tecnologia de Materiais e Métodos Construtivos.

RESUMO

Inovar é o imperativo atual da construção civil. Um mundo onde muitos produtos utilizados são finitos, a busca por materiais alternativos que permitam o desenvolvimento humanístico e construtivo é incessante. A utilização de materiais renováveis que satisfaçam as necessidades sem que prejudique o futuro do setor é algo que preocupa a todos. Construir edificações cada vez mais duráveis com custos cada vez menores, é a realidade que se busca. Sabemos que a utilização do aço é indispensável para se construir uma edificação durável, visto que a utilização apenas do concreto não é economicamente viável, e utilizando este elemento, consegue-se equilibrar essa balança entre custo-benefício. Porém, o aço se encontra no grupo de materiais finitos, e, além disso, sua fabricação é prejudicial ao meio ambiente. Um material que vem ganhando notoriedade na construção civil é o bambu, visto ser mais leve em comparação com o aço, possuindo um crescimento bastante acelerado, não é poluente, além de ser um elemento renovável. Sua resistência à tração e flexão se destaca por se tratar de um material natural, ao contrário do aço que necessita da mistura de materiais para se tornar aço. Apesar de vários benefícios, o bambu necessita de auxílio na aderência ao concreto, pois sua superfície sendo totalmente lisa não possui resistência por atrito. Porém, soluções para corrigir esta variável já são conhecidas, e quando utilizadas da forma correta geram um grau de confiabilidade na utilização do bambu como elemento estrutural em estruturas de concreto armado.

PALAVRAS-CHAVE: Bambu; Elemento Estrutural; Materiais Construtivos.

1 - INTRODUÇÃO

O aumento da demanda populacional e os avanços tecnológicos dos últimos anos, fizeram com que a construção civil acelerasse o ritmo e o volume de obras, e a utilização de métodos construtivos não renováveis tornou-se, neste contexto, motivo para debate. A indústria da construção é apontada pelo Conselho Internacional da Construção (CIB) como “o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais”. (CASTANHEIRA et al. 2016, p.1)

O Aço Carbono, oriundo do minério de ferro e misturas de ligas metálicas, atualmente é um material que possui um papel muito importante na integridade da estrutura de concreto armado. A utilização cada vez mais frequente do aço é reflexo dessa grande demanda de habitações populares, de médio e alto padrão, e de edifícios cada vez maiores com custos mais reduzidos e vida útil mais duradoura. (FERRAZ, 2005).

No entanto soluções como a utilização de recursos naturais e renováveis para métodos construtivos se tornam cada vez mais necessárias, uma vez que com a crescente demanda e o uso de produtos finitos, problematizamos uma situação de escassez em futuro próximo. Para tanto é imprescindível inovação, pesquisa e busca de alternativas viáveis para substituição desses materiais. (OLIVEIRA, 2015)

“*Bambusa Vulgaris*” ou “*Dendrocalamus Giganteus*”, são os nomes científico de dois tipos de plantas da família dos bambus com propriedades mecânicas que, de acordo com estudos científicos, demonstram-se promissoras no setor da Construção Civil, como possível substituto para o Aço Carbono. (CARBONARI et al. 2017) Vantagens como menor custo produtivo, estruturas mais leves e sustentabilidade, são entre outras, justificativas para a difusão desse material no mercado.

No entanto os estudos ainda são rasos sobre esse assunto, e visando esta problemática, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica, integrada com pesquisas experimentais, coleta e análise de dados, que possam contribuir com a comunidade científica, explorando esse material inovador e fornecendo maiores informações acerca do assunto, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica do emprego desse material como elemento estrutural substituto ao aço carbono.

A relevância deste trabalho está na necessidade de se conhecer e obter mais informações sobre o bambu como elemento estrutural, com vistas a contribuir com o atual conhecimento no âmbito acadêmico e científico. Ademais, procuramos expor

informações oriundas de pesquisas inovadoras e diferenciadas, que visam modernizar práticas com segurança, através de materiais renováveis e sustentáveis, a serem utilizados na indústria da construção civil.

Presentemente, a temática da construção sustentável, se conduz em duas direções: por um lado Comunidades e Centros de Pesquisa em Tecnologias Alternativas procuram o resgate de elementos e tecnologias nacionais, como o uso de materiais naturais e pouco processados; por outro lado, empresários apostam em certificações e "empreendimentos verdes", no âmbito urbanístico e de edificações. (BRASIL, 2016).

Para tanto se faz necessário conhecer as propriedades, limitações e características relativas à função que possivelmente, ou não, o bambu poderá exercer, para que por meios seguros e concretos, possa-se chegar ao objetivo esperado.

Ghavami (1995) desenvolveu estudo com vistas a se conhecer as propriedades do bambu, obtendo resultados bem conclusivos que o permitiu aconselhar este material como uma alternativa para substituir o aço, fazendo papel de reforço nas peças de concreto. Sabe-se por meio de pesquisas realizadas que, o aço carbono, possui características físicas e estruturais ideais para a sua função; é resistente, tem boa durabilidade e seu uso pela construção civil é diversificado.

Segundo Freitas e Coelho (2003, p.3):

Os aços possuem excelentes propriedades mecânicas: resistem bem à tração, à compressão, à flexão, e como é um material homogêneo, pode ser laminado, forjado, estampado, estriado e suas propriedades podem ainda ser modificadas por tratamentos térmicos ou químicos.

O resultado obtido por esse trabalho tem caráter informativo e não pretende garantir de modo conclusivo que o bambu é um substituto definitivo para outros materiais em utilização atualmente no mercado, mas sim ilustrar maiores informações além de dispor as vantagens e desvantagens da utilização desse material.

O objetivo desse trabalho consiste em realizar uma revisão bibliográfica, que possa servir como material de estudo ou contribuir com a comunidade científica acerca da utilização da espécie "*Bambusa Vulgaris*" ou "*Dendrocalamus Giganteus*", como elemento substituto do aço carbono em estruturas de concreto armado. Para tanto, avaliamos os aspectos como custo de produção, viabilidade comercial, disponibilidade do material, capacidade de resistência aos esforços solicitantes, e de durabilidade, assim como vantagens e desvantagens da utilização do material na construção civil.

- Coletar dados através da revisão bibliográfica e por pesquisa experimental em laboratório;
- Analisar comparativamente as características físico-econômicas do material;
- Desenvolver Hipóteses e sobre a viabilidade técnico-financeira do bambu;
- Dissertar sobre o emprego desse elemento no Brasil;

2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – O Bambu

Existente a mais de 200 milhões de anos, o bambu é um vegetal que possui uma gama de variedades de espécies, com cerca de 1.300 existentes. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA).

Abaixo podemos observar um pouco da diversidade das espécies de bambu existentes, sendo estas denominadas da seguinte forma: (A) *Chusquea nutans* L.G. Clark; (B) *Chusquea pinifolia* (Nees) Nees; (C) O autor sênior no habitat de *Chusquea nutans*; (D-E) *Guadua macrostachya* Rupr; (F-G) *Merostachys* SP; (H) *Aulonemia effusa* (Hack.) McClure; (I) *Aulonemia soderstromii* P.L. Viana, Filg. & Judz. (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, 2017).

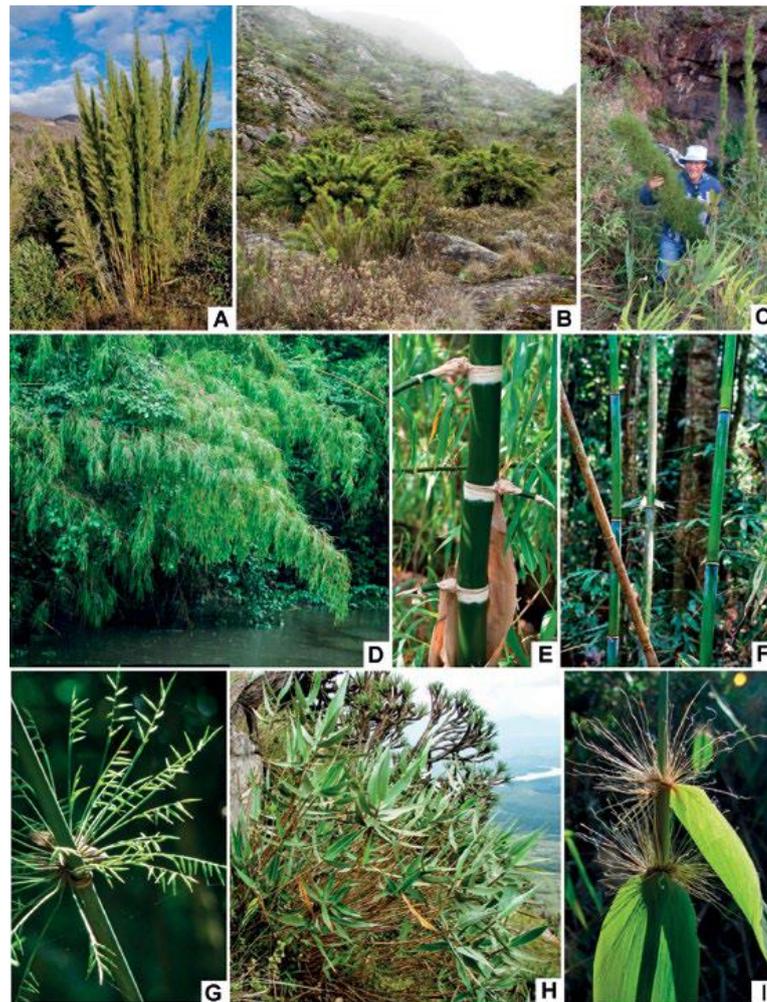


Figura 15 - Representação da espécie Bambuseae encontrada no Brasil. Rio de Janeiro – RJ. 2017. **Fonte:** Elaborado por (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, 2017).

Por possuir um crescimento rápido e existindo em grande quantidade, tem-se conhecimento de que o bambu corresponde cerca de 3% de toda a floresta do planeta. Além disso, segundo o professor Mario Guimarães Júnior (2005), doutorando em Engenharia de Materiais e Docente do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-MG/Campus Araxá), o bambu possui uma ótima relação entre matéria seca/hectare, com capacidade de suporte acerca de 100 cortes na touceira sem a necessidade de replantio, ocorrendo apenas a cada dois anos, desta maneira, o bambu surge como um candidato promissor no quesito de suprir a demanda renovável.

Em sua estrutura, podemos observar as características que permitem compreendermos o dinamismo de atuações que o bambu desenvolve em várias áreas, sendo o mesmo definido pelos estudiosos da seguinte forma: “os colmos do bambu, sem casca e geralmente ocos, são constituídos por tecido lenhoso em formato

cilíndrico segmentado, formando nós e entrenós”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA. 2015, p.30). Além disso, podemos observar que acima dos colmos é formada a copa, parte mais alta do bambu, constituída por ramos laterais que mantem as folhagens erguidas. Algumas outras informações a respeito do bambu estão descritas na Tabela 1 – Características Adicionais do Bambu.

Tabela 3 - Especificações extras do Bambu. ABTCP, Perdizes – SP. 2015.

Altitude de Cultivo	Índice Pluviométrico	Temperatura Média	Umidade Relativa	PH do Solo	Comprimento médio da Fibra	Largura média da Friba
0 a 3.800 metros de altitude	500 a 4500 mm/ano	-15 e 40°C	35% a 100%	4,5 e 7,5	1,6 a 3,5 mm	15 a 20 micrômetros

Fonte: Elaborado por Hans Kleine e Celso Foelkel.

Segundo Elias Melo de Miranda (2015), pesquisador da Embrapa Acre, novos colmos se multiplicam através de propagação vegetativa, observando-se que os que surgem posteriormente são cópias da planta original. E sendo assim, se houver a retirada de algumas varas de bambu de uma determinada touceira, este ato em si não comprometerá a vida e sobrevivência da planta. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA, 2015).



Figura 16 - Vara de bambu cortada ao meio, ilustrando o interior do bambu. São Paulo – SP. 2015.
Fonte: Elaborado por (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA, 2015)

2.1.1 – Morfologia do Bambu

Classificados como *Bambusoidea*, pertencentes ao grupo das gramíneas arborescentes, tendo em grande parte espécies gigantes com colmos que crescem por caules subterrâneos horizontais, sendo este um material abundante, pertencente em grande parte as regiões tropicais e subtropicais. O bambu detém um recorde incrível de crescimento, entre as plantas, o mais rápido do planeta. “O recorde de crescimento diário, medido nos limites de Kyoto em 1956, foi de 121 cm do bambu Medake, que tinha 12 cm de diâmetro de colmo amadurecido.” (UEDA citado por DUNKELBERG, 1985, in SILVA FERREIRA. 2005, p.23).

“No Brasil o crescimento do *Dendrocalamus giganteus* de 14 cm de diâmetro basal, na PUC-Rio, tem sido de 39 cm em 24 horas.” (GHAVAMI, 2000, citado por SILVA FERREIRA, 2005, p. 24) Sua propagação ocorre de modo natural, ou seja, a floresta se regenera sozinha.

Segundo Ferreira (2005, p. 24) “A principal forma de reprodução do bambu acontece assexuadamente por meio da ramificação dos rizomas (ramos ou colmo). Os rizomas dos bambus podem ser considerados como fábricas naturais subterrâneas (Ueda citado por Dunkelberg, 1985)”.

Segundo Ferreira (2005, p. 24):

Os rizomas dos bambus possuem a seguinte classificação (Ueda apud Dunkelberg, 1985): Leptomorfo (ou tipo monopodial): o rizoma leptomorfo tem um diâmetro menor do que os dos colmos e tem forma cilíndrica ou semicilíndrica, com seção oca interrompida nos nós por um diafragma. Os brotos laterais dos rizomas leptomorfos formam um único colmo. O crescimento do tipo monopodial de rizoma produz um sistema de malhas sob o solo, os quais previnem o colapso dos flancos de morros, margens de rios e desmoronamentos no geral. Em zonas sujeitas a abalos sísmicos as regiões que apresentam esse tipo de bambu tornam-se lugares de seguro refúgio quando da ocorrência de terremotos. Pachymorfo (ou do tipo sympodial): o rizoma pachymorfo é curto e grosso, de forma curvada raramente esférica, e com uma espessura máxima usualmente maior que a do colmo. A parte mais alta do rizoma que tem nós sai da terra e cresce em um colmo. No ano seguinte o broto na parte basal do solo começa a gerar um segundo colmo, formando assim um conjunto de colmos, o qual é chamado “bambuzal”. Os maiores gêneros dos bambus sympodial são: *Dendrocalmus giganteus* e *Bambusa vulgaris*. Metamorfo (ou tipo intermediário anfipodial): o termo metamorfo é usado para este tipo de bambu porque ele não se adapta nem ao Leptomorfo nem ao Pachymorfo, e sim à transformação de um no outro.

2.2 – Utilizações de Métodos Construtivos Sustentáveis

É notável na atualidade o avanço da construção civil conduzindo a uma necessidade da utilização de novos métodos construtivos, que sejam uma opção mais econômica e duradoura, visando sempre à racionalização de processos e a sustentabilidade, sem perder a vida útil dos materiais. Essa ideia permeia os interesses sócio econômicos da população e das empresas do ramo da construção civil.

Técnicas construtivas eficientes e recuperações de patologias são fatores que se apresentam como a grande meta para o crescimento do setor da construção civil. O processo de evolução precisa ser constante, e paralelo a isto, se reinventar é condição necessária, e por isso, a todo tempo temos novos materiais construtivos sendo desenvolvidos. Segundo Marçal (2008, p.5) “a sensação externa de segurança, a durabilidade e resistência são fatores determinantes na escolha do material a ser usado.”

Os materiais já conhecidos e utilizados no meio construtivo da atualidade são os que obedecem aos fatores anteriormente listados, considerando sempre as características de cada. Como exemplo, a resistência a compressão existente no concreto e a resistência a tração do aço, foram características fundamentais para a escolha desses elementos como parte fundamental para desenvolver e fazer crescer o setor da construção civil; e não só este setor, mas também outros onde se faz o uso destes materiais. (FREITAS e COELHO, 2003).

2.3 – Utilizações do Bambu Como Método Construtivo Sustentável

O bambu vem sendo alvo de pesquisas algum tempo, considerando as suas qualidades, tais como: a leveza, a flexibilidade, a facilidade em ser manuseado e trabalhado, e sua rapidez no desenvolvimento e crescimento até se tornar apto para a utilização; são fatores que chamam a atenção no que tange a sua utilização pela da construção civil. Além disso, podemos citar também a sua resistência que surpreende por se tratar de um material natural. Segundo FERREIRA (2005, p.7) “Sua leveza associada a uma alta resistência torna-o um forte candidato para substituir o aço em estruturas de concreto armado de pequeno porte”.

Tabela 4 - Relação entre a resistência, tração e peso específico de determinados materiais. Rio de Janeiro – RJ, 2005.

Tipo de material	Resistência à tração σ (MPa)	Peso específico γ (N/mm³ x 10⁻²)	R = $\frac{\sigma}{\gamma} \cdot 10^2$ g	$\frac{R}{R_{aço}}$
Aço CA-	800	7,83	1,02	1,00
50	300	2,79	1,07	1,04
Alumínio	200	7,20	0,27	0,26
Ferro gusa	150	0,80	1,87	1,83
Bambu				

Fonte: Elaborado por (SILVA FERREIRA, 2005)

De fato, o bambu vem se tornando uma das opções mais promissora no avanço da utilização de novos materiais, se considerarmos o quesito elemento sustentável, pois se for empregado em edificações de habitação popular, por exemplo, pode reduzir em muito o custo do empreendimento, tornando o imóvel mais acessível para todos.

Sua economia financeira em relação a produção o torna ainda mais atrativo, e por possuir a característica de material renovável de grande abundância no meio em que vivemos. Segundo Ferreira (2005, p.20) “o baixo consumo de energia em sua produção caracterizam o bambu como material potencialmente promissor, além de evitar a poluição, mantendo-se a conservação dos recursos naturais”.

Tabela 5 - Energia necessária na produção dos materiais. Rio de Janeiro – RJ, 2005.

Material	Bambu	Madeira	Concreto	Aço

MJ/m ³ /MPa	30	80	240	1500
------------------------	----	----	-----	------

Fonte: Elaborado por (SILVA FERREIRA, 2005)

2.4 – Características do Bambu em Funções Estruturais

Os pesquisadores Oliveira e Vito (2012) e Ghavami (1992) constataram que o bambu é o material que apresenta o maior valor para a correlação entre a resistência à tração e o peso característico para alguns materiais, o que torna vantajosa a sua utilização para a construção. De fato, é possível constatar as características que o bambu possui para funções estruturais, sua resistência e capacidade de se adaptar as cargas solicitantes são satisfatórias, sendo o mesmo totalmente natural, sem nenhuma química no seu cultivo, com um período de crescimento excelente; e justamente por isso, tem se tornado um material promissor na construção civil para ser implementado de forma mais específica no âmbito estrutural. (GHAVAMI, 1995).

Na China, a utilização do bambu é comum para fins construtivos, tendo sua flexibilidade e o fato de não apresentar rigidez nula em relação aos ventos, ou seja, se adapta conforme a necessidade, aliado com a sua alta resistência, encarado como uma ótima solução no setor da construção civil no país. Segundo Ferreira (2005, p. 07) “sua leveza associada a uma alta resistência, torna-o um forte candidato para substituir o aço em estruturas de concreto armado”.

Experiências e estudos realizados nas instalações do Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro, demonstraram que o bambu se adapta a todo e qualquer outro tipo de material, e sendo assim, mostrou-se que seu uso em peças de estruturas de concreto armado é possível, podendo substituir o aço nas armaduras contidas dentro de tais peças, e na produção de treliças espaciais ou planas. (CRUZ, 2002).

2.4.1 – Tratamento do Bambu Contra Fungos e Bactérias.

Um dos problemas enfrentados em relação à inserção do bambu a um elemento de concreto é o fato deste ser suscetível a ataques de fungos e insetos. Por este motivo, é possível identificar uma oscilação na durabilidade entre as espécies, e uma das causas é a concentração de amido. De acordo com publicações das Nações Unidas (1972), deve-se optar pelo corte dos bambus com níveis mais baixos de amido, e estes níveis ocorrem na primeira parte da temporada de inverno que é quando se

tem a época de seca. Na Índia, por exemplo, tais períodos são previstos para os meses de outubro a fevereiro, por outro lado, no Japão, tal período compreende os meses de outubro e novembro. (CARDOSO, 2000)

2.4.1.2 – Processo de Cura

Parte fundamental para se ter um bom produto, o processo de cura bem executado, serve para deixar as varas de bambus menos propensas ao ataque de insetos e fungos, evitando-se desta forma, a ocorrência da eliminação total ou a maior parte da seiva, diminuindo assim a quantidade de amido existente no bambu pela transpiração das folhas. De acordo com orientações de Hidalgo (1981), existem dois procedimentos mais utilizados para se realizar a cura: a cura na mata ou por imersão. A cura na mata realiza-se por meio da aplicação de “solução tóxica contendo 5% de DDT em pó mineral, no extremo inferior do talo recém-cortado, sem cortar as folhas e ramas do bambu. As peças devem ficar isoladas do solo por uma pedra”. (CARDOSO, 2000, p. 22).

Segundo Ohke (1989), especialista em tratamento de bambu para o uso na construção civil, existem três pontos a se considerar que deixam o bambu vulnerável ou até mesmo reduz o seu desempenho; o apodrecimento por fungos, ataques por insetos e rachaduras, tendo como indicação de tratamento o processo de retirada de óleo, podendo ser a seco ou a úmido, e em autoclaves. (CARDOSO, 2000).

2.4.2 – Relação de Aderência Entre o Bambu e o Concreto

Mesmo possuindo tantos benefícios, algumas pesquisas constataram que a relação de aderência do bambu com o concreto era baixa. Inicialmente, essa condição mostrou-se um problema, pois sem ela, quando fosse realizada a solicitação das cargas no elemento de concreto armado com bambu, não ocorreria da maneira necessária à transferência de carga entre os materiais, se supondo então inútil a utilização do bambu.

Ferreira (2002) determinou em suas pesquisas que, a utilização do bambu em armaduras longitudinais e vigas de concreto armado são possíveis, visto que se podem aplicar os mesmos parâmetros de cálculo utilizado para concreto armado com aço, desde que substitua os coeficientes de segurança do aço por coeficientes de segurança maiores. “Segundo a autora, o bambu terá um bom desempenho apenas se forem garantidas a aderência entre o bambu e o concreto, utilizando-se algum tipo

de tratamento, como verniz ou com anéis de arame farpado.” (PADOVAN. 2010, p.100).



Figura 17 - Ripas feitas de bambu com função de reforço para o concreto em Bali, Indonésia. Bauru – SP. 2010. **Fonte:** (PADOVAN, 2010).

Desta forma, montou-se uma nova linha de raciocínio para sanar este problema, começando estudos e testes para que pudessem descobrir como uni-los em um único elemento estrutural.

Segundo Oliveira e Vito (2012, p. 2):

segundo ferreira, g.c.s. (2002), a baixa aderência entre o bambu e o concreto é um dos fatores que levam o mesmo a não ser utilizado. Essa baixa aderência está ligada ao grau de saturação do colmo, após o endurecimento do concreto; da quantidade de retração dos colmos; do revestimento do colmo, se ele é áspero ou saliente; da quantidade de bambu e concreto e da alternância de temperatura. Ainda conforme FERREIRA, G.C. S (2002) outras pesquisas foram realizadas com o intuito de se obter uma melhor aderência, pois com a adoção de medidas corretas, aumentaria a capacidade de carga do bambu e concreto. Dentre elas. Chapisco de piche com areia, tornando a superfície rugosa e impermeável; Colocação de arame farpado pregado sobre o colmo ou talisca; Cravamentos de grampos de cerca sobre o bambu; Ranhuras realizadas na casca das taliscas; Utilização dos nós dos bambus para elevar a extensão de contato com o concreto.

Dentre as soluções mais comuns existe o chapisco de piche, por se tratar de um tratamento simples de fácil aplicação.

De acordo com Ferreira (2005, p. 7)

foram ensaiados até a ruptura, pilares armados com bambu e aço submetidos a carregamento, em trabalho anterior datado de 2002. Ensaio mecânicos foram realizados em corpos-de-prova de bambu retirados dos pilares rompidos, com o objetivo de analisar sua resistência decorrida quatro anos em que essas armaduras permaneceram inseridas nas peças de concreto. Os resultados mostraram que não houve perda das características mecânicas do bambu nem tão pouco indícios de ataque alcalino em seu sistema vascular. Concluiu-se que o tratamento realizado superficialmente no bambu, antes da inserção no concreto, utilizando o produto Sikadur 32 gel, mostrou-se eficiente na manutenção dos índices mecânicos do reforço. Desse modo, pôde-se determinar a suscetibilidade do bambu à degradação por imersão no concreto, tendo sido esse reforço convenientemente tratado. É dada uma contribuição à determinação do grau de confiabilidade do uso desse material natural em estruturas de concreto armado.

Como percebe-se, este produto permite uma melhor adequação da superfície externa do bambu para que possa se aderir ao concreto. Para ilustrar foi realizado um ensaio comprobatório da eficácia do produto em desenvolver o papel de material colante.

Tabela 6 - Resultados de tratamento do bambu e do aço. 2005. Rio de Janeiro – RJ. 2005.

Material	Aderência (T)	Relação entre a aderência e o bambu não tratado (T/ Tbnt)
Bambu sem tratamento	0,52	1,00
Bambu com Negrolim + Areia	0,73	1,40
Bambu com Negrolim + areia + arame	0,97	1,87
Bambu com Sikadur 32 Gel	2,75	5,29
Aço	3,25	6,25

Fonte: Elaborado por Ghavami

De acordo com Ferreira (2005, p.44):

segundo (GHAVAMI (1995), citado por SILVA FERREIRA, 2005), o produto mais adequado para tratamento do bambu naquela época era o Negrolim, produzido pela Sika, cujo maior inconveniente está relacionado ao alto custo. Estudos desse autor mostraram que a mistura desse produto com areia, antes da aplicação, contribui para melhorar a aderência com a matriz, no caso específico do uso do bambu como substituto do aço nas armaduras de concreto. Em estudos mais recentes, um produto chamado Sikadur 32 gel chamou a atenção. Este produto foi desenvolvido para impedir a corrosão das armaduras de aço e foi aplicado na superfície das ripas de bambu usadas como reforço no concreto. Os resultados (Tabela 4) mostram que o produto Sikadur 32 gel aumentou a resistência de ligação das ripas de bambu em 5,29 vezes, comparado com as ripas de bambu não tratadas e com o aço, além de reforçar ainda mais a aderência entre as ripas de bambu e o concreto.

3 - Metodologia

O trabalho proposto consiste em uma pesquisa científica baseada em revisão bibliográfica segundo aos preceitos de Gil (2012), realizada entre os meses de fevereiro a dezembro de 2020. A releitura de Trabalhos de Conclusão de Curso, Monografias, Artigos, Livros impressos ou eletrônicos, dentre outros, norteiam os rumos para o levantamento das hipóteses e conclusões referidas nesta pesquisa.

3.1 Pesquisa Exploratória

3.1.1 Materiais e Métodos de Montagem da Peça de Concreto Armado com Bambu

3.1.1.1 – Método 1

3.1.1.1.1. Dimensionamento de Viga de Concreto Armado com Aço e Bambu

No dimensionamento de um elemento estrutural existem vários pontos a serem considerados, como por exemplo, o domínio de dimensionamento do elemento estrutural. Segundo a ABNT NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, existem cinco domínios de dimensionamento que podem ser utilizados, sendo eles:

- Domínio 1: tração não uniforme, sem compressão;
- Domínio 2: flexão simples ou composta sem ruptura à compressão do concreto ($\epsilon_c < 3,50 / \sigma$ e com o máximo alongamento permitido);
- Domínio 3: flexão simples (seção subarmada) ou composta com ruptura à compressão do concreto e com escoamento do aço ($\epsilon_s \geq \epsilon_{yd}$);
- Domínio 4: flexão simples (seção superarmada) ou composta com ruptura à compressão do concreto e aço tracionado sem escoamento ($\epsilon_s < \epsilon_{yd}$);
- Domínio 4a: flexão composta com armaduras comprimidas;
- Domínio 5: compressão não uniforme, sem tração;

Seguindo os preceitos ditados em norma, Oliveira e Vito (2012) dimensionaram vigas de concreto armada com bambu dentro dos limites do domínio 2/3. Para que fosse possível realizar uma comparação mais aproximada, optou-se também por desconsiderar todos os coeficientes de segurança. Através de métodos de cálculo

conhecidos e utilizados no dimensionamento de elementos estruturais de concreto armado, dimensionou a área de aço e a carga máxima de forma que ela não ultrapassasse do domínio dois para o domínio três. Logo após, tendo a informação da área de aço disponível para a continuação dos cálculos, quantificou-se a área de bambu correspondente para que fosse possível realizar a comparação entre os deslocamentos das peças armadas com aço e das peças armadas com bambu. Através de um passo a passo, foi-se obtendo os resultados para que pudessem ser comparados, sendo o primeiro passo o cálculo do momento máximo para a viga que seria ensaiada. Para isso, utilizou-se da seguinte equação:

Passo 1: Cálculo do Momento Máximo

$$1^{\text{a}} \text{ Equação: } M_{sd} = 0,68 * b * x * F_{cd} * (d - (0,4 * x));$$

Sendo:

- M_{sd} = Momento Fletor de Cálculo;
- b = Largura da seção Transversal;
- x = Altura da Linha Neutra;
- F_{cd} = Resistência do Concreto;
- d = Altura Útil

Resolução

Dados Conhecidos:

- $d' = 4 \text{ cm}$;
- $d = 36 \text{ cm}$;
- $X_{lim \text{ domínio } 2/3} = 0,259 * d$;
- Dimensões Conhecidas:
- 12 cm de largura;
- 40 cm de altura;
- 300 cm de comprimento;
- F_{ck} do concreto = 25 Mpa

$$X_{lim \text{ domínio } 2/3} = 0,259 * 36 = 9,324 \text{ cm}$$

$$M_{sd} = 0,68 * 12 * 9,324 * (25 * (36 - (0,4 * 9,324)));$$

$$M_{sd} = 438438,56 \text{ kgf} * \text{ cm}$$

Conhecendo o momento de cálculo, buscou-se saber então o valor do momento característico, e para isto, utilizou-se da seguinte equação:

Passo 2: Cálculo do Momento Característico

$$2^{\text{a}} \text{ Equação: } M_k = \left[\frac{M_{sd}}{1,4} \right]$$

$$M_k = 438438,56 \text{ kgf} \cdot \text{cm} / 1,4$$

$$M_k = 313170,40 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$M_k = 31,32 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

De posse das informações encontradas nas equações anteriores, o próximo passo foi definido como sendo o cálculo da carga atuante na estrutura.

Passo 3: Cálculo da Carga Atuante

$$3^{\text{a}} \text{ Equação: } M_k = P \cdot a + ((q \cdot l^2) / 8)$$

Sendo:

- M_k = Momento Fletor Característico;
- p = Carga Atuante;
- a = Distância dos Terços do Vão;
- q = Carga distribuída, relacionada ao peso próprio;
- l = Comprimento da Viga (vão teórico);

Resolução:

Dados conhecidos:

- $L = 290 \text{ cm}$;
- $q = 1,2 \text{ kgf/cm}$
- $a = 96,67 \text{ cm}$;
- $M_k = 313170,40 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$

$$313170,40 = P \cdot 96,67 + ((1,2 \cdot 290^2) / 8)$$

$$P = 3109,09 \text{ kgf}$$

$$P = 31,09 \text{ KN}$$

Admitindo as informações encontradas nas equações anteriores, o próximo passo foi definido como sendo o cálculo da Área de Aço na Viga.

Passo 4: Cálculo da Área de Aço

$$4^{\text{a}} \text{ Equação: } A_s = \left[\frac{M_k}{(d - 0,4 * x) * f_{yk}} \right]$$

Sendo:

- A_s = Área de Aço;
- M_k = Momento Fletor Característico;
- d = Altura Útil;
- x = Altura da Linha Neutra;
- f_{yk} = Resistência do aço;

Resolução:

Dados conhecidos:

- $L = 290 \text{ cm}$;
- $q = 1,2 \text{ kgf/cm}$
- $M_k = 313170,40 \text{ kgf} * \text{cm}$
- $q = 36$
- $x = 9,324$
- $f_{yk} = \text{CA-50 (5000)}$

$$A_s = \frac{313170,40}{(36 - 0,4 * 9,324) * 5000}$$

$$A_s = 1,94 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ adotado} = 2,00 \text{ cm}^2$$

Após os cálculos realizados acima, Oliveira e Vito (2012) determinaram a escolha e distribuição do aço e das varas de bambu dentro da viga. Para as três vigas de concreto armado com aço, utilizou-se duas barras de aço CA-50 com ϕ de 10.0mm e mais duas barras de aço CA-50 com ϕ de 5.0mm. Já na parte superior, empregou como porta estribo duas barras de aço CA-50 com ϕ de 5.0mm, e para os estribos, usou mais 2 barras de aço CA-50 com ϕ de 5.0mm, sendo este distribuído de forma uniforme a cada 20cm dentro da viga.

Em seguida, após determinar a distribuição e quantidade de aço na armadura da viga, ocupou-se em dimensionar as varas de bambu para sua inserção na viga.

Neste dimensionamento, necessitava-se inicialmente de saber a resistência à tração das varas de bambu, e para isto, separou-se sete amostras de bambu para serem ensaiadas. Após o ensaio, as amostras apresentaram uma tensão média à tração equivalente de 192,2MPa, e com esse dado realizou-se a equivalência das áreas entre aço e bambu.

Passo 5: Equivalência de Áreas

5ª Equação: Tensão do aço = F/A

Resolução:

$$5000 \text{ kgf/cm}^2 = F/2,00 \text{ cm}^2$$

$$F = 10000 \text{ kgf}$$

Tensão do bambu = F/A

$$1922 \text{ kgf/cm}^2 = 10000/A$$

$$A = 5,20 \text{ cm}^2$$

3.1.1.1.2. – Deslocamento Máximo

De acordo com a ABNT NBR 6118, o deslocamento máximo permitido pode ser encontrado através da fórmula $L/250$, sendo L o vão teórico da viga. Sendo assim, Oliveira e Vito (2012) fizeram uso desta fórmula para encontrar o deslocamento máximo permitido para a viga com vão teórico de 290cm.

Passo 6: Determinação do Deslocamento Máximo

6ª Equação: $L/250$

Resolução:

$$290/250 = 1,16\text{cm}$$

3.1.1.1.3. – Materiais e Equipamentos

Com intuito de obter informações mais detalhadas, Oliveira e Vito (2012) realizaram um ensaio em um elemento estrutural, buscando resultados plausíveis e eficientes na questão imposta neste trabalho. Para isso, aproveitaram-se de alguns materiais essenciais para a funcionalidade do elemento estrutural, elementos estes que são comuns na utilização para se construir na forma convencional, ou seja, construir utilizando concreto armado com aço. Abaixo listaremos os materiais

utilizados para a montagem de seis vigas, sendo 3 armadas com aço e 3 armadas com bambu.

- Aço CA-50;
- Concreto 25 Mpa;
- Varas de bambu da espécie “*Dendrocalamus Giganteus*”;



Figura 18 - Touceira de *Dendrocalamus giganteus*. Brasília – DF. 2008. **Fonte:** Elaborado por (MARÇAL, 2008).

3.1.1.1.4 Método de Montagem

Diante de tal possibilidade, alguns pesquisadores inovaram em seus métodos de montagem da armadura feita de bambu. Existem vários procedimentos e possibilidades de montagem, porém alguns obtiveram resultados mais satisfatórios que outros, mostrando assim a influência da escolha do método de montagem da armadura. Oliveira e Vito (2012) utilizaram-se do método de cortes na vara de bambu, a fim de obter lugares para ancoramento da peça. Depois de ter encontrado a área equivalente, iniciou-se os cortes na vara de bambu com o auxílio de uma serra de

meia esquadria, sendo que, em sua definição, suas amostras foram cesuradas com 2,94m, realizando também uma cesura de 45° nos colmos existentes em cada vara de bambu, conforme mostra a figura abaixo. Após tais procedimentos, concebeu-se a abertura de uma pequena janela entre os nós de 20 cm, com finalidade de ancoragem entre o bambu e o concreto.



Figura 19 - Cesura de 45° nos colmos existentes em cada vara de bambu. Criciúma – SC. 2012.
Fonte: Elaborado por (OLIVEIRA & VITO, 2012)

Ainda segundo os autores citados, foi definido que as varas de bambu escolhidas para serem submetidas ao ensaio disponibilizariam uma área média de 7,86 cm², porém, a área considerada para efeito da pesquisa em questão, se basearia pela área onde se realizaram as cesuras, desta maneira, a área média passou a valer 5,26 cm².

Apesar de todo esforço para se obter um padrão, ressalta-se ser impossível manter uma maior precisão nos valores, visto que o bambu possui similitude na sua forma. Considerando estes aspectos, iniciou-se a montagem da armadura, que era constituída por uma vara de bambu com dimensão citada anteriormente e duas barras de aço com ϕ (diâmetro) de 5.0 mm para estribo, sendo este com espaçamento de 20 cm, conforme figura ilustra abaixo.



Figura 20 - Vigas confeccionadas em bambu, contendo estribo feito em aço. Criciúma – SC. 2012.
Fonte: Elaborado por (OLIVEIRA & VITO, 2012).

3.1.1.2 – Método 2

3.1.1.2.1 - Dimensionamento de Viga de Concreto Armado com Aço

De acordo com a teoria de Bernouilli, as deformações normais seguem de forma plana em seções transversais. Segundo Silva (2007, p. 42) “com esta hipótese, as deformações normais específicas, em cada ponto são proporcionais à sua distância, à linha neutra da seção, inclusive quando a peça alcança o estado limite último”.

1 - Solidariedade dos Materiais

Segundo Silva (2007, p. 42) “admite-se a solidariedade perfeita entre as barras da armadura e o concreto que as envolve. Com esta hipótese, a deformação específica de uma barra é a mesma do concreto adjacente (MACGREGOR, 1997, citado por SILVA, 2007).

2 - Resistência do Concreto à Tração

Para se obter uma maior segurança nas etapas de cálculo, desconsiderou-se todos os coeficientes de segurança.

3 - Domínios de Deformação

Item definido na figura abaixo.

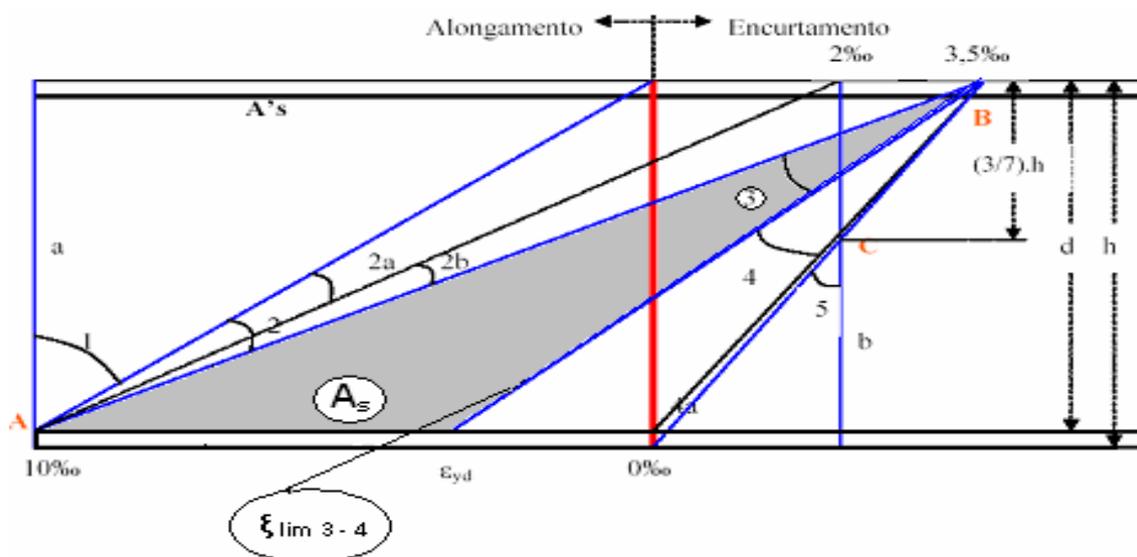


Figura 21 – Domínios das deformações – Identificação do estado limite último (ELU). Maceió – AL. 2007. **Fonte:** Elaborado por (SILVA, 2007).

Segundo Silva (2007, p. 43)

Admite-se que a distribuição de tensões no concreto seja feita de acordo com o diagrama parábola-retângulo. Permite-se a substituição do diagrama parábola-retângulo por um retângulo. A ordenada máxima do diagrama corresponde a $0,85 f_{cd}$, sendo $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$.

A figura abaixo representa o retângulo que possui a qualidade de substituto da parábola-retângulo no digrama.

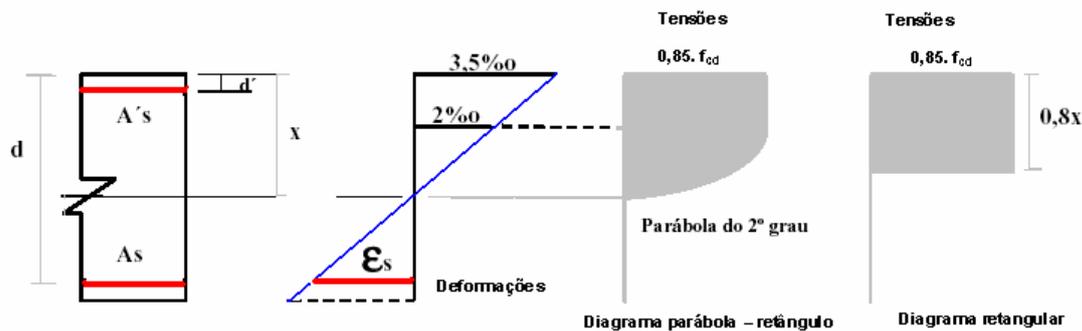


Figura 22 - Disposição das tensões provenientes dos carregamentos no concreto armado. Maceió – AL. 2007. **Fonte:** Elaborado por (SILVA, 2007).

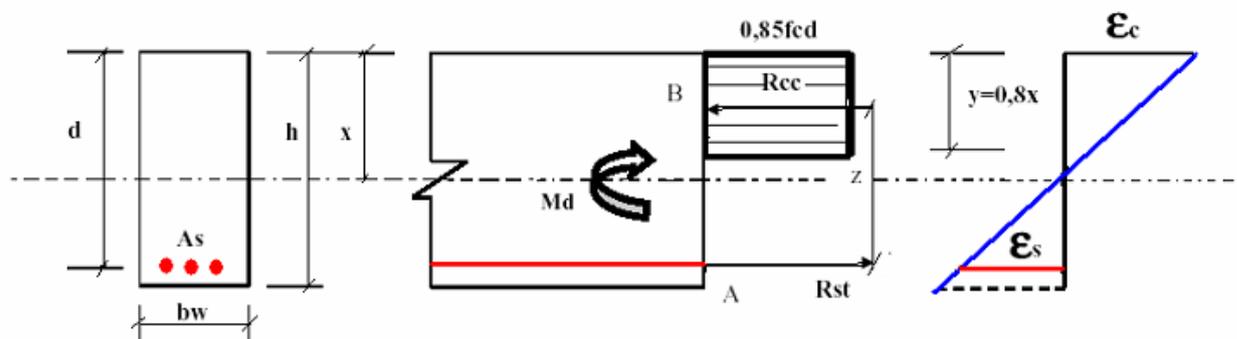


Figura 23 – Diagrama das tensões sintetizado. Maceió – AL. 2007. **Fonte:** Elaborado por (SILVA, 2007).

Seguindo os preceitos ditados em norma, Silva (2007) dimensionou uma viga de concreto armado com bambu dentro dos limites do domínio 2/3, para que fosse possível realizar uma comparação mais aproximada. Através de métodos de cálculo conhecidos e utilizados no dimensionamento de elementos estruturais de concreto armado, dimensionou a área de aço e a carga máxima de forma que ela não ultrapassasse do domínio 2 para o domínio 3. Logo após, tendo a informação da área de aço disponível para a continuação das estimativas, calculou-se a área de bambu correspondente para que fosse possível realizar a checagem entre os deslocamentos

das peças armadas com aço e as peças armadas com bambu. Através de um passo a passo, paulatinamente se obteve os resultados para que pudessem ser comparados, sendo o primeiro passo o cálculo do momento máximo para a viga que seria ensaiada. Para isso, utilizou-se da seguinte equação:

Passo 1: Cálculo da Área de Aço Para $M_{d\max} = M_{d\lim 3,4}$

Dados Conhecidos:

$F_{ck} = 20 \text{ MPa}$

Aço = CA-60

$\Phi = 5.0\text{mm}$

$H = L * 10\%$

$b_w = 0,12 \text{ m}$

Resultado

Tabela 7 - Cálculo das áreas de aço de acordo com as seções transversais das vigas, para $M_{d\max} = M_{d\lim 3,4}$ - $f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$. Maceió – AL. 2007.

b_w	L	Altura	d	lim. 3,4	z	$M_{d\max}$	As	barr. efetivas	ρ
(m)	(m)	h (m)	(m)	X(m)	(m)	KN.m	(cm^2)	-----	%
0,12	1,00	0,10	0,063	0,037	0,048	2,09	0,83	5,00	0,82
0,12	1,25	0,13	0,088	0,052	0,068	4,06	1,15	6,00	0,78
0,12	1,50	0,15	0,113	0,066	0,087	6,70	1,48	8,00	0,87
0,12	1,75	0,18	0,138	0,081	0,106	9,98	1,81	10,00	0,93
0,12	2,00	0,20	0,163	0,096	0,125	13,92	2,13	11,00	0,90
0,12	2,25	0,23	0,188	0,110	0,144	18,51	2,46	13,00	0,94
0,12	2,50	0,25	0,213	0,125	0,163	23,75	2,79	15,00	0,98
0,12	2,75	0,28	0,238	0,139	0,182	29,65	3,11	16,00	0,95
0,12	3,00	0,30	0,263	0,154	0,202	36,20	3,44	18,00	0,98

Fonte: (SILVA, 2007)

Para este trabalho, a intenção de Silva (2007) era dissertar sobre a substituição do aço por bambu em estruturas onde a solicitação de carga fosse pequena e, paralelo a isso, dimensionaria também o $M_{d\min}$ para as vigas, com o intuito de comparar com resultados obtidos com reforço feito de bambu, realizando a verificação em laboratório e assim determinando em quais resultados o M_d é compatível com a inserção do reforço feito de bambu em substituição do aço.

Os cálculos para se determinar o valor de M_{dmin} ocorrem por meio da fórmula descrita abaixo:

$$7^{\text{a}} \text{ Equação: } M_{dmin} = 0,8 * W_0 * f_{ctk, sup.}$$

Sendo:

W_0 = Módulo de Resistência da Seção Transversal Mais Tracionada

Os cálculos para se determinar o valor de W_0 é finalizado por meio da fórmula descrita abaixo:

$$8^{\text{a}} \text{ Equação: } W_0 = I/Y \text{ e } Y = h/2$$

Sendo:

I = Momento de Inércia na Seção Transversal

Os cálculos para se determinar o valor de I advêm da fórmula descrita abaixo:

$$9^{\text{a}} \text{ Equação: } I = (b * h^3) / 12$$

Os cálculos para se determinar o valor de $f_{ctk, sup.}$ ocorrem por meio da fórmula descrita abaixo:

$$10^{\text{a}} \text{ Equação: } f_{ctk, sup} = 1,3 * f_{ct, m}$$

Os cálculos para se determinar o valor de $f_{ct, m}$ são determinados por meio da fórmula descrita abaixo:

$$11^{\text{a}} \text{ Equação: } f_{ctk, sup} = 0,3 * (f_{ck})^{2/3}$$

Os cálculos para se determinar o valor de $f_{ctk, sup.}$ são apurados por meio da fórmula descrita abaixo:

$$12^{\text{a}} \text{ Equação: } X = (A_s * f_{yd}) / (0,68 * b_w * f_{cd})$$

Portanto estabelece-se que, se a nova posição da linha neutra for menor que o limite entre os domínios 3 e 4, f_s passa a ser igual a f_y , e tais valores passam a servir como parâmetro para calcular as áreas de reforço de bambu em vigas com dimensões semelhantes. Sendo assim, os cálculos para se determinar o valor de $f_{ctk, sup.}$ ocorrem por meio da fórmula descrita abaixo:

$$13^{\text{a}} \text{ Equação: } M_{dmin. \text{ efet.}} = A_s * f_{yd} * (d - 0,4 * x)$$

Abaixo está listado o resultado dos cálculos para M_{dmin} , tendo como informação conhecida os valores de $f_{ck} = 20$ MPa e $b_w = 12$ cm.

Tabela 8 - Cálculo das áreas de aço mínimas de acordo com as seções transversais das vigas, para $M_{d,min.} = 0,8 \cdot w_0 \cdot f_{ctk, sup.}$ Maceió – AL. 2007.

bw	L	Altura	Wo	fctm	fctk,sup.	Md,min	As,min
(m)	(m)	h (m)	(m³)	MPa	MPa	KN.m	(cm²)
0,12	1,00	0,10	0,00020	2,210	2,87	0,46	0,182
0,12	1,25	0,13	0,00031	2,210	2,87	0,72	0,204
0,12	1,50	0,15	0,00045	2,210	2,87	1,03	0,229
0,12	1,75	0,18	0,00061	2,210	2,87	1,41	0,255
0,12	2,00	0,20	0,00080	2,210	2,87	1,84	0,282
0,12	2,25	0,23	0,00101	2,210	2,87	2,33	0,310
0,12	2,50	0,25	0,00125	2,210	2,87	2,87	0,337
0,12	2,75	0,28	0,00151	2,210	2,87	3,48	0,365
0,12	3,00	0,30	0,00180	2,210	2,87	4,14	0,393

Fonte: (SILVA, 2007)

Tabela 9 - Cálculo do $M_{dmin,efetivo}$, reforço de aço. Maceió – AL. 2007.

As,min	As,min	nº de bar. efet.	As eft.	X	Z	ρ	**Md,min.e
(cm²)	0,15%bw.h	-----	(cm²)	M	m	%	KN*m
0,182	0,180	2	0,393	0,018	0,056	0,33	1,15
0,204	0,225	2	0,393	0,018	0,081	0,26	1,66
0,229	0,270	2	0,393	0,018	0,106	0,22	2,17
0,255	0,315	2	0,393	0,018	0,131	0,19	2,69
0,282	0,360	2	0,393	0,018	0,156	0,16	3,20
0,310	0,405	2	0,589	0,026	0,178	0,22	5,46
0,337	0,450	2	0,589	0,026	0,203	0,20	6,23
0,365	0,495	2	0,589	0,026	0,228	0,18	6,99
0,393	0,540	2	0,589	0,026	0,253	0,16	7,76

Fonte: (SILVA, 2007)

Observações: * $A_{smin.}$, calculado a partir da 7ª equação. ** Valores de referência.

3.1.1.2.2 Determinação da Armadura Transversal no Combate ao Cisalhamento

Segundo Silva (2007, p. 50) “como os elementos de referência são vigas reforçadas com aço liso CA-60 de $\Phi = 5,0$ mm, os estribos terão diâmetro $\Phi = 4,3$ mm, logo temos $A_{sw} = 0,145$ cm²”.

O cálculo para se determinar o valor do espaçamento entre os estribos é realizado por meio da fórmula descrita abaixo:

$$14^{\text{a}} \text{ Equação: } S = \frac{A_{sw} * d * f_{yd}}{1,1 * V_{sd}}$$

Onde:

- S = Espaçamento entre os estribos;
- A_{sw} = área da seção transversal dos estribos;
- d = a altura útil;
- f_{yd} = tensão de escoamento do aço (aço liso CA – 60), $f_{yd} = 522$ MPa;
- V_{sd} = Esforço cortante de cálculo, $V_{sd} = 1,4 \times V_s$

O cálculo para se determinar o valor da armadura mínima do estribo segundo a norma, ocorre por meio da fórmula descrita abaixo:

$$15^{\text{a}} \text{ Equação: } \rho = \frac{A_{sw}}{B_w * s * \sin \alpha} \geq 0,2 * \frac{f_{ct, m}}{f_{yw}}$$

O cálculo para se determinar o valor do $f_{ct, m}$, é feito por meio da fórmula descrita abaixo:

$$16^{\text{a}} \text{ Equação: } f_{ct, m} = 0,3 * \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

Resolução:

$$f_{ct, m} = 0,3 * \sqrt[3]{20^2} = 2,21 \text{ MPa}$$

$$\rho = 0,2 * 2,21/522 = 8,47 \cdot 10^{-4}$$

Sendo assim, conclui-se que $\rho \geq 8,47 \cdot 10^{-4}$. No que tange aos ensaios nas vigas para a determinação de sua resistência, Silva (2007) executou-os da seguinte maneira:

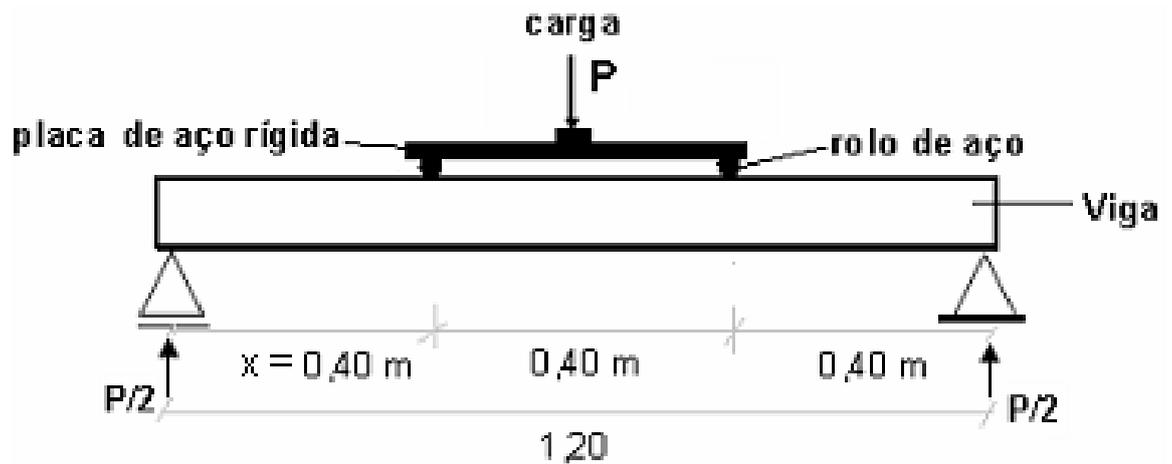


Figura 24 - Esquematização do ensaio utilizado - ensaio de Stuttgart. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

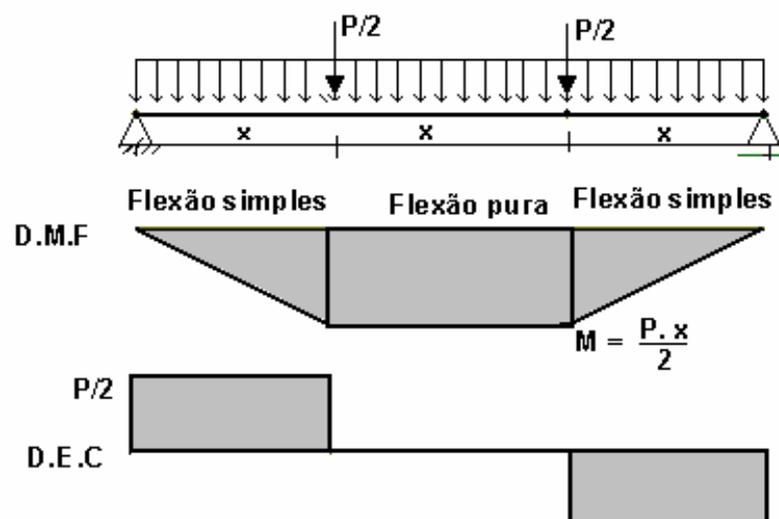


Figura 25 - Aspecto dos diagramas averiguados nos ensaios. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

3.1.1.2.3 - Dimensionamento de Viga de Concreto Armado com Bambu

Seguindo a sequência de padrões de dimensionamento já conhecidos, Silva (2007) iniciou os cálculos do dimensionamento da viga pelo teor de umidade e densidade. Para isso, retiraram-se de cada colmo correspondente duas amostras de uma vara de bambu da espécie "*Bambusa Vulgaris*", uma possuindo nó e outra sem nó, conforme demonstrado nas figuras abaixo.

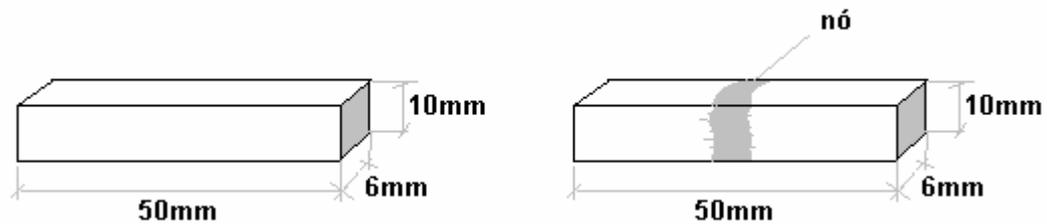


Figura 26 - Esquemática dos corpos-de-prova para ensaio de determinação do teor de umidade e densidade. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007).



Figura 27 - Amostras para o ensaio de determinação do teor de umidade e densidade. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007).

Por ser um procedimento artesanal, ou seja, feito à mão, necessitou-se do auxílio de um paquímetro com aproximação de 0,05mm para manter a precisão. Para a pesagem da amostra, utilizou-se de uma balança com precisão de 0,01 g. A pesagem foi dividida em duas etapas; na primeira etapa umedeceram-se as amostras e às colocaram na estufa para a determinação do teor de umidade, mantendo-se uma temperatura de 110° Celsius.

Encerrado o período estabelecido para a amostra permanecer na estufa, Silva (2007) retirou as amostras e executou a segunda etapa de pesagem, realizada com a amostra seca. A partir daí, se fez necessário o uso de fórmulas para inserir os dados obtidos na pesagem e determinar os teores de umidade e as densidades. Abaixo demonstraremos a resolução com a utilização de tais fórmulas.

Passo 1: Determinação do Teor de Umidade

17ª Equação: $h \% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$

P_s

Sendo:

- $h\%$ = Teor de Umidade
- Ph = Peso úmido
- Ps = Peso Seco
- 100 = Constante da Fórmula

Tabela 10 - Resumo das propriedades físicas do Bambusa vulgaris. Maceió – AL. 2007.

Setor	$h\%$	$h\%$	$d(g/cm^3)$	$d(g/cm^3)$
	c/nó	s/nó	c/nó	s/nó
Basal	24,68	20,24	0,73	0,76
Mediano	23,91	18,32	0,72	0,76
Topo	21,43	19,05	0,77	0,84
média	23,34	19,21	0,74	0,78

Fonte: (SILVA, 2007)

Segundo Hidalgo (2003) e Silva (2007, p. 35) “a densidade dos bambus, de modo geral, está entre 0,5 e 0,90 g/cm³. A resistência do bambu é proporcional a sua densidade, ou ao peso específico”. De acordo com a bibliografia aplicada ao trabalho, tais resultados obtidos demonstram estar dentro do esperado para o material. Sendo assim, dando continuidade ao dimensionamento, preocupou-se em determinar o valor da resistência à flexão da viga, considerando neste caso, assim como no anterior, apenas flexão simples para nível de cálculo. Pesquisas realizadas por estudiosos demonstraram que as vigas de concreto reforçadas com bambu, possuem comportamento análogo aos das vigas de concreto reforçadas com aço.

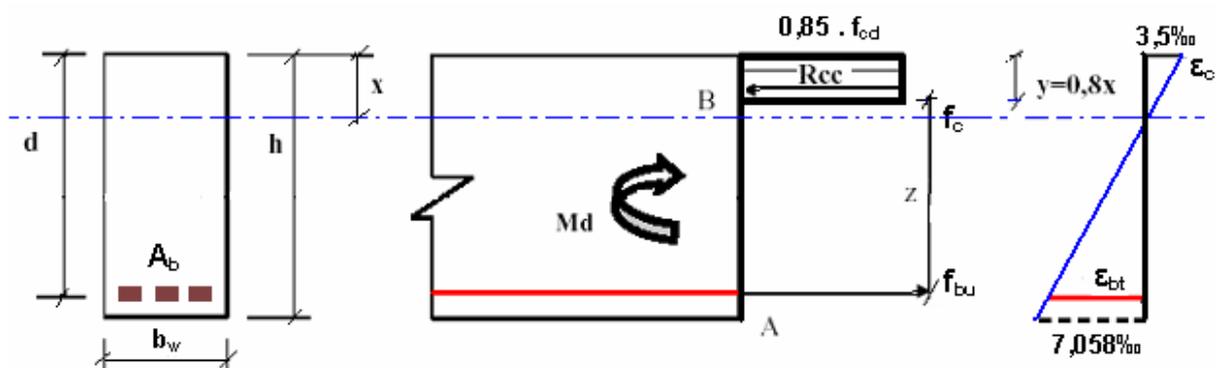


Figura 28 - Dispersão de tensões de viga de concreto reforçada com bambu. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

Seguindo o passo a passo para o dimensionamento, o cálculo para se determinar o valor da resistência à flexão é determinado por meio das fórmulas descritas abaixo:

- $X_{lim} = 0,332 \cdot d$
- $Z = (d - 0,4 \cdot x)$
- $R_{cc} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0,8 \cdot x$
- $M_d = (0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0,8 \cdot x) \cdot z$
- $A_b = M_d / (z \cdot f_b)$

Sabendo Silva que (2017, p. 62) “se for estabelecida inicialmente a área de reforço de bambu tem-se que determinar a posição da linha neutra. Em seguida, comparam-se com os valores de x_{lim} e $x_{mínimo}$ ”.

Sendo assim, temos a seguinte condição, “se $X_{mínimo} < x \leq X_{lim}$, desta forma tem-se:

$f_b = f_{bd} = 66,20 \text{ MPa}$, e $7,058\% \leq \varepsilon \leq 12,704 \%$ ”.

18ª Equação: $X = A_b \cdot f_{cd} / 0,68 \cdot b_w \cdot f_{cd}$

19ª Equação: $X_{min} = 0,216 \cdot d$

Segundo as definido por Silva (2007) o limite para o dimensionamento das vigas se dava pelo domínio 3. Ainda de acordo com este autor:

Deve-se ter $0,216 \cdot d < X \leq 0,332 \cdot d$, para que a viga sofra colapso pela ruptura do bambu. Verifica-se, entretanto que se $x < 0,216 \cdot d$, a viga sofrerá grandes deformações podendo romper pelo esmagamento do concreto, tendo em vista a pequena área de concreto que será submetida à compressão. Em razão disso procura-se dimensionar as vigas partindo de um valor de f_{ck} que seja compatível com o percentual de reforço de bambu escolhido. (SILVA, 2007, p. 62)

O cálculo para se determinar o valor do $\rho\%$, é feito por meio da fórmula descrita abaixo:

20ª Equação: $\rho\% = \frac{A_b}{A_c} \cdot 100$

Tabela 11 - Valores adequados de f_{ck} de acordo com os percentuais de bambu. Maceió – AL. 2007.

%	$\rho = 1$	$\rho = 2$	$\rho = 3$
MPa	$f_{ck} \leq 8$	$8 < f_{ck} \leq 14$	$14 < f_{ck} \leq 20 \text{ MPa}$

Fonte: (SILVA, 2007)



Figura 29 - Limites de dimensionamento para vigas de concreto com reforço de Bambusa vulgaris. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007).

Através de um passo a passo, pouco a pouco se obteve os resultados para que pudessem ser comparados, sendo o primeiro passo o cálculo do momento resistente para a viga armada com bambu. Para isso, utilizou-se da seguinte equação:

Passo 1: Determinar Momento Máximo

$$21^{\text{a}} \text{ Equação: } d = h - (e + e_{sb} + (h_{tb}/2))$$

Sendo:

e = espessura do recobrimento de concreto;

e_{sb} = espessura do estribo de bambu;

h_{tb} = Altura da Talisca de Bambu

Dados Conhecidos:

$$h = 15\text{cm}$$

$$e = 3\text{cm}$$

$$e_{sb} = 0,2 \text{ cm}$$

$$h_{tb} = 1\text{cm}$$

Resolução:

$$d = 0,150 - (0,030 + 0,02 + (0,01/2))$$

$$d = 0,113\text{m}$$

$$X_{lim} = 0,332 * 0,113 = 0,038\text{m}$$

$$z = (d - 0,4 * x) = (0,113 - 0,4 * 0,038)$$

$$M_d = (0,85 * f_{cd} * b_w * 0,8 * X) * z$$

$$M_{d \text{ máximo}} = (0,85 * (20000/1,4) * 0,12 * 0,8 * 0,038) * 0,098 = 4,34\text{KN*m}$$

Sabendo o valor do momento de cálculo, buscou-se saber então o valor do momento característico, e para isto, utilizou-se da seguinte equação:

Passo 2: Cálculo do Momento Característico

$$22^{\text{a}} \text{ Equação: } M_k = \left[\frac{M_{sd}}{1,4} \right]$$

$$M_k = 4,34/1,4$$

$$M_k = 3,10 \text{ Kn}\cdot\text{m}$$

Sabendo o valor do momento característico, buscou-se entender então o valor da área do bambu, e para isto, utilizou-se da seguinte equação:

Passo 3: Determinação da Carga de Ruptura

Silva (2007, p. 86) definiu para a sua pesquisa que a carga de ruptura em elemento estrutural, neste caso uma viga, é “correspondente a uma abertura de fissuras fixadas pelo nível de agressividade IV cujo valor $w = 0,2 \text{ mm}$ ”. Sendo assim, ao atingir o valor de fissuração citado, considera-se que o material entrou em ruptura, e a carga que corresponde a este evento é a mesma carga que levou a viga a se romper.

Passo 4: Cálculo da Área do Bambu

$$23^{\text{a}} \text{ Equação: } A_b = \frac{M_d}{(z * f_{bd})}$$

$$A_b = \frac{4,34 * 10^3 \text{ N}\cdot\text{m}}{0,098\text{m} * 66,20 * 10^6 \text{ N/m}^2} = 0,000669\text{m}^2 = 6,69\text{cm}^2$$

3.2 – Materiais e Equipamentos

Com intuito de obter informações mais detalhadas, Silva (2007) realizou ensaios em alguns elementos estruturais buscando resultados plausíveis e eficientes, no trato das questões impostas neste trabalho. Para isso, valer-se de alguns materiais essenciais para a funcionalidade do elemento estrutural, materiais estes que são comuns na utilização para se construir na forma convencional, ou seja, utilizando concreto armado com aço.

- Aço CA-60;
- Concreto com resistência variando de acordo com o ensaio;
- Varas de Bambu da espécie “*Bambusa vulgaris*”;



Figura 30 - Touceira de bambus vulgares. Brasília – DF. 2008. Fonte: Elaborado por (MARÇAL, 2008).

3.3 – Método de Montagem

Diante dos mais variados métodos empregados para a montagem das peças e armaduras, constatamos que o utilizado por Silva (2007), consistiu inicialmente no corte de colmos de bambus da espécie *Bambusa Vulgaris* com idade de aproximadamente 3 anos, fazendo-se tal identificação através da mudança na colocação que ocorre em relação a idade do colmo.

Adiante realizou-se a abertura e separação dos colmos do bambu com o auxílio de um facão e posteriormente, com o intuito de se obter maior precisão, usou-se de uma faca para que fosse possível alcançar o tamanho desejado para uma vareta com as seguintes dimensões 0,6 cm por 1,00 cm por 140 cm, e para os estribos, trabalhados com a mesma faca, obteve-se as seguintes dimensões: 1,00 cm por 0,2 cm por 34 cm.

Estes tamanhos não foram determinados de forma aleatória, mas sim com o intuito de permitir que o material tivesse uma maior trabalhabilidade, visto que tendo tais dimensões deixava o material maleável para que pudesse ser dobrado e tivesse a forma adequada. Um detalhe importante no que tange ao corte das varas, é que se necessitou de um cuidado a mais quanto ao corte na sua realização, pois se trabalhado de forma aleatória, poderia ferir ou desestruturar as fibras internas do bambu. Sendo assim, o instrumento indicado para se conseguir o corte não seria uma lâmina serra,

porque seus dentes iriam realizar o corte de forma a desestruturar as fibras, mas sim um facão ou mesmo uma faca estrela. (SILVA, 2007).

A montagem das vigas, depois de todos estes estudos, foi realizada com os mesmos preceitos empregados para a montagem de uma armadura com aço convencional, concebendo a amarração das varetas longitudinais com as transversais através de arame cozido.

Tabela 12 - Medidas Médias das Taliscas de Bambu. Maceió – AL. 2007.

	ℓ (mm)	e (mm)	A (cm ²) - exp.	A(cm ²) teórica	erro rel.%
Média	10,2	6,25	0,64	0,60	6,25
D. pad.	0,92	0,68			

Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

Tabela 13 - Medidas Médias dos Estribos de Bambu. Maceió – AL. 2007.

	ℓ (mm)	e (mm)	A (cm ²) - exp.	A(cm ²) teórica	erro rel.%
Média	10,24	2,06	0,21	0,20	5,47
D. pad.	1,09	0,37			

Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

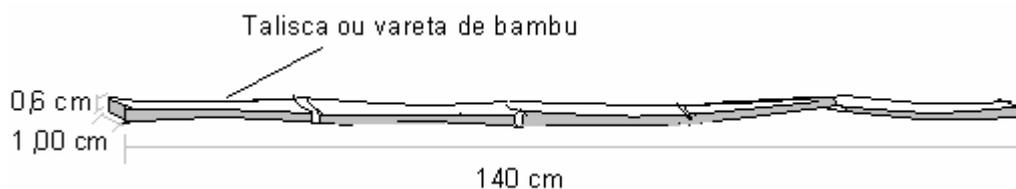


Figura 31 - Talisca de Bambu Utilizada Como Reforço. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007).



Figura 32 - Detalhe do estribo de bambu de 6 cm x 9 cm, usados nas vigas 1, 2, 3 e 3.1. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007).



Armação - $\rho = 3\%$

Armação - $\rho = 2\%$

Armação - $\rho = 1\%$

Figura 33 - Armações de bambu para as vigas 3 e 3.1, 2, e 1, respectivamente. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007).

4 Hipóteses e Conclusões

4.1 - Método 1

Após concretizados todos os procedimentos, realizou-se também os ensaios para as devidas verificações quanto a hipótese de se substituir o aço por bambu, num elemento de concreto armado. São inúmeras as possíveis possibilidades, tais como o reforço estrutural, substituição parcial ou total do aço. Afim de buscar respostas quanto a essas possíveis possibilidades, Oliveira e Vito (2012) procederam ensaio em elementos de viga dotados de aço, bambu e concreto. O bambu foi dimensionado como armadura principal, o aço por sua vez foi dimensionado como estribo e o concreto para sua devida função estrutural.

Por outro lado, Silva (2007) realizou ensaios para o mesmo elemento estrutural, ou seja, viga, porém, utilizou-se de espécie de bambu diferente se comparado aos parâmetros utilizados por Oliveira e Vito (2012). Em sua pesquisa, decorreram ensaios para três tipos de situações, onde cada uma envolveu um F_{ck} diferente dos demais. Nesta seção, iremos relacionar os resultados obtidos tanto pelo trabalho realizado por um quanto pelo outro, e iremos comparar os resultados, hipóteses e conclusões determinadas por cada um.

Para relacionar os resultados obtidos pelo ensaio que correlacionou a carga pelo deslocamento em vigas armadas com aço, Oliveira e Vito (2012) apresentaram os resultados em forma de gráfico, apresentado abaixo.

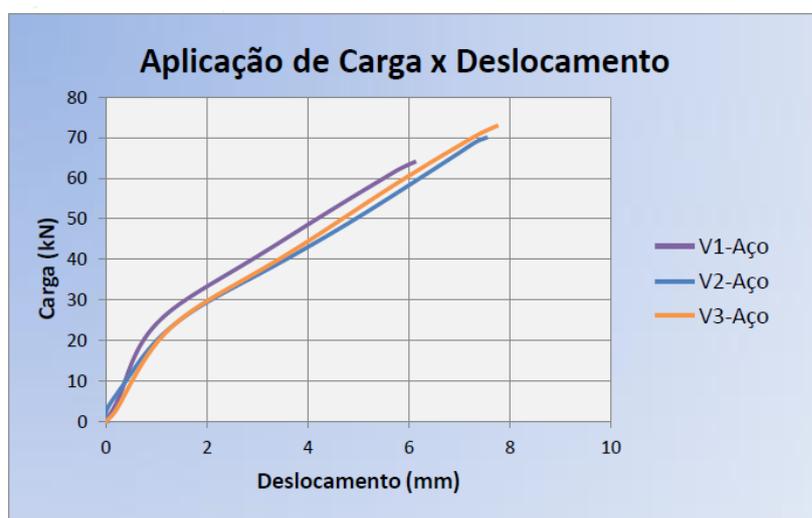


Figura 34 - Gráfico aplicação de carga x deslocamento das vigas de concreto armadas com aço. Criciúma – SC. 2012. Fonte: Elaborado por (OLIVEIRA & VITO, 2012)

Segundo Oliveira e Vito (2012, p. 09):

Analisando o gráfico, tendo como referencia o limite do domínio 2/3 para o qual as vigas foram calculadas, sendo esta carga de 62,18 kN, pode se perceber os deslocamentos ocorridos que foram todos abaixo dos 11,6 mm.

O próximo gráfico relaciona os resultados obtidos nos ensaios de vigas armadas apenas com bambu.

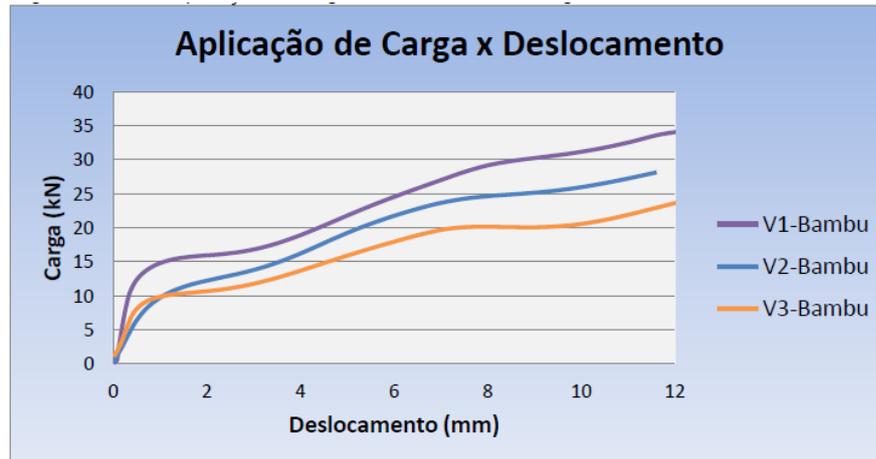


Figura 35 - Gráfico aplicação de carga x deslocamento das vigas de concreto armadas com bambu. Criciúma – SC. 2012. Fonte: Elaborado por (OLIVEIRA & VITO, 2012)

Em sua análise, Oliveira e Vito (2012) constataram que não foi possível alcançar o valor da carga dimensionada como parâmetro para o ensaio em nenhum dos resultados obtidos no experimento de viga armada com bambu.

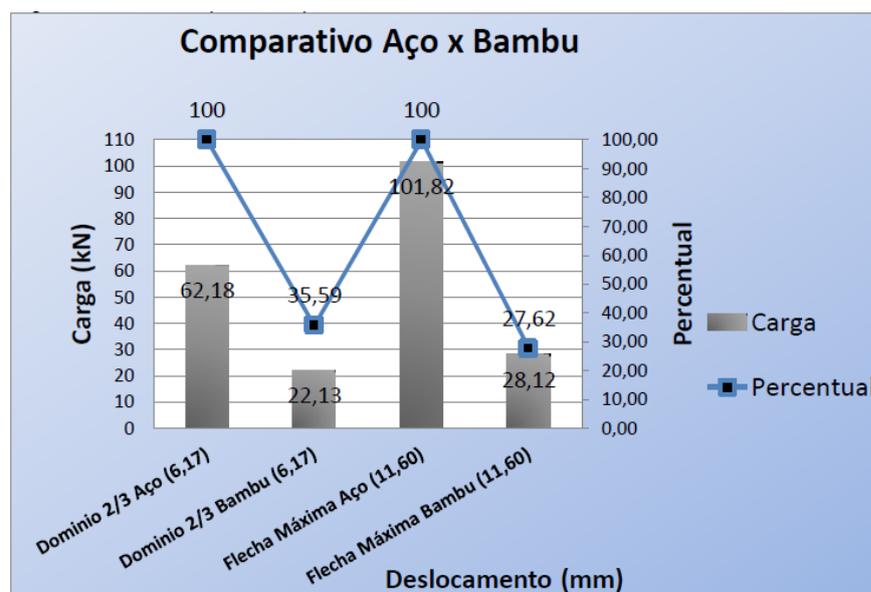


Figura 36 - Gráfico comparativo aço x bambu. Criciúma – SC. 2012. Fonte: Elaborado por (OLIVEIRA & VITO, 2012)

Analisando o gráfico foi possível constatar que o carregamento realizado na viga armada com aço atingiu um deslocamento médio de 6,17mm, quando a viga alcançou a carga na qual foi dimensionada para suportar. Porém, utilizando da mesma situação na viga armada com bambu, quando esta alcançou o mesmo valor de deslocamento médio que na viga armada com aço, o carregamento neste momento era de 22,13 KN, ou seja, a viga armada com aço suportou uma carga maior e obteve um deslocamento menor, enquanto a viga armada com bambu suportou uma carga menor quando ocorreu o mesmo valor de deslocamento.

Relacionando este resultado de outra forma, Oliveira e Vito (2012) determinaram que o resultado quando comparado em forma de porcentagem entre a viga de bambu e a viga de aço “atingiu 35,59% da carga da viga de referencia. Já na flecha máxima admissível, a viga armada com aço obteve uma carga de 101,82 kN, e a viga de bambu 28,12 kN, sendo este valor 27,62% da viga armada com aço.”

4.2 - Método 2

Empregando um método mais elaborado, onde buscou analisar as informações com mais detalhe e de forma minuciosa, Silva (2007) realizou um extenso trabalho utilizando o bambu da espécie *Bambusa vulgaris*, avaliou de forma detalhada a resistência quanto à tração, compressão, flexão e cisalhamento. Além disso, procedeu ensaio para 3 hipóteses com variação na resistência do concreto, obedecendo os critérios de comportamento com percentuais de 1%, 2% e 3%. Segundo Silva (2007, p. 90) “considera-se nesta parte do trabalho a viga padrão para aplicação teórica e ensaios de verificação experimental o modelo com seção transversal de 0,12 m x 0,15 m e comprimento de 1,20 m”.

Além disso, foi considerado por este autor que “as determinações dos traços do concreto usados nas vigas foram feitos de acordo com RODRIGUES, 1998, citado por (SILVA. 2007 p. 91).

Tabela 14 - Composição dos concretos usados nos ensaios. Maceió – AL. 2007.

Viga	fck28 (Mpa)	a/c (l/kg)	Dmáx(mm)	MF	Abtc(mm)	Traço
1	8	0,80	9,50	2,80		1:3,7:3
2	14	0,61	9,50	2,80	60	1:2,62:2,27
3, 3.1 e 4	20	0,60	9,50	2,80	60 60	1:2,55:2,23

Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

Na realização dos ensaios, fez-se o uso de strain gage distribuidos de forma estratégica, além de um extensômetro com strain gage possuindo capacidade de 10mm, além de uma máquina com suporte de 50tf.



Figura 37 - Viga instrumentada para o ensaio à flexão pura. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)



Figura 38 - Abertura da 1ª fissura com abertura inferior a 0,2 mm. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

Neste ensaio, observou-se que ocorreu a primeira fissuração na peça quando a máquina aplicou uma carga equivalente a 3,50 kN.



Figura 39 - Abertura da 2ª fissura - abertura aproximada de 0,4 mm. Carga de Ruptura. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)



Figura 40 - Destruição completa da viga para verificação da posição do reforço. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

Após o rompimento, retirou-se o material para averiguar o estado em que se encontrava seu interior e exterior. Foi possível determinar a ocorrência de algumas variações dentro do elemento 3 – $\rho = 3\%$, pois ao observar seu interior, percebeu-se um determinado deslocamento da armadura de bambu na peça, sendo que esta variação aconteceu quando a viga passou pela oscilação na mesa vibratória, para adensar o concreto. Além disto, foi possível perceber também o afrouxamento das taliscas, o que pode ser caracterizado como perda ou má aderência do material ao concreto. (SILVA, 2007)

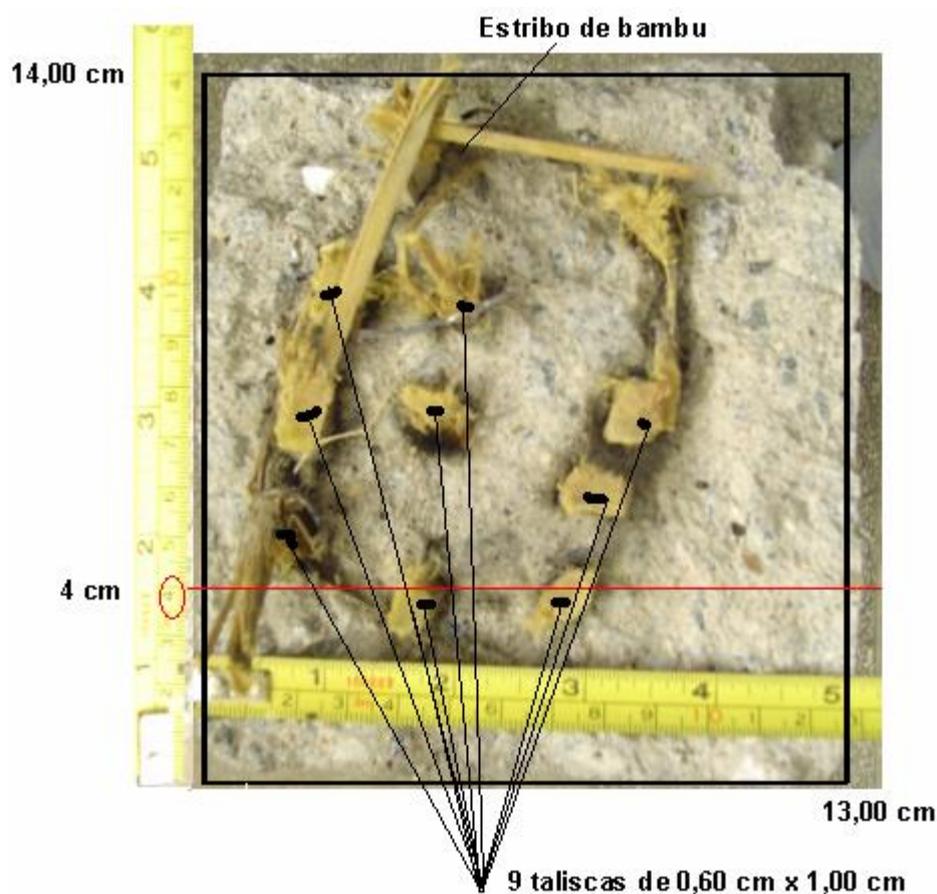


Figura 41 - Seção transversal da viga 3, após ruína para verificação da posição da armadura de bambu. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

4.2.1 – Verificação de Resistência da Viga 3

$$d = 14 - (4,5 + 0,5 + 0,2) = 8,8\text{cm}$$

$$d = 0,088\text{m}$$

$$b_w = 0,128\text{ m}$$

$$h = 0,140\text{ m}$$

$$z = (2/3) * 0,088 = 0,059\text{m}$$

4.2.2 – Verificação do Momento e da Carga P da Viga 3

Para esta verificação, optou-se por demonstrar os resultados em forma de tabela, sendo estes obtidos através da fórmula $M_d = 1324 \cdot b_w \cdot h \cdot d$.

Tabela 15 - Resumo das propriedades físicas do *Bambusa vulgaris*. Maceió – AL. 2007.

b_w	d	Altura h	ℓ	M_d	$M = M_d/1,9$	P
(m)	(m)	(m)	(m)	KN*m	KN*m	KN
0,128	0,088	0,140	1,200	2,09	1,10	5,50

Fonte: (SILVA, 2007)

4.2.3 – Verificação da Deformação Vertical da Viga 3

Neste passo, empregou-se como parâmetro para os cálculos as informações contidas na imagem. Os resultados dos cálculos estão apresentados logo abaixo, em tabela.

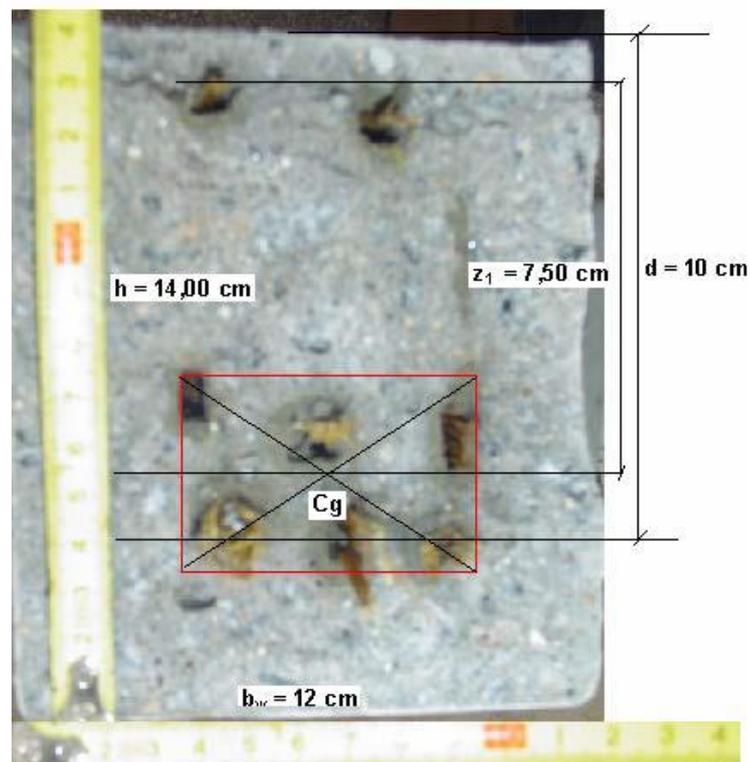


Figura 42 - Seção transversal da viga 2, após ruína, para verificação da posição da armação de bambu. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

Tabela 16 - Parâmetro 1 - para o cálculo da flecha da viga 3. Maceió – AL. 2007.

bw	Altura h	ℓ	x	yt	X	d
(m)	(m)	(m)	(m)	KN*m	KN*m	KN
0,128	0,140	1,200	0,400	0,070	0,0150	0,0880

Fonte: (SILVA, 2007)

Conhecendo as informações determinadas na tabela acima, foi possível então produzir os valores do cálculo da deformação no estágio 2 considerando um concreto de $f_{ck} = 20\text{MPa}$.

Tabela 17 - Parâmetro 2 para o cálculo da flecha da viga 3. Maceió – AL. 2007.

Ic	Fck	Ecs	Eb	Fct. Inf.	αe	α	III
m⁴	MPa	MPa	MPa	MPa			m⁴
0,0000293	28,70	25500,45	9380,0	1,969	0,368	1,5	1,198E-06

Fonte: (SILVA, 2007)

Segundo Silva (2007), sabendo-se que o valor do momento de fissuração para a viga estudada é de 0,882 kN.m e $E_{cs} \cdot I_c = 0,746 \text{ MN.m}^2$, pode-se então determinar o valor da flecha ocorrida em conformidade com a carga dissipada sobre a mesma, lembrando que o valor admissível da flecha para este caso é de 3,43mm. Abaixo listaremos os resultados encontrados demonstrado em forma de tabela.

Tabela 18 - Cálculo das flechas da viga 3, em função das cargas. Maceió – AL. 2007.

Cargas P	Ma	(E.I)eq.	a
KN	KN*m	MN*m²	mm
0,49	0,10	5,217E+02	5,76E-05
0,98	0,20	6,524E+01	9,21E-04
1,47	0,29	1,935E+01	4,66E-03
1,96	0,39	8,181E+00	1,47E-02
2,45	0,49	4,204E+00	3,57E-02
2,94	0,59	2,446E+00	7,37E-02
3,43	0,69	1,551E+00	1,36E-01
3,92	0,78	1,049E+00	2,29E-01
4,41	0,88	7,461E-01	3,63E-01
4,90	0,98	5,522E-01	5,44E-01
5,50	1,10	3,994E-01	8,45E-01
5,99	1,20	3,161E-01	1,16E+00

6,48	1,30	2,561E-01	1,55E+00
6,97	1,39	2,118E-01	2,02E+00
7,46	1,49	1,784E-01	2,57E+00
7,95	1,59	1,527E-01	3,19E+00
8,44	1,69	1,326E-01	3,90E+00
8,93	1,79	1,167E-01	4,69E+00

Fonte: (SILVA, 2007)

Nesta tabela anterior, destacou-se em vermelho o valor de carga no qual a viga foi dimensionada, e podemos observar que esta apresentou uma flecha de 0,85mm, ou seja, menor que a admissível, visto que nesta ocasião admitia-se uma flecha de 3,43mm. Portanto, segundo Silva (2007, p.97) “Isto significa que para a carga de serviço a viga se comporta de forma adequada”.

4.2.4 – Verificação da Abertura de Fissuras Para a Viga 3

Como dito anteriormente, considerou-se como valor máximo para abertura de fissuras o permitido para a classe de agressividade IV, $w_k = 0,2$ mm. Como carga de ruptura, considerou-se a carga no valor de $f_{ctk,m} = 2,81$ MPa, sendo este o ponto onde se localizou a primeira fissura.

Tabela 19 - Cálculo da abertura de fissuras em função das cargas e as tensões médias correspondentes no concreto e no reforço de bambu. Maceió – AL. 2007.

Cargas P	Ma	σ_c	σ_b(média)	W
KN	KN*m	MPa	MPa	Mm
0,49	0,10	1,23	2,19	0,00
0,98	0,20	2,46	4,39	0,00
1,47	0,29	3,68	6,58	0,00
1,96	0,39	4,91	8,78	0,01
2,45	0,49	6,14	10,97	0,01
2,94	0,59	7,37	13,17	0,01
3,43	0,69	8,60	15,36	0,02
3,92	0,78	9,83	17,57	0,02
4,41	0,88	11,06	19,77	0,03
4,90	0,98	12,29	21,96	0,03
5,50	1,10	13,79	24,65	0,04
5,99	1,20	15,02	26,85	0,05
6,48	1,30	16,25	29,05	0,05
6,97	1,39	17,48	31,24	0,06
7,46	1,49	18,71	33,44	0,07

7,95	1,59	19,93	35,64	0,08
8,44	1,69	21,16	37,83	0,09
8,93	1,79	22,39	40,03	0,10

Fonte: (SILVA, 2007)

De acordo com Silva (2007. P. 97): “Observa-se que a abertura de fissuras para a carga de serviço é de 0,06 mm, menor que o limite previsto que é de 0,20 mm”. Sendo assim, conclui-se que em relação as fissuras que possam ocorrer, a viga reage adequadamente.

4.2.5 – Verificação do Cálculo de Ruptura Teórica Para a Viga 3

Podemos observar os resultados através da tabela abaixo.

Tabela 20 - Determinação da carga de ruptura teórica. Maceió – AL. 2007.

Cargas Prt	Ma	a	σ_c	σ_b (média)	w
KN	KN*m	mm	MPa	MPa	mm
12,50	2,50	1,24E+01	31,34	56,03	0,20

Fonte: (SILVA, 2007)

Portanto, temos que a carga de ruptura corresponde a 12,50 KN. Para este experimento, permitiu-se que a cura das vigas fosse realizada com a incidência de intempéries, em ambiente desfavorável, tornando-as suscetíveis a umidade. Abaixo estarão representados os valores obtidos na coleta de dados realizada através do ensaio, ressaltando que o valor médio do f_{ck} utilizado foi de 28,70 MPa.

Tabela 21 - Resultado experimental obtido no ensaio da viga 3. Maceió – AL. 2007.

Cargas P	Ma	ϵ	a	a
KN	KN*m	$\mu\text{m/m}$	μm	mm
0,49	0,10	0	0	0,00
0,98	0,20	0	0	0,00
1,47	0,29	12	0	0,00
1,96	0,39	41	10	0,01
2,45	0,49	70	16	0,02
2,94	0,59	99	82	0,08
3,33	0,67	122	140	0,14
3,50	0,70	132	157	0,16
3,67	0,73	142	180	0,18
3,83	0,77	147	200	0,20

4,02	0,80	163	227	0,23
4,22	0,84	175	254	0,25
4,41	0,88	194	260	0,26
4,63	0,93	199	308	0,31
4,86	0,97	212	339	0,34
5,10	1,02	222	380	0,38
5,50	1,10	250	425	0,42

Fonte: (SILVA, 2007)

Desta maneira, ainda se comparou os resultados utilizando outro parâmetro, visto que em teoria foi apresentado um resultado, e no experimental outro. Silva (2007) realizou a comparação entre o resultado teórico e o experimental utilizando de um gráfico que será demonstrado a seguir.

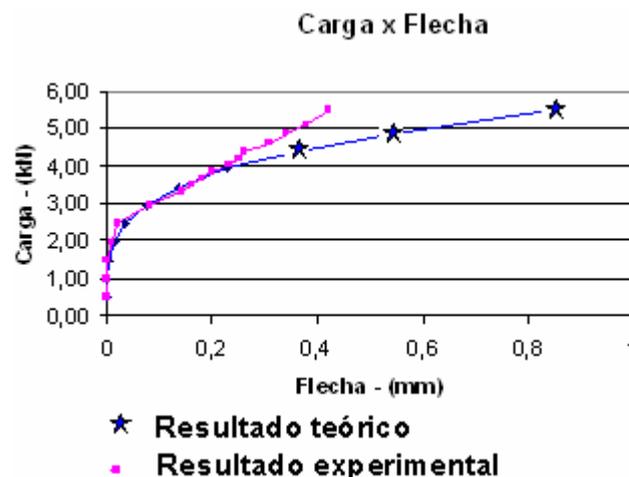


Figura 43 - Gráfico que representa as deformações verticais correspondentes aos resultados experimental e teórico em função das cargas. Maceió – AL. 2007. Fonte: Elaborado por (SILVA, 2007)

Observa-se que se chegou a um resultado satisfatório, pois no que tange a resistência de serviço, ou seja, o quanto a viga suporta de carga antes de fissurar ou apresentar falhas, constatou-se que os resultados obtidos estão dentro do calculado para o trabalho em questão. Além disso, levando em conta a carga de serviço, a deformação vertical apresentada pela viga mostrou-se dentro dos parâmetros estabelecidos, visto que o resultado do experimento foi menor que o previsto no modelo teórico, estando assim dentro dos parâmetros admissíveis de cálculo. (SILVA, 2007)

Porém, este autor (SILVA. 2007, p. 99) constatou que “quanto à carga de ruptura, que é a carga que provoca uma fissura de 0,20 mm no concreto, houve uma diferença entre o valor teórico e o valor experimental, sendo este valor menor que o valor previsto teoricamente”.

5 Considerações Finais

Inicialmente, este trabalho consistir-se-ia em uma revisão bibliográfica e um experimento que ao ser realizado através de uma prensa hidráulica, contribuiria para o crescimento científico-tecnológico dos meios construtivos e para gerar informações acadêmicas relevantes, para as instituições de ensino técnico e superior da cidade de Três Rios/RJ que permitiram que suas dependências laboratoriais fossem utilizadas para a realização do ensaio utilizando suas respectivas prensas hidráulicas. Para o ensaio, seriam confeccionadas três vigas de concreto com dimensões de comprimento que variavam de 1,5 m a 2,5 m, utilizando concreto com fck a se definir em projeto, juntamente com as devidas armações.

Duas das três vigas seriam confeccionadas contendo a armadura principal em bambu, e os estribos em aço, sendo que, estas duas vigas, iriam variar entre si na forma com que as armações de bambu seriam distribuídas dentro delas, a fim de demonstrar possivelmente, as variações nos resultados que poderiam ocorrer no ensaio. A terceira viga seria confeccionada com aço e elaborada utilizando a forma convencional de se montar e dimensionar uma viga, utilizando das fórmulas já conhecidas e coeficientes determinados em norma.

No entanto, devido à pandemia enfrentada por todos no ano 2020, necessitou-se de uma breve mudança na maneira pela qual procederia a realização deste estudo, passando então a ser uma revisão bibliográfica comparativa entre dois trabalhos previamente elaborados, sendo analisado seus resultados, com vistas a apresentação de uma conclusão sobre o tema.

Nesta comparação, preocupei-me em demonstrar os métodos utilizados na montagem e confecção da viga, comparando a forma de distribuição do aço e do bambu dentro da viga. Cada trabalho possuía sua peculiaridade, particularidade, sendo estas as características que fazem toda a diferença, pois justamente nas suas variações de métodos que se tornou possível demonstrar que detalhes importam, já que se trata de um tema inovador.

Desta forma, dividiu-se a apresentação do trabalho em Método 1 e Método 2. No Método 1, utilizou-se do bambu da espécie *Dendrocalamus Giganteus*, onde de forma análoga fez-se a montagem da viga contendo bambu na armadura principal e aço para os estribos, e suas dimensões eram 40cm de altura por 290cm de comprimento (vão teórico). Ao final de todos os resultados, pode-se comparar cada gráfico obtido e chegar à conclusão de que a utilização do bambu para combater a

flexão em vigas de concreto é viável do ponto de vista estrutural para a situação que foi proposta. Porém, partindo do princípio da ampliação da utilização do bambu em um elemento estrutural, constatou-se que se faz necessário a continuidade dos, pois a vida útil do bambu dentro do concreto, demonstrou ter pouca durabilidade.

A proposta apresentada pelo trabalho do Método 1 foi o de utilizar bambu na produção de armaduras para vigas de casas populares, podendo assim reduzir drasticamente os custos, conseguindo uma edificação com construção mais econômica, além de na sua totalidade, se tornar uma estrutura mais leve se comparado com uma viga armada com aço. Sendo assim Oliveira e Vito (2012, p.11) determinaram como conclusão que, utilizando a carga dimensionada, “podemos com uma margem confiável, assentar uma parede de alvenaria ao qual está possui um peso específico de 13 kN/m^3 , com dimensões $0,15 \times 2,50 \times 3,00 \text{ m}$, resultando em um volume de $1,125 \text{ m}^3$, somando uma carga total de $14,63 \text{ kN}$ ”.

No Método 2, Silva (2007) usou do bambu da espécie *Bambusa vulgaris*, pois da mesma forma da espécie utilizada no trabalho do Método 1, é uma espécie das mais indicadas para ser aproveitada no suporte de carga em elementos estruturais, visto que sua resistência a tração e flexão são compatíveis com o proposto. Após a realização de todos os cálculos, confecção e demonstração de todos os gráficos, foi possível determinar que é viável e admissível a utilização do bambu como reforço estrutural em elemento de viga de concreto armado, porém, constatou-se a necessidade de melhorar a aderência entre o bambu e o concreto.

Como demonstrado aqui neste trabalho, já existem métodos que contribuem para a melhoria no que tange a aderência entre o bambu e o concreto, podendo citar como exemplo o método do chapisco de piche com areia, que permite se ter uma superfície rugosa por conta dos grãos de areia que ali se encontram, tornando a superfície impermeável, dificultando a absorção de água que ocorreria entre o bambu e o concreto, permitindo assim, que o concreto tenha a sua cura com a devida quantidade de água, prevenindo as fissuras por retração da peça.

Para o Método 2, procedeu-se uma pesquisa mais ampla se comparado ao Método 1, tendo em vista as possibilidades estudadas e não pela falta de informação ou mesmo por causa de uma montagem mais enxuta, pois tanto no Método 1 quanto no Método 2, foram apresentados resultados satisfatórios para as condições impostas, sendo favoráveis ao tema ou não.

Em sua conclusão, Silva (2007) determinou que a substituição do aço pelo bambu é viável dentro de determinados limites, podendo realizar vigas armadas com bambu para serem destinadas ao uso de construções rurais ou de construções de pequeno porte, tendo como pilar principal a redução da quantidade de aço dentro do elemento estrutural. Além de substituir o aço como armadura principal, este autor constatou também que o bambu pode ser usado em forma de taliscas dentro da viga, procurando-se ter apenas o cuidado com o bambu no que tange ao tratamento contra insetos, devido ao amido apresentado na estrutura interna do bambu, por ser este amido um alimento para insetos. Um inseto em especial denominado cientificamente por *Dinoderus minutus* é um dos principais responsáveis por ataques ao bambu.

Apesar de o bambu ter a superfície externa lisa, o que é um ponto de preocupação quanto à aderência entre o bambu e o concreto, bem como, no caso da umidade, uma das precauções quanto a utilização do bambu como substituto ao aço, é à cura do elemento, lembrando sempre que é preciso submeter esta peça a uma cura controlada, em ambiente seco. Assim, de acordo com Silva (2007 p.122) “não se deve fazer a cura das vigas de concreto reforçadas com bambu em ambiente úmido. Isto acarreta perda de aderência bambu-concreto pelo fato de o bambu ser um material higroscópico”.

Como último aspecto de sua conclusão, Silva (2007) determinou o controle que se deve ter sobre o fator água cimento (a/c) do traço de concreto, extremamente importante e determinante para se traçar o futuro da vida útil do elemento. Sendo assim, Silva (2007, p.122) indica que “deve-se usar nas vigas de concreto com reforço de bambu, concretos com baixo fator a/c , ($a/c < 0,50$), a fim de evitar a absorção de água pelo bambu durante a cura do mesmo”.

Portanto, considerando os resultados dos ensaios realizados nos dois trabalhos citados nesta pesquisa, podemos concluir que com as devidas precauções, é possível utilizar o bambu como substituto do aço em elemento estrutural de viga, sendo indicado em substituição a estruturas mais simples, como por exemplo, estruturas de casas populares. O tema é inovador, demanda outros estudos mais profundos no que tange a sua utilização para alcançar patamares maiores de substituição, pois todos os fatores apresentados aqui que danificam a relação bambu-concreto possuem soluções para à adequação das duas questões problemáticas apresentadas.

Referências

AECweb, A. e., & Marçal, V. H. **Bambu pode suportar carga superior à do próprio aço.** *AECweb Revista Digital*, 1. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/bambu-pode-suportar-carga-superior-a-do-proprio-aco/9455>. Acesso 03 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA, d. C. **O Papel - O Potencial do Bambu.** *Revista Mensal de Tecnologia em Celulose e Papel*. Perdizes, São Paulo, Brasil: ABTCP. Ed. De 04/04/2015.

BRASIL, M. d. *MMA - Ministério do Meio Ambiente, Brasil*, de Ministério do Meio Ambiente, 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso 21 mai. 2020.

CARBONARI, G., SILVA, N. M., PEDROSA, N. H., ABE, C. H., SCHOLTZ, M. F., ACOSTA, C. C., et al. **Bambu - O Aço Vegetal.** *Artigo Bambu - O Aço Vegetal*, 3(1), 05, 1-25, 2017. Londrina, PR, Brasil: Mix Sustentável. Disponível em file:///C:/Users/User/Downloads/1876-5881-1-PB.pdf. Acesso 21 mai. 2020.

CARDOSO, R. J. **Arquitetura com Bambu.** *Mestrado*. Porto Alegre, RS, Brasil: UNIDERP - UFRGS/PROPAR. Disponível em: http://bamusc.org.br/wp-content/uploads/2009/05/arquitetura_com_bambu_rubens-cardoso-filho.pdf. Acesso 6 jun. 2020.

CASTANHEIRA, R. P., GUEDES, F. L., CASTRO, C. F., ALMEIDA, K. P., & AZEVEDO, F. G. **A Viabilidade do Uso de Tecnologias Sustentáveis na Construção Civil.** *Revista Eletrônica Estácio Recife*, V1(3), 1-7, dezembro 2016. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/88-186-1-SM.pdf. Acesso 14 mai 2020.

CRUZ, M. L. (05 de Agosto de 2002). **Caracterização física e mecânica de colmos inteiros do bambu da espécie Phyllostachys áurea: Comportamento à flambagem.** *Mestrado*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: PUC – RIO, 05 de agosto de 2002. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=3846@1>. Acesso 18 mai. 2020.

FERNANDES GARCIA, J. D., SILVA BARBOSA, A., & BATISTA DA SILVA, M. (07 de Junho de 2017). **Estudo Sobre a Substituição do Aço Pelo Bambu Dendrocalamus Giganteus.** *Artigo*. (W. JOSÉ GASPARGAR, Ed.) São Paulo, SP, Brasil, 7 de junho de 2017. Disponível em: <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2017/trabalho-1000025245.pdf>. Acesso 21 mai 2020.

FERRAZ, H. (6 de Março de 2005). **O Aço na Construção Civil.** *Artigo*. São Carlos, São Paulo, Brasil: Revista Eletrônica de Ciências. Revista Eletrônica de Ciências - Número 22 - Outubro / Novembro / Dezembro de 2003. Disponível em: <https://www.ft.unicamp.br/~mariaacm/ST114/O%2520A%25C7O%2520NA%2520CONSTRU%25C7%25C3O%2520CIVIL.pdf>. Acesso 20 mai. 2020.

FREITAS, D. R., & COELHO, M. F. **A importância do aço na construção civil.** *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 07(09), 1-8, 2003. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/aco-na-construcao>. Acesso 25 abr. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, SP, Brasil: Atlas.

MARÇAL, V. H. **Uso do Bambu na Construção Civil.** *Trabalho de Conclusão de Curso - TCC.* Anap Brasil – Revista Científica v.12, n. 24, 2019. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/File/1985/1892. Acesso 20 abr. 2020.

MESQUITA DE OLIVEIRA, T. Y. (Agosto de 2015). **Estudo Sobre o Uso de Materiais de Construção Alternativos que Otimizam a Sustentabilidade em Edificações.** *Trabalho de Conclusão de Curso - TCC*, 1-114. (J. d. SANTOS, Ed.) Rio de Janeiro, RJ, Brasil: UFRJ - Escola Politécnica. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014837.pdf>. Acesso 23 mai. 2020.

DRUMOND, P. M. e WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil. Da Biologia à Tecnologia,** organização Patrícia Maria Drumond e Guilherme Wiedman - (1ª Edição ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Instituto Ciência Hoje. 2017.

OLIVEIRA, C. S., & VITO, M. **Substituição Total do Aço, Usando Bambu como Armadura de Combate a Flexão em Vigas de Concreto.** *Trabalho de Conclusão de Curso - TCC.* Criciúma, Santa Catarina, Brasil: UNESC. 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1535/1/Claiton%20Sommariva%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso 12 abr. 2020.

PADOVAN, R. B. **O Bambu na Arquitetura: Design de Conexões Estruturais.** *Mestrado.* Bauru, São Paulo, Brasil: UNESP. 2010. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/89702/padovan_rb_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso 18 mai. 2020.

SANTOS FERREIRA, G. C. **Vigas de Concreto Armadas com Bambu.** *Mestrado*, 1-164. (A. Lopes Moreno Jr, Ed.) Campinas, SP, Brasil: UNICAMP, 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258714/1/Ferreira_GisleivaCristina dos Santos_M.pdf. Acesso 8 jun. 2020.

SILVA FERREIRA, L. **Durabilidade das armaduras de bambu tratado utilizadas como reforço em pilares de concreto armado.** *Mestrado*, 1-127. (K. GHAVAMI, Ed.) Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/durabilidade-das-armaduras-de-bambu-qnjxy9jrl486>. Acesso 8 jun. 2020.

SILVA, O. F. **Estudo sobre a Substituição do Aço Liso pelo Bambusa Vulgaris, como Reforço em Vigas de Concreto, para o uso em Construções Rurais.** *Mestrado.* Maceió, Alagoas, Brasil: Universidade Federal de Alagoas, 2007. Disponível em:

https://ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgec/dissertacoes_arquivos/Dissertacoes/Oswaldo%20Ferreira%20da%20Silva.pdf. Acesso 5 mai. 2020.

SOUZA, L. A. **Processo de Fabricação do Aço**. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/processo-de-fabricacao-do-aco-3/4752314/>. Acesso 21 mar. 2020.

ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CONJUNTO HABITACIONAL SOCIAL NA CIDADE DE TRÊS RIOS

ACADÊMICOS: Bráulio de Sousa Ribeiro; Emerson Cruz de Andrade.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Ricardo da Silva Monteiro.

LINHA DE PESQUISA: Patologias na Construção.

RESUMO

As manifestações patológicas e anomalias na construção civil afetam a qualidade construtiva e o desempenho das habitações populares. Dentre as manifestações patológicas a mais comum em edificações são as trincas, que podem levar a suspeita de um estado perigoso para a estrutura e ainda comprometer seu desempenho, comenta Thomaz (2007). Conhecendo as anomalias, a frequência em que ocorrem e seus vícios construtivos, formar-se-ão a base para a elaboração de medidas preventivas e corretivas em futuros “empreendimentos”. O desenvolvimento da pesquisa utilizou vistoria “in loco”, entrevista com moradores e colaboradores, pesquisa literária e documental encontradas em segmentos dos órgãos públicos locais, além de revisão bibliográfica especializada, visando identificar as frequentes manifestações patológicas em conjunto de habitação social, na cidade de Três Rios, estado do Rio de Janeiro, localizado nos bairros: Bairro Cidadão (Habitat) com 550 unidades habitacionais (casas térreas) e Barros Franco (Residencial Condomínio Recanto do Lago), com 57 blocos, totalizando 228 unidades de apartamentos. Analisando tanto nos projetos, quanto nos métodos construtivos, de forma a termos um resultado satisfatório do produto final. Evitando assim, as anomalias e patologias neste tipo de edificação e com isso aumentar a vida útil das unidades habitacionais.

PALAVRAS-CHAVE: habitação social; projeto; métodos construtivos; patologia; durabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O difícil acesso das famílias de baixa renda e a especulação imobiliária dificultam a aquisição de um imóvel, tendo como consequência o aumento do déficit habitacional no Brasil, o que ocasionou a construção de edificações em grande escala, voltadas para classes de menor poder aquisitivo, (RODRIGUES, 1991). Sendo assim, apesar das diversas tecnologias já desenvolvidas, observa-se um aumento significativo nas manifestações patológicas e anomalias na construção civil em edificações voltadas à habitação Social. De acordo com a (Revista forense), os problemas mais recorrentes nessas habitações são: rachaduras, infiltrações, falha nas instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias, sem sistemas de drenagem adequados, ocasionando a inundação das casas e do entorno, trazendo danos e desconforto aos moradores, que em sua maioria não possuem condições de recuperar o imóvel.

O conceito de habitação se relaciona diretamente com: quantidade, qualidade, custo e durabilidade. Onde, quantidade diz respeito ao déficit habitacional, a qualidade com os conceitos de desempenho e construtibilidade, estando diretamente relacionado ao custo e durabilidade, de acordo com Lima (2005).

A constituição brasileira assegura o direito à moradia, visando oferecer à população de baixa renda, a possibilidade de conquistar sua casa própria – um dos maiores anseios da população – condição básica para se conquistar cidadania, dignidade e autoestima, cabendo ao Estado garantir esse direito, promovendo políticas públicas eficazes, corrigindo os déficits históricos, herança das políticas habitacionais no decorrer do crescimento das cidades brasileiras, (SOUSA, 1991, p.1).

Em março de 2009, foi lançado o plano habitacional “Minha Casa, Minha Vida”, objeto de construção de milhões de moradias e geração de emprego e renda, aumentando o investimento na construção civil, entrando em vigor a Lei n. 11.888 (BRASIL, 2008), garantindo a assistência técnica gratuita, prestada por engenheiros e arquitetos, a moradores do campo ou da cidade para construir, reformar e ampliar, ou regularizar casas com até 60 m². Planos habitacionais como o “Minha Casa, Minha Vida”, são exemplos de construções executadas de forma rápida, que acabam apresentando manifestações patológicas, que acarreta a deterioração precoce dos imóveis, exigindo alto número de ações de manutenção em razão das manifestações patológicas frequentemente encontradas, Carraro (2010).

As manifestações patológicas e anomalias na construção civil afetam a qualidade construtiva e o desempenho das habitações populares, é uma ciência

experimental e consiste no estudo das falhas construtivas de uma edificação (VITÓRIO, 2003). Conhecendo as anomalias, a frequência em que ocorrem e os vícios construtivos, formar-se-ão a base para a execução de medidas preventivas e corretivas em futuros empreendimentos, como se elas estivessem doentes precisando ser diagnosticadas e tratadas. Este trabalho de pesquisa evidencia algumas manifestações patológicas presentes nesses dois empreendimentos, Bairro Cidadão (Habitat) com 550 casas, e o Empreendimento Residencial Condomínio Recanto do Lago, no bairro Barros Franco, com 57 blocos, totalizando 228 apartamentos, localizados na cidade de Três Rios.

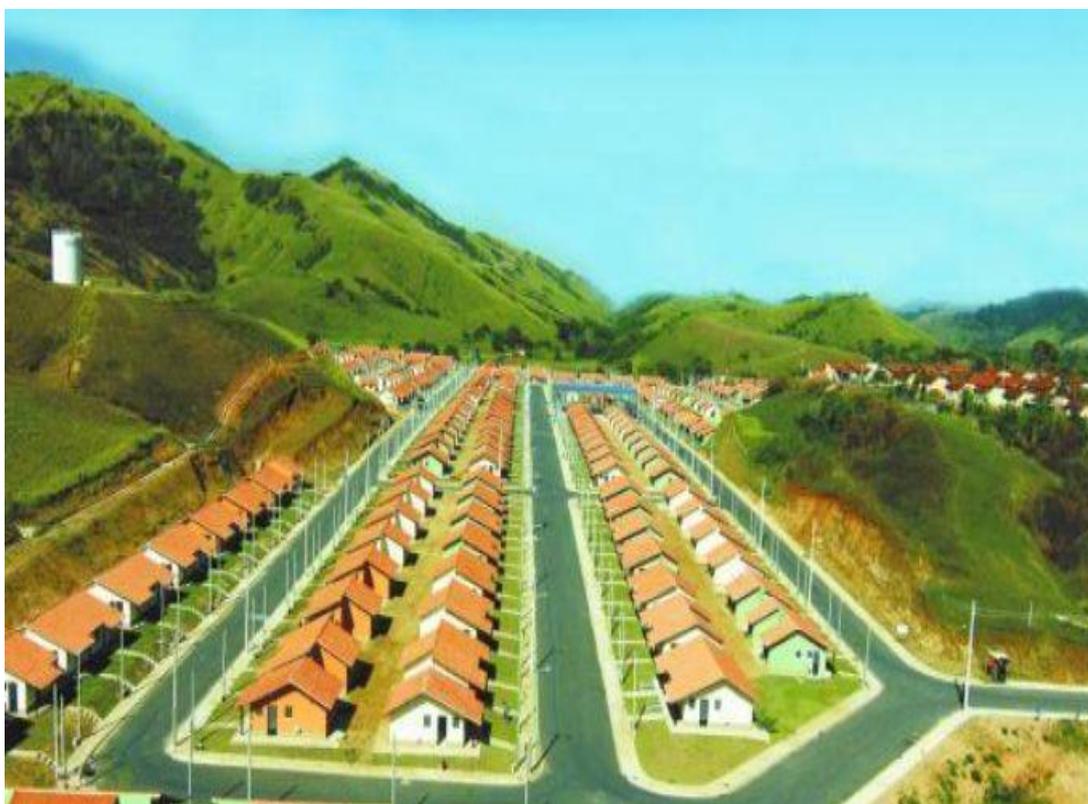


Figura 1: Bairro Cidadão Fonte: Foto: ENTRE-RIOS JORNAL Fevereiro 04 10:102014

O objetivo do estudo é a identificação das principais formas de patologias resultantes de materiais e serviços de baixa qualidade, suas causas, seus efeitos, e possíveis soluções para prevenir ou realizar o tratamento corretivo aos danos causados e ainda a natureza dos problemas ocasionados pelas mesmas. Contribuir com o processo de projeto, gestão da construção e utilização das habitações de interesse social, oferecendo diretrizes para a prevenção. Pretende-se colaborar com engenheiros, arquitetos, e demais profissionais da área de construção civil, a partir do fornecimento de informações que os levem ao entendimento das patologias presentes nas habitações populares de cunho social, de modo a evitá-las e se não for possível, dispor de suporte para buscar formas eficazes de saná-las.

Justifica-se a escolha do tema pela reincidência das diversas ocorrências de patologias nas construções, que podem ser evitadas ou reduzidas através da criação de setores na construtora, capazes de dar suporte necessário à boa prática construtiva. A redução do déficit habitacional depende do desenvolvimento de um trabalho consistente voltado para a criação de políticas públicas, bem como, de projetos para o desenvolvimento de habitações com baixo custo e desempenho satisfatório (NBR 15575 2013). Com a participação de vários segmentos da sociedade, como associações de profissionais, universidades, setor produtivo e também a Câmara Brasileira da Indústria da Construção-CBIC. Em 19 de julho de 2013, entrou em vigor a ABNT NBR 15.575 “Edificações Habitacionais-Desempenho”. O desafio é promover condições viáveis para investimentos em máquinas, processos produtivos e qualificação de mão de obra; com vista à sustentabilidade da indústria da construção civil (Norma de Desempenho - Guia CBIC, 2013, pg. 10). Faz-se necessário, também a análise sobre a participação da iniciativa privada na produção destas habitações destinadas à população de baixa renda.

Waldhelm (2014) salienta que devido ao déficit habitacional são necessárias políticas públicas e desenvolvimento de projetos apropriados para as habitações de baixo custo alcançarem um desempenho satisfatório. Porém, na execução dessas obras têm sido observadas inúmeras falhas construtivas, muitas vezes, causadas pela

ausência de acompanhamento técnico por profissional habilitado, sucedendo a falta de controle ou garantias relacionados à qualidade, estabilidade e durabilidade. Analisar as manifestações patológicas e promover sua prevenção tem um papel determinante. A autora ressalta que o levantamento das manifestações patológicas nestes empreendimentos de habitações de baixo custo contribui para o mapeamento e expõe a dimensão do problema, e isso, pode contribuir para elaboração de novos projetos e construções. Desta forma, as ações de prevenção das patologias assumem um papel importante; dentre as ações de prevenir e reparar danos, a primeira possui maior importância, evita gastos consideráveis com as construções e com seus usuários.



Figura 2: Recanto do Lago Fonte: Foto: ENTRE-RIOS JORNAL Março 2810:112015

O modo como um tipo de patologia instalada nas unidades visitadas é evidenciado com pesquisas em campo a fim de se detectar a incidência, as possíveis causas, as origens e as consequências, torna-se de extrema importância. Quanto mais tarde for apontado, mais sérios serão os possíveis danos à estrutura, incitando revolta dos moradores e ações judiciais. Propõe-se oferecer um maior conhecimento do usuário sobre a correta utilização e manutenção da edificação como procedimentos a serem seguidos e manuais do usuário, que auxiliam na prevenção das patologias, postergando a vida útil do imóvel.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Na década passada, iniciou-se o estudo de uma Norma para Desempenho de Habitações que deveria entrar em vigor em 2010, mas passou primeiramente por revisão. Depois da revisão concluída, com participação de vários segmentos da sociedade, como associações de profissionais, universidades, setor produtivo e também a Câmara Brasileira da Indústria da Construção. O conjunto normativo ABNT NBR 15575:2013, Edificações Habitacionais-Desempenho inova com o conceito de comportamento em uso dos componentes e sistemas das edificações, sendo que essas devem atender e cumprir as exigências dos usuários ao longo dos anos. Com essa norma, espera-se uma mudança na cultura construtiva de edificações no que diz respeito a projeto, edificação e manutenção.

O Código de Defesa do Consumidor (C.D.C.) estabelece uma série de regras para as relações entre produtores e consumidores, e impõem sanções aos responsáveis técnicos caso o produto comercializado apresente falhas em uso ou vícios de construção. O CDC também proíbe a colocação no mercado de produtos e serviços que não atendam as normas técnicas brasileiras da Associação Brasileira de Norma Técnica (ABNT).

Quando uma habitação é comercializada, espera-se que em um prazo curto de tempo ela não apresente problemas. Caso ocorra, a reparação deve ser rápida.

De acordo com Mello (2010), é considerado vício um defeito grave que torna um produto inadequado para certos fins ou funções; e defeito é a imperfeição, a deformidade.

Nogueira (2003) cita que, a responsabilidade do construtor por uma obra executada relaciona-se tanto ao surgimento de vícios ocultos e aparentes, como

também à responsabilidade quanto à solidez e segurança da obra construída, conforme descrito no artigo 1245 sobre empreitada: O “Código Civil Brasileiro (1916): Art. 1245, diz que: nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante 5 (cinco) anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais e do solo, exceto, quanto a este, se, não o achando firme, preveniu em tempo o dono da obra”.

O Novo Código Civil Brasileiro, Lei 10.406 de 10 de Janeiro de 2002, praticamente repetiu o Artigo 618, fazendo algumas modificações.

Mello (2010) cita os tipos de vícios do Código Civil:

- vícios aparentes - são aqueles que qualquer pessoa pode constatar;
- vícios ocultos - são aqueles que não se percebe de imediato, não são aparentes ou foram dissimulados, e são notados por uma pessoa com aptidão técnica;
- vícios redibitórios - são os vícios ocultos de que é portadora a coisa objeto de contrato comutativo e que a torna imprópria ao uso a que se destina ou prejudicam seu valor;
- vícios referentes à Habitabilidade - Segurança dos Moradores - é uma especificação jurisprudencial, entendem o conceito de segurança dos moradores, e tem-se como exemplos infiltrações, umidade grave, salubridade, risco de incêndio, etc.;
- vícios referentes à solidez - são aqueles que afetam ou podem afetar a estabilidade da obra, podendo causar sua ruína total ou parcial, mesmo que não seja imediata, mas iminente.

Em um edifício habitacional, o desempenho dos sistemas que o compõe durante a Vida Útil está ligado ao uso para o qual foi projetado, à execução da obra, à utilização de componentes sem defeito de fabricação e à manutenção da obra (ABNT NBR 15.575-1 2013).

O autor ainda, afirma que, como nem o Código Civil e nem o Código de Defesa do Consumidor especificam garantias dos materiais utilizados em uma construção, deve-se utilizar, para este assunto, as normas da ABNT.

Sobre a garantia dos serviços cita que o Código Civil estabelece que o construtor responda pela boa qualidade da obra que realizou, responsabilizando-se pelos defeitos que possa apresentar.

No Quadro 1.1 têm-se os prazos de garantia especificados pela ABNT NBR 15.575-1-2013 para os componentes, sistemas e subsistemas de uma edificação, sendo o início do prazo de garantia o “Habite-se” da obra.

Quadro 1.1 - Prazos de garantia mínimos sugeridos.

Sistemas, elementos, componentes e instalações.	Prazos de garantia mínimos			
	1 ano	2 anos	3 anos	5 anos
Fundações, estrutura principal, estruturas periféricas, contenções e arrimos.				Segurança e estabilidade global Estanqueidade de fundações e contenções.
Paredes de vedação, estruturas auxiliares, estruturas de cobertura, estrutura das escadarias internas ou externas, guarda-corpos, muros de divisa e telhados.				Segurança e integridade.
Equipamentos industrializados (aquecedores de passagem ou acumulação, motobombas, filtros, interfone, automação de portões, elevadores e outros). Sistemas de dados e voz, telefonia, vídeo e televisão.	Instalação. Equipamentos.			
Sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sistema de combate a incêndio, pressurização das escadas, iluminação de emergência, sistema de segurança.	Instalação. Equipamentos.			
Porta corta-fogo.	Dobradiças e molas.			Integridade de portas e batentes.
Instalações elétricas tomadas/interruptores/disjuntores/fios/cabos/eletrodutos/caixas e quadros.	Equipamentos.		Instalação.	
Instalações hidráulicas e gás - colunas de água fria, colunas de água quente, tubos de queda de esgoto, colunas de gás.				Integridade e vedação.
Instalações hidráulicas e gás coletores/ramais/louças/caixas de descarga/bancadas/metals sanitários/sifões/ligações flexíveis/válvulas/registros/ ralos/tanques.	Equipamentos.		Instalação.	
Impermeabilização.				Estanqueidade.

Esquadrias de madeira.	Empenamento. Descolamento. Fixação.			
Esquadrias de aço.	Fixação. Oxidação.			
Esquadrias de alumínio e de PVC.	Partes móveis (inclusive recolhedores de palhetas, motores e conjuntos elétricos de acionamento).	Borrachas, escovas, articulações, fechos e roldanas.		Perfis de alumínio, fixadores e revestimentos em painel de alumínio.
Fechaduras e ferragens em geral.	Funcionamento. Acabamento.			
Revestimentos de paredes, pisos e tetos internos e externos em argamassa/gesso liso/ componentes de gesso acartonado.		Fissuras.	Estanqueidade de fachadas e pisos molháveis.	Má aderência do revestimento e dos componentes do sistema.
Revestimentos de paredes, pisos e teto em pedras naturais (mármore, granito e outros).		Revestimentos soltos, gretados, desgaste excessivo.	Estanqueidade de fachadas e pisos molháveis.	
Pisos de madeira -tacos, assoalhos e decks.	Empenamento, trincas na madeira e destacamento.			
Piso cimentado, piso acabado em concreto, contrapiso.		Destacamentos, fissuras, desgaste excessivo.	Estanqueidade de pisos molháveis.	
Revestimentos especiais (fórmica, plásticos, têxteis, pisos elevados, materiais compostos de alumínio).		Aderência.		
Forros de gesso.	Fissuras por acomodação dos elementos estruturais e de vedação			
Forros de madeira.	Empenamento, trincas na madeira e destacamento.			
Pintura/verniz (interna/externa).		Empolamento, descascamento, esfarelamento, alteração de cor ou deterioração de acabamento.		
Selantes, componentes de juntas e rejuntamentos.	Aderência.			
Vidros.	Fixação.			

Fonte: Tabela D-1 ABNT 15.575-1-2013

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este trabalho foi desenvolvido a partir do artigo, MUTIRÃO HABITACIONAL PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA E GESTÃO HABITACIONAL NA CIDADE DE TRÊS RIOS, apresentado ao Fórum Acadêmico da Faculdade Vertix TR-Univértix (X FAVE (2017)), de autoria destes graduandos, dando seguimento às pesquisas e observações, visando acompanhar e identificar as frequentes manifestações patológicas nos dois empreendimentos habitacionais de baixa renda nos bairros: Bairro Cidadão (Habitat), e o Empreendimento Residencial Condomínio Recanto do Lago, no bairro Barros Franco. Pesquisa esta, inicialmente desenvolvida, baseando-se nas metodologias de estudo e comparação, utilizada pela equipe da Escola Politécnica da Universidade São Paulo e aplicada pela equipe coexecutora da pesquisa no Rio de Janeiro, do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura – PROARQ/FAU e da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Seguindo também os preceitos das análises e discussões levantadas na I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTECONSTRUÍDO 18-21 julho 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.

Em 1946 surgiu o primeiro órgão federal destinado a famílias de baixa renda, a Fundação Casa Popular – FCP. Este órgão atuava na construção de casas térreas, isoladas ou geminadas, que compunham pequenos conjuntos habitacionais e eram vendidas aos interessados. (MANOEL, 1999).

VITÓRIO (2003), afirma que a patologia das construções, que é uma ciência experimental, consiste no estudo das falhas construtivas de uma edificação. Patologia na construção civil é basicamente quando uma construção apresenta defeitos. Na prática, a patologia das construções é o estudo das manifestações patológicas (mecanismo de deterioração das construções), ou seja, estuda as falhas ou defeitos que comprometem uma ou mais funções da construção, como se estivesse doente e precisasse ser diagnosticada e tratada. Uma construção deve exercer as diversas funções para as quais foi projetada e atender às necessidades humanas. Quando uma edificação passa a não cumprir estas finalidades, diz-se que ela apresenta patologias (IBAPE-RS, 2013).

Segundo a Revista Construção, no interior do São Paulo, vícios de construção em casas do projeto “Minha Casa, Minha Vida”, motivaram a abertura de uma ação

civil pública pelo Ministério Público Federal (MPF) contra a construtora responsável pela construção e contra a Caixa Econômica Federal (CEF), com objetivo de conseguir que seja corrigida uma série de falhas detectadas nas casas.

Para Carraro (2010), os conjuntos habitacionais de interesse social são um exemplo de construções executadas de forma rápida e que acabam apresentando manifestações patológicas que as levam a uma deterioração precoce.

Com a finalidade de verificar a influência de fatores dependentes do tempo, foram estudados os imóveis com diferentes idades anuais de uso. Para os sistemas construtivos apresentados, fez-se uma análise das características e técnicas utilizadas, verificação das condições de habitabilidade observadas a partir de 2017 a 2020, tendo o (Habitat), em média quinze anos de ocupação e consecutivamente, cinco anos de uso no empreendimento do (Barros franco). Este trabalho consiste de uma Avaliação Pós-Ocupação (APO), baseado em consultas a artigos e publicações de trabalhos correlatos, seguido da pesquisa ou levantamento de campo, realizada no local do empreendimento. Em consulta ao trabalho de Carraro (2010), que cita que Omstein e Roméro (1992) nos cálculos estatísticos de amostragem, “o nível de confiança $z = 1,96$ para uma porcentagem de confiança de 95% e margem de erro de 5%, calculou-se o tamanho da amostra de acordo com cada empreendimento.

Segundo OLIVEIRA (2013), com a crescente quantidade de novos materiais no mercado, nem sempre devidamente testados e em conformidade com os requisitos e critérios de desempenho, a probabilidade de patologias também é crescente. Além desses fatores, é importante avaliar as limitações e as exigências que serão impostas pelas intempéries, o comportamento do material sob condições semelhantes à que estará sujeito; experiências que atestem a durabilidade do material e componente; a compatibilidade com os demais materiais em contato, bem como os custos de aplicação e de prováveis serviços de manutenção.

De acordo com Ferreira, Lobo e Renofio (2007), na sociedade brasileira, a Habitação de Interesse Social (HIS) sempre teve destaque, fazendo com que governos injetassem elevado volume de recursos na construção civil.

O comprometimento do desempenho das edificações compõem falhas que requerem reparos, reduzem a vida útil e o conforto da edificação e ocasionam insalubridade, além de provocar a insatisfação psicológica do usuário e insegurança estrutural (DUARTE, 2001 apud SEGAT, 2005). Esse fato, ocorre devido a boa parte

dos moradores não dispõem conhecimento e poder financeiro para realizar as devidas reformas em seus apartamentos.

Os obstáculos tecnológicos e a má organização das empresas, como por exemplo, a dificuldade de implementação dos sistemas de gestão da qualidade, deficiências no gerenciamento dos canteiros de obra, tudo isso dificulta o controle da qualidade dos processos construtivos em empreendimentos de conjuntos habitacionais. (JESUS, 2004).

Para o professor de engenharia civil e especialista em estruturas de concreto armado, um dos motivos principais para rachaduras e fissuras dos apartamentos são reparos e ajustes que não deveriam ser feitos, mas em muitos casos, são realizados pelos próprios moradores. “Qualquer reparo feito na estrutura do apartamento pode comprometer o tempo de durabilidade”. Nessas construções, a maioria das patologias que surgem em edificações populares de bloco estrutural, muitas vezes é causada por má utilização dos usuários, que alteram o original. A quantidade de pessoas e de móveis pesados no imóvel também pode causar problemas futuros nos apartamentos. (Raduan Krause, 2020).

Um assunto relevante abordado nesse trabalho foi a ausência de informação a população por partes dos governantes no ato da entrega dos imóveis, quanto a deterioração dos mesmos e o descaso com o meio ambiente em determinado local, onde destacamos a falta de coleta de lixo tanto pelos moradores quanto pelo governo, feita regularmente no Condomínio Recanto do Lago, neste local foram introduzidas cestas de lixo a frente dos apartamentos, não acontecendo o mesmo no Bairro Cidadão que além de possuir coleta reduzida e não dispõe de uma área determinada para o descarte correto dos resíduos produzidos pelos moradores.



Figura 3: Bairro Cidadão



Devido à má fiscalização dos imóveis, os mesmos acabam sofrendo mudanças realizadas pelos próprios moradores, sucedidas obras ilegais, resultando assim, em prejuízos ao seu estabelecimento,

Figura 4: Recanto do Lago

sobretudo, por falta de conhecimento na área civil. Fato esse, constatado através de pesquisa empírica, realizada em ambas as comunidades.



Figura 5: Bairro Cidadão

Para o cumprimento do escopo apresentado, os autores realizaram pesquisas bibliográficas através de uma série de artigos relacionados às patologias nas habitações populares.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho consistiu nas seguintes ações:

- Consulta a artigos, monografias, dissertações e sites que tratam das patologias das construções.
- Estudos das Normas Técnicas referentes à execução de estruturas de concreto, alvenaria e revestimento.
- Leitura, tabulação e análise do material bibliográfico levantado, além de publicações em jornais e revistas.
- Redação e organização de citações bibliográficas.
- Pesquisa documental em setores dos órgãos públicos.
- Pesquisa de campo mediante visitação nos empreendimentos “in loco”.
- Pesquisa de campo mediante entrevistas “in loco”.
- Pesquisa de campo mediante material fotográfico “in loco”.

O levantamento dos dados sobre os empreendimentos habitacionais selecionados foi feito a contar de consultas a diversos tipos de fontes, coletadas por intermédio de questionários criados (tendo como base indicadora previamente definida pela metodologia de pesquisa). Os questionários foram divididos de acordo com os denominados agentes respondedores: a) moradores, b) provedoras principais, c) provedoras secundárias d) técnicos da pesquisa (Wерна et al, 2001).



Figura 6: Recanto do Lago

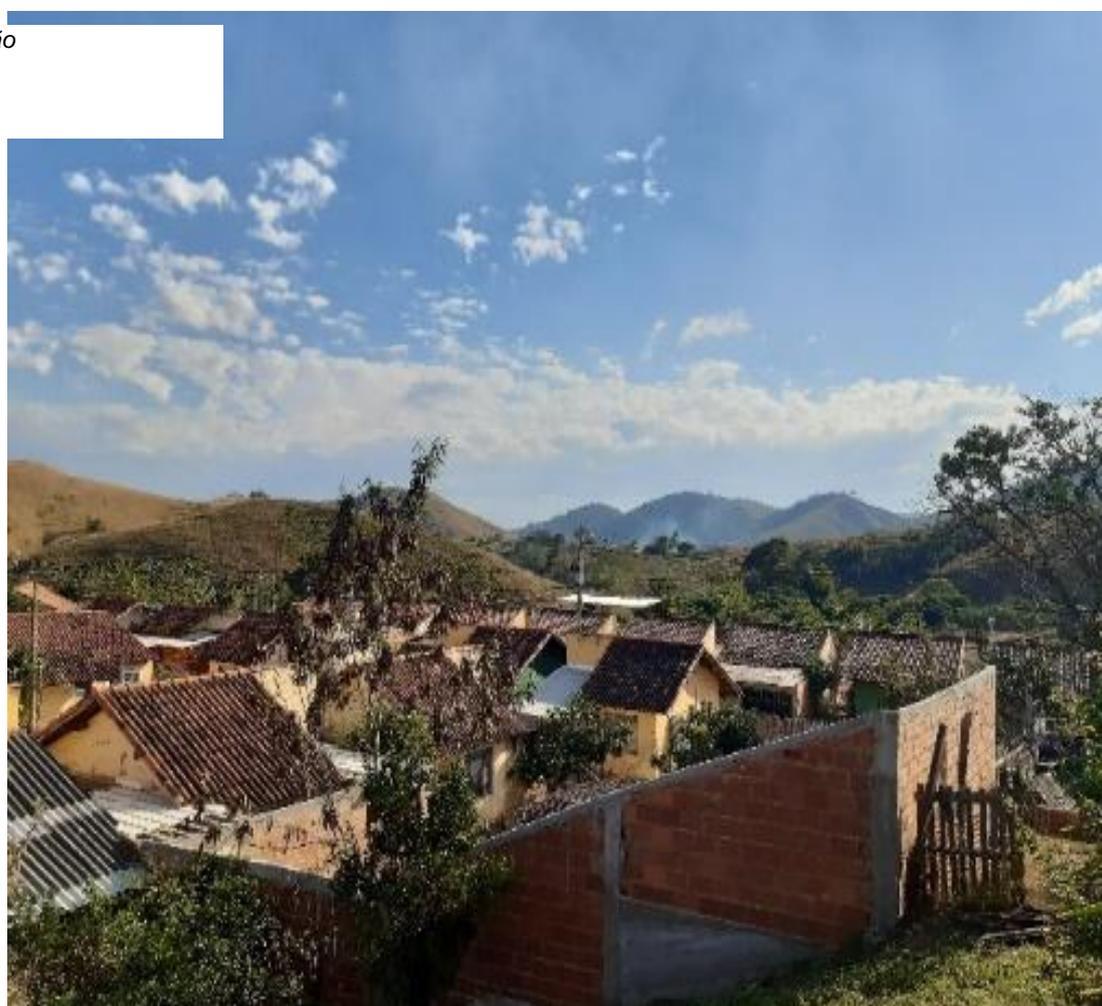
Com o intuito de investigar o produto final do modo de provisão, foi utilizado o estudo empírico de casos específicos escolhidos aleatoriamente. A investigação do processo colheu dados sobre a “totalidade dos casos” que compõem a produção do modo de abastecimento em um determinado período de tempo. Por processo de provisão, entende-se aqui, como sendo todo o conjunto de ações levadas a cabo pelos atores sociais compreendidos em um determinado modo de provisão, e que são essenciais para que se chegue ao produto final – neste caso, às unidades habitacionais e seu entorno.

Cumprida esta etapa, deu início à fase investigativa, mediante a coleta de reportagens divulgada pela mídia local e que tratem de problemas relacionados às

habitações populares. O produto desta primeira fase investigativa foi analisado e processado. Como resultado deste processo, destaca-se a compilação das patologias que se repetem com maior frequência e o apontamento dos pontos mais críticos (MARROQUIM, 2007).

Os procedimentos metodológicos e avaliativos foram feitos através de pesquisa de campo, realizada nos dias vinte um e vinte e dois de março de dois mil e vinte, tendo como público alvo os moradores dos conjuntos habitacionais: Recanto do lago (Barros Franco) e Bairro Cidadão (Habitat). O objetivo da pesquisa é buscar informações sobre as patologias sofridas ao decorrer do tempo em suas moradias.

Figura 7: Bairro Cidadão



A pesquisa foi feita de maneira empírica e registro fotográfico das residências, com quarenta moradores de ambos os conjuntos, através de perguntas objetivas, com intuito de coletar informações claras, para que fosse realizada uma análise detalhada. Como mostram a tabela e o gráfico abaixo:

OCORRÊNCIA CONJUNTO HABITACIONAL HABITAT		
	Número total de ocorrências: 373	
	Ocorrência %	Ocorrência por unidade
ALVENARIA		
Fissuras	1,08	6
Fissuras entre as paredes	0,54	3
Desgaste	1,62	9
REVESTIMENTO		
Estufado	1,8	6
Manchas	1,2	4
Solto	1,5	5
Esfarelado	4,5	15
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS		
Torneiras c/ pouca pressão	15,6	26
Condutores expostos	9,0	15
Tubulações mal instaladas	6,6	11
Problema nos Registros	4,8	8
FUNDAÇÕES		
Fissuras	2,32	8
Rachaduras	1,45	5
Solo	0,58	2
Desnívelamento	1,16	4
Umidade	1,74	6
Recalques	1,16	4
ESQUADRIAS E PORTAS		
Corrosão	6,48	24
Desnívelamento	3,51	13
PISO		
Nivelamento dos pisos	13,0	25
Pisos quebrados	8,84	17
Umidade	5,2	10
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		
Tomadas não funcionam	7,92	18
Disjuntores não funcionam	5,72	13
Condutores expostos	5,72	13
COBERTURA E TELHAMENTO		
Infiltração	2,31	7
Presença de cupim	0,66	2
Fissuras	3,63	11
Encaixe de peças	1,32	4
Lascamento	1,98	6
Infiltração	0,99	3
TINTA		
Esfarelamento	17,5	25
Bolhas	14,7	21
Trincas	16,8	24

Tabela 1: Dados do levantamento de campo.

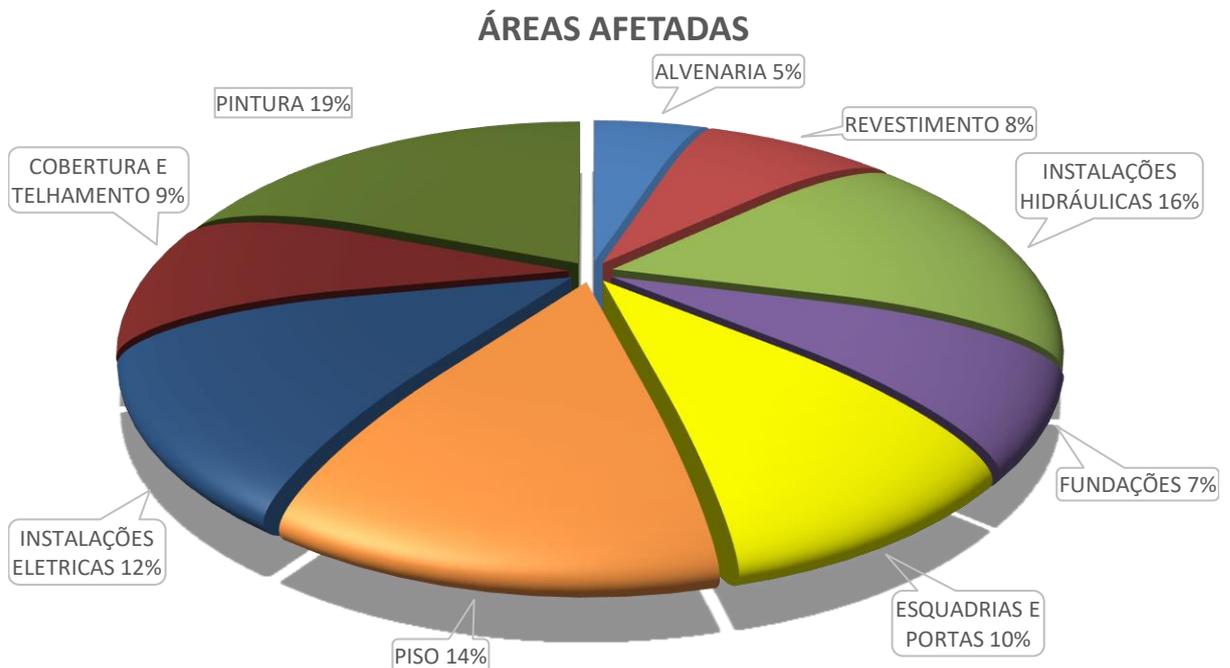


Gráfico 1: Ocorrência nos elementos avaliados pelo total de manifestações patológicas

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados e analisados, foi observado que as residências deveriam passar por uma vistoria feita por um profissional por períodos de tempo determinados pelo governo, com o objetivo de reparar as patologias encontradas no local, oferecendo assim uma melhor qualidade de vida aos moradores dessas residências. Conforme afirma Thomaz (2007), as circunstâncias socioeconômicas de países em desenvolvimento, como o Brasil, incentivaram a maneira como as obras foram executadas, sendo administradas com velocidades cada vez maiores, pouquíssimo rigor nos controles dos serviços e dos materiais e com quase nenhuma fiscalização dos órgãos competentes. Sendo esse, um dos maiores motivos do surgimento de patologias nessas casas, patologias essas que, em sua maioria, poderiam ser evitadas na execução e com uso adequado de materiais.

Com a falta de fiscalização e a necessidade de ampliar as residências, os moradores com pouco recurso e conhecimento, realizam as reformas, muitas vezes, de forma precária, utilizando-se de gambiarras, materiais de péssima qualidade e nenhum planejamento. Sendo essas reformas, desde mudanças de pisos até construção de novos cômodos na tentativa de melhor abrigar suas famílias.

Outro ponto relevante abordado nesse trabalho é sobre a ausência de informação por partes dos governantes direcionada a população no ato da entrega

dos imóveis, principalmente, quanto à deterioração das propriedades e o descaso com o meio ambiente em determinado local. O que se destaca, nesta pesquisa, é a falta de coleta de lixo tanto pelos moradores quanto pelo governo, enquanto os condomínios particulares apresentam coletas de lixo diárias e inúmeras cestas de lixo, em todos os seus ambientes. Nos bairros populares, como os estudados nesta pesquisa, Bairro Cidadão (Habitat) e Barros Franco (Residencial Condomínio Recanto do Lago), não acontece o mesmo, quase não se vê lixeiras pelas ruas e a coleta de lixo é expressamente reduzida.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exame dos empreendimentos habitacionais construídos em Três Rios por mutirão, são exemplos de modo de provisão diferentes, porém em ambos, as populações foram reassentadas por ocuparem áreas de risco e com renda familiar de 00 a 03 salários mínimos e em último caso, o cadastro no Programa Minha Casa, Minha Vida, programa Habitar Brasil/99 (CEHAB) Bairro Cidadão e no Empreendimento Residencial Condomínio Recanto do Lago.

A qualidade dos projetos mostrou o quanto pode influir favoravelmente ou não em outras etapas, assim como o tempo e o gasto com as construções das unidades e com o licenciamento, ou ainda no bom desempenho das moradias.

Entende-se que a celeridade do processo de degeneração pode ser resultante de uma combinação de efeitos nocivos a edificação, provenientes, principalmente, de execução de fundação inadequada e inobservância das Normas e boa técnica de Engenharia, na execução da cobertura e emprego de materiais não conformes. Neste contexto, as anomalias coletivas encontradas, são falhas oriundas de falta de conservação e/ou manutenção dos imóveis, provenientes de vícios e defeitos construtivos, materiais não adequados, má execução dos serviços, quer por falta de orientação correta, quer por mão-de-obra não qualificada, quer por falta de fiscalização eficiente, quer por falta de projetos, por parte dos responsáveis pelo empreendimento.

Com os dados coletados e analisados foi observado que as residências deveriam passar por uma vistoria feita por um profissional por períodos determinados pelo governo, para que fossem reparadas as patologias encontradas no local.

Por fim, almeja-se que as autoridades sejam sensibilizadas a partir da análise dos problemas aqui constatados e que atuem para tornar obrigatória a inspeção de

edificações a cada, no máximo, 05 anos. Assim, todos podem contribuir para uma maior responsabilidade na construção civil, resultando em edificações mais seguras e saudáveis, especialmente aquelas destinadas à população de média e baixa renda do país.

7. REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. Construção Habitacional por Mutirão Gerenciamento e Custo. São Paulo: PCC/USP, 1996.

ABNT NBR 15.575-1-2013 (Norma de Desempenho - Guia CBIC, 2013, pg. 10)

CARDOSO, L. R. A.; ABIKO, A. K. Construção Habitacional por Mutirão: Gerenciamento e Custos. São Paulo: PCC/USP, 1994. (Boletim Técnico, BT/PCC/111).

CARRARO, C.L. Análise pós-obra de habitações de interesse social visando a identificação de manifestações patológicas. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil), Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2010.

CÓDIGO CIVIL BRASILEIRO: (1916) Art. 1245, Lei 10.406 de 10 de Janeiro de 2002,

ENTRE-RIOS JORNAL, 04 fevereiro de 2014 / 28 março 2015.

FERREIRA, C. D., LOBO, A. S. e RENOFIO, A. Patologias em unidades de conjuntos habitacionais de Macatuba/SP. (2007). Anais do XIVCobreap (2007). Disponível em: <https://pdfslide.net/documents/patologias-em-unidades-de-conjuntos-habitacionais-de-macatubasp.html>. Acesso em: 06 jul. 2020.

IBAPE-RS. O que é patologia das construções. Disponível em: <http://ibape.rs.org.br/2013/06/o-que-e-patologia-das-construcoes>. Acesso em: 06 jun. 2020.

JESUS, C.N. Implementação de programas setoriais da qualidade na construção civil: o caso das empresas construtoras no programa QualiHab. São Paulo, 2004.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LEI Nº 11.888 DE 24 DE DEZEMBRO DE 2008

LIMA, P. R. B. Consideração do projeto no desempenho dos sistemas construtivos e qualidade da edificação – Proposição de um modelo de banco de dados, Dissertação - UFMG. Belo Horizonte, 2005.

MANOEL, S. K. Conjunto Residencial de Deodoro: A Experiência Moderna da Fundação da Casa Popular. São Carlos: Anais do III Seminário DOCOMOMO Brasil, 1999.

MARROQUIM, F. M. G. Avaliação pós-ocupação de unidades residenciais modificadas em conjunto habitacional em Maceió-AL. Flexibilidade, Dimensionamento e Funcionalidade dos ambientes. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas. 2007.

MELLO, G. Q. Responsabilidades e garantias na construção civil. Centro de Ciências Sociais e Jurídicas-CEJURPS- Curso de Direito. UNIVALI. Itajai, SC. 2010.

NOGUEIRA, V. L. Causas patológicas na construção civil: estudo de caso em uma construtora do município de Juazeiro do Norte. Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4, Capítulo 25, 2003

OLIVEIRA, A.B.F.; SOUZA, H. A. de. Sistemas construtivos industrializados nos cursos de Graduação em Arquitetura e Engenharia Civil do Brasil. Revista de Ensino de Engenharia. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/5/Artigos/129008.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2020.

PREFEITURA DA CIDADE DE TRÊS RIOS. Secretaria Municipal de Habitação. Três Rios, 2014.

RADUAN, K. Problemas na estrutura de casas populares podem ser causados por mau uso, diz especialista. rondoniagora.com. Disponível em: <https://www.rondoniagora.com/especiais/problemas-na-estrutura-de-casas-populares-podem-ser-causados-por-mau-uso-diz-especialista>. Acesso em: 05 mai. 2020.

Revista Construção - Edição 132, julho de 2012.

Revista forense: mensário nacional de doutrina, jurisprudência e legislação, Volume 349 Estevão L. de Magalhães Pinto, Francisco Mendes Pimentel, Jair Lins, José Bernardino Alves, Bilac Pinto, Pedro Aleixo Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, 2000.

RODRIGUES, Arlete Moysés. Moradia nas cidades brasileiras. 4ª ed. São Paulo: Contexto, 1991. 72p.

RODRIGUES, A. M. A Moradia Nas Cidades Brasileiras – 7ª. ed. São Paulo: Contexto, 2008. 72p.

ROSSI, Ângela Maria Gabriella (1) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da FAU/UFRJ, gabriella.rossi@ufrj.br.

Scielo Brasil, Rev. Sociol.Polit. vol.24 no.58 Curitiba June 2016 *Print* ISSN 0104-4478 – *Online version* ISSN 1678-9873.

SEGAT, G. T. Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS). 2005. 166f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SENA, G. O., NASCIMENTO, M. L. M., LIMA, N. M. e NETO, A. C. N., Patologia das Construções - 1ª ed. Salvador: 2B Editora, 2020.

SOUSA, Maria Ângela de Almeida. (1991) Habitação: Bem ou Direito. As condições de acesso á Habitação popular analisada á luz da atuação da COHAB-PE da Região Metropolitana de Recife. Dissertação de Mestrado. Recife/; MDU/UFPE, 1991.

SOUZA, V. C. M de; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998.

TABAGIBA, L. e TEIXEIRA CHAVES, A. C. Efeitos Combinados dos Movimentos de Moradia Sobre os Programas Habitacionais Auto gestionários.

THOMAZ, E. Trinca em edifícios: causas, prevenção e recuperação. Co-edição IPT/EDUSP/PINI. São Paulo. 2007.

VITÓRIO, A. Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia. Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia. Recife, 2003.

Waldhelm, C. Manifestações patológicas em unidades habitacionais de baixo padrão do jardim Colúmbia em Londrina – PR. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2014.

WERNA, EDMUNDO, Pluralismo na Habitação, 2001 Eng. GUERRA, G.M. Empreendimentos de Habitação de Interesse Social: o desafio na relação área/custo Social. Rev. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.14, p.51-58, Outubro, 2009 – pesquisador CNPq Universidade do Vale do Rio dos Sinos- UNISINOS, São Leopoldo, RS, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Acervo Periódicos Nacionais CAPES ISS 1677-3047.

A OFERTA DO EPI E EPC: GARANTINDO QUALIDADE DE VIDA E A SEGURANÇA NO TRABALHO

ACADÊMICOS: Anderson Brandão Ribeiro; Paulo César Pereira de Campos Júnior.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Ueliton Ferreira do Nascimento.

LINHA DE PESQUISA: Qualidade de Vida e Segurança no Trabalho.

RESUMO

Esta pesquisa demonstra a importância do uso dos equipamentos de proteção individual e coletiva na prevenção de acidentes, bem como almeja destacar a importância da oferta de qualidade de vida e de um ambiente de trabalho seguro. A motivação desta pesquisa se funda na necessidade de ampliar este tema na comunidade acadêmica, além de enfatizar o comprovado elevado índice de acidentes de trabalho no setor da Engenharia Civil, desejando-se um trabalho de conscientização e preventivo com esta temática. Assim, ofertou-se primeiramente, uma revisão de literatura sobre esses equipamentos de proteção, analisando-se posteriormente, as legislações pertinentes e os acidentes de trabalho. Neste lume, foram analisados os riscos existentes nas atividades laborais, sendo discutidos os meios de prevenção. Sublinhou-se também, o acidente de trabalho como consequência mais grave da não oferta de equipamentos protetivos, da ausência de fiscalização quanto à utilização destes equipamentos e da necessidade de ofertar esclarecimentos sobre a obrigatoriedade do uso destes equipamentos, destacando-se, neste contexto, a importância do papel do engenheiro civil. A metodologia eleita se baseou na pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo. Desta forma, objetivou-se mapear os acidentes de trabalho em nosso país, a fim de configurá-los como uma ferramenta de análise para a sociedade e para o universo acadêmico. Ademais, este singelo estudo adquire especial relevância, pretendendo lançar luz sobre o assunto e, sobretudo, estimular outras pesquisas que contemplem o uso do EPI e do EPC.

PALAVRAS-CHAVE: Proteção individual e coletiva; Qualidade de vida; Acidentes de trabalho; EPI e EPC.

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa em questão apresenta o seguinte tema: “A Oferta do EPI e EPC: Garantindo Qualidade de Vida e a Segurança no Trabalho”, abordando o seguinte problema: Por que as indicações de utilização do EPI – Equipamento de Proteção Individual e EPC – Equipamento de Proteção Coletiva são, na maioria dos casos, ignoradas em nosso país?

Verifica-se que não há uma fiscalização contundente sobre a oferta do EPI e EPC na maioria das empresas de nosso país. Para Montenegro; Santana (2015): o uso de equipamento de proteção individual (EPI) e de equipamento de proteção coletiva (EPC) está diretamente relacionado à segurança individual e coletiva, respectivamente. Aponta-se como maior entrave o fato de diversos trabalhadores se sentirem mal com o uso de EPI, deixando, desta forma, de cumprir o dever dos trabalhadores que é o de seguir as normas e disponibilizar o uso dos EPIs.

Nota-se, então, que o cuidado e as atitudes preventivas ainda não fazem parte da cultura brasileira. Desta maneira, a presente pesquisa apresenta como objetivo geral: Identificar e mapear através de dados obtidos no Ministério da Previdência Social, Segurança do Trabalho, Normas Regulamentadoras NR-4; NR-5, NR-6, NR-10; NR-12; NR-33 e na literatura disponibilizada, como o nosso país lida com a segurança no trabalho.

Como objetivos específicos: Apresentar os equipamentos de proteção individuais e coletivos, tendo-se como base o EPI e EPC, para a garantia de qualidade de vida em nossas empresas e no setor da Engenharia Civil; Ilustrar através de gráficos e tabelas, a realidade de nossas empresas, no setor de Construção Civil, no que tange à oferta do EPI e EPC.

De acordo com os dados do Ministério da Previdência Social, são registrados cerca de 700 mil acidentes por ano em nosso país. Para Bittencourt (2019), o Brasil ocupa a trágica posição de 4º lugar no ranking de acidentes no trabalho. Os dados do Observatório Digital de Segurança e Saúde do Trabalho nos apontam que o nosso país contabiliza uma morte por acidente em serviço, a cada 3h40min:

Entre 2012 de 2018 foram contabilizados 17.200 falecimentos em razão de algum incidente ou doença relacionados à atividade laboral. Por isso, no dia 28 de abril comemora-se o Dia Mundial e Nacional de Memória às Vítimas de Acidentes e Doenças de Trabalho (Fonte: Agência Brasil, 2019).

Segundo dados da Previdência Oficial, entre 2014 e 2019, foram registrados 1,8 milhão de afastamentos por acidente de trabalho e 6,2 mil óbitos. Na Bahia, esse número foi de 44.800 afastamentos e 272 mortes, assim como nos aponta Bittencourt, (2019), solicitando, inclusive, que haja uma compreensão maior do que é acidente, o porquê de eles acontecerem e o motivo de não se adotar medidas de prevenção e segurança, já que a irresponsabilidade e negligência em relação à gestão da saúde e segurança no trabalho são imensas no Brasil.

Segundo Sampaio (1998), as medidas de proteção coletiva podem ser divididas em três grupos:

- Proteções coletivas incorporadas aos equipamentos e máquinas (proteções de transmissões de força, partes móveis, interruptores em guias, entre outras);
- Proteções coletivas incorporadas à obra (pré-fabricadas, realizadas nas áreas de apoio à obra e as da própria obra);
- Proteções coletivas específicas, opcionais ou para determinados trabalhos (utilização de sistemas de comunicação – *Wald tal*, fechamento total da fachada, entre outras).

Apesar de a criação de programas e alternativas de proteção à saúde do trabalhador ligado à construção civil, torna-se necessário conscientizar a sociedade sobre a importância de medidas protetivas, estando atento às condições de trabalho que se convertam em situações de risco.

Os empresários precisam investir em prevenção de acidentes e doenças ligadas ao trabalho, já que um acidente de trabalho ocasiona custos diretos e indiretos para os trabalhadores, empresas e a sociedade. Ao investir nos funcionários, haverá uma nítida melhoria na qualidade de vida dos mesmos e no fator produtividade, além da garantia de um ambiente com boas condições de trabalho e seguro.

Desta forma, justifica-se a escolha do estudo sobre a proteção ao trabalho com o uso do EPI e do EPC inserida no contexto da Engenharia Civil, tendo-se como motivação a necessidade de analisar este tema na comunidade acadêmica, bem como pelo elevado índice de acidentes de trabalho no setor da construção e nas empresas deste país. Almeja-se, então, a mudança de valores, a adoção de uma cultura de prevenção de acidentes de trabalho, o mapeamento no cotidiano dos dados

sobre segurança no trabalho, além das medidas necessárias para a garantia da qualidade de vida.

Ao atuar nesta perspectiva, será possível, através desta pesquisa, relativizar o tema, ampliando a sua importância e análise no universo acadêmico. Objetiva-se, por fim, dar destaque a figura do engenheiro, já que cabe a ele a garantia de um planejamento que contemple o cumprimento das medidas de segurança necessárias e a conscientização de seus trabalhadores quanto à utilização dos EPIs e de todas as medidas de proteção coletivas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DAS MEDIDAS PROTETIVAS

De acordo com Montenegro; Santana (2015), os acidentes de trabalho têm sido frequentemente associados à negligência das empresas que oferecem condições de trabalho inseguras e a empregados displicentes que cometem atos inseguros.

A proteção individual, no contexto atual, é quesito obrigatório nas obras e não deve ser vista como uma questão de escolha. A queda de altura, por exemplo, responsável por cerca de 50% dos acidentes no canteiro, pode ser evitada com o uso de equipamentos de proteção individual, como cinto de segurança, trava-quedas e talabarte. Não são apenas os trabalhos em altura que necessitam de proteção: o capacete protege a cabeça de batidas (como em pilares e escoramentos) e de queda de materiais; o calçado de segurança evita perfurações e alergias de pele (dermatites de contato) com cimento e cal, assim como as luvas.

Neste contexto, o empregador tem a responsabilidade de treinar e de orientar os funcionários. Já a preservação e guarda dos equipamentos ficam a cargo dos operários.

Em um período tão crítico como o que o país está atravessando, com uma abordagem local e perspectiva mundial repleta de isolamentos sociais e quarentena forçada em virtude da pandemia causada pela Covid-19, não se poderia deixar de registrar a importância destes equipamentos de proteção individual, como as máscaras descartáveis, caseiras e cirúrgicas, recomendadas pela OMS – Organização Mundial de Saúde e a OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde, bem como as luvas descartáveis para a proteção de mãos e braços e demais acessórios: aventais e proteção para as pernas e pés (sapatos e botas, se tratando de profissionais de saúde).

2.2 Da Legislação

Com o intuito de se ilustrar as legislações existentes, bem como normas regulamentadoras, será feita uma breve historiografia destes documentos. Em 1919, surge o Decreto nº. 3.724/1919, tendo-se como marco a intervenção do Estado nas condições de consumo da força de trabalho industrial em nosso país.

Essa lei não considera a mesopatia como acidente de trabalho. Institui o pagamento de indenização proporcional à gravidade das sequelas. Abre, então, a possibilidade de empresas contratarem o Seguro de Acidente de Trabalho (SAT), junto às seguradoras da iniciativa privada.

O SAT ficaria exclusivo da iniciativa privada até 1967, quando passou a ser prerrogativa da Previdência Social, reforçando a obrigatoriedade do SAT, que até então estava sob a responsabilidade de seguradoras privadas.

Em 1934, surge o decreto nº. 24.637/1934, modificando a legislação anterior e ampliando-se o conceito de doença profissional, abrangendo um maior número de doenças até então não consideradas relacionadas ao trabalho, mas que passam a sê-lo. É reconhecida como acidente do trabalho a doença profissional atípica (mesopatia).

Em 1944, surge o Decreto – Lei 7.036/1944, que reformou a legislação sobre o seguro de acidentes do trabalho, ao abordar a prevenção de acidentes. Sua principal contribuição foi a determinação que as empresas com mais de 100 funcionários constituíssem uma comissão interna de representatividade, no quesito prevenção de acidentes, obrigando, inclusive, o empregador a ampliar a higiene e segurança no ambiente de trabalho.

Em 1967, surgiu a quarta lei de acidentes do trabalho no Brasil, com o Decreto – Lei nº. 293, de 28 de fevereiro, sendo revogada pela Lei nº. 5.316/1967. Integrou o seguro de acidentes do trabalho na Previdência Social, retirando-o da iniciativa privada.

A Lei nº. 5.316/1957 foi a quinta lei de acidentes do trabalho no Brasil, restringindo o conceito de doença do trabalho e excluindo as doenças degenerativas e as inerentes a grupos etários. Após uma década, o Decreto nº. 61.784/1967 aprovou o novo Regulamento do Seguro de Acidentes do Trabalho.

De acordo com Braga & Paula (2011), em 1976, 1,25% do FAS fica destinado à prevenção de acidentes. Em idêntico ano, surge a sexta lei de acidentes do trabalho com a Lei n. 6.367/1976, que amplia a cobertura previdenciária de acidente de trabalho, e o Decreto n. 79.037/1976, que aprova o novo Regulamento do Seguro de Acidentes do Trabalho.

Em 1978, a Portaria 3.214/1978 aprova as Normas Regulamentadoras – NR (28 ao todo) do capítulo V do título II da CLT, relativas à segurança e medicina do trabalho. Atualmente, o nosso país conta com 33 normas regulamentadoras, visto a necessidade nos diversos ambientes de trabalho. O trabalho desta pesquisa se fundará nas normas regulamentadoras a seguir: NR-4; NR-5, NR-6, NR-10; NR-12; NR-33, as quais abordam a temática da segurança no trabalho.

A NR-4 enfatiza que as empresas privadas e públicas, os órgãos públicos da administração direta e indireta e dos poderes Legislativo e Judiciário que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, manterão, obrigatoriamente, serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho, com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho.

A NR-5 objetiva a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível, permanentemente, o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador.

Na NR-6, aparecem vários exemplos de EPIs para cada situação de risco em cada parte do corpo. Todavia, não há um direcionamento ou fiscalização específica, tornando-se facultativo ao empregador a função de recomendar ao empregado o EPI adequado. Por isso, a função do Engenheiro de Segurança do Trabalho se torna tão importante quanto ao uso do EPI no cotidiano.

A NR-12 estabelece os requisitos e condições mínimas, tendo-se como meta a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, visando não só a garantia da segurança, mas também a saúde dos trabalhadores que interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Por fim, a NR-33 tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nestes espaços.

Realizada a etapa da caracterização e embasamentos legais dos EPIs, o assunto seguinte abordará os acidentes de trabalho.

2.3 Acidentes de trabalho

De acordo com Montenegro e Santana (2015), há duas diferenciações sobre acidente de trabalho. Um se baseia no conceito legal e outro no prevencionista. No conceito legal, considera-se acidente do trabalho, aquele que ocorreu pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa, provocando lesão corporal, perturbação funcional ou doença que cause morte, perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho.

Já no prisma prevencionista, o acidente do trabalho pode ser definido como uma ocorrência não programada, inesperada ou não, que interrompe ou interfere no processo normal de uma atividade, ocasionando perda de tempo útil ou lesões aos trabalhadores e/ou danos materiais.

Desta maneira, mesmo as ocorrências que não resultam em lesões ou danos materiais, são tipificadas como acidente do trabalho. Para Lopes Neto e Barreto (2006), tal ideologia se afiniza à Lei 8.213/1991, intitulada Lei Básica da Previdência Social, que define acidente de trabalho como o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda, ou ainda a redução, permanente ou temporária da capacidade para o trabalho.

De acordo com a mesma lei, é considerado acidente do trabalho, também, quando ocorre no exercício do trabalho, a serviço da empresa, as seguintes circunstâncias, conforme De Cicco (1982), as doenças profissionais ou do trabalho:

Aquelas que são adquiridas em determinados ramos de atividade e que são resultantes das condições especiais em que o trabalho é realizado; Qualquer tipo de lesão, quando ocorre: no local e no horário de trabalho e quando a caminho ou na volta do trabalho; fora dos limites da empresa e fora do horário de trabalho; fora do local da empresa, mas em função do trabalho.

Nesta concepção, constata-se que a caracterização de acidente de trabalho é bastante ampla e não se limita, apenas, ao local de trabalho. O fator trajeto e a função do trabalho são analisadas e inseridas neste universo. De acordo com a OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde (2016), este tema suscita muita demanda, já

que os acidentes de trabalho se traduzem nos maiores desafios para a saúde do trabalhador, tanto no campo presente quanto no campo futuro.

Para Zocchio, (2011), os trabalhadores são as vítimas pessoais mais transparentes dos acidentes do trabalho. Para Pontelo; Cruz (2011), um dos piores problemas a serem enfrentados pelo funcionário acidentado se traduz no aspecto econômico, visto que o empregado é afastado, já que a empresa precisa arcar com os gastos com o tratamento, bem como o afastamento do funcionário. Por isso, o EPI e EPC precisam ser prioridade, nas nossas empresas.

No capítulo seguinte, será falado sobre a metodologia utilizada nesta pesquisa.

3. METODOLOGIA

A construção desta pesquisa trouxe como pré-requisito a análise de documentos para a elaboração de um referencial metodológico que satisfizesse a demanda do universo acadêmico, de modo não só a complementar as informações existentes, mas também que estivessem em consonância com a temática eleita e com as relativizações que se fazem urgentes e oportunas.

Terminada esta primeira fase, parte-se para a segunda fase que é a exploração do material ou codificação. Nesta fase, o texto do material selecionado é recortado em unidades de registro. Bardin (1977, p.54), define codificação como a transformação por meio de recorte, agregação e enumeração, com base em regras precisas sobre as informações textuais, representativas das características do conteúdo.

Para Silva & Fossá (2015, p.06), a terceira fase compreende o tratamento dos resultados, inferência e interpretação, traduzindo-se os conteúdos disponibilizados em todo o material coletado (entrevistas, documentos e observação). A análise comparativa se legitima através da justaposição das diversas categorias existentes em cada análise, sublinhando-se os aspectos semelhantes, bem como os julgados distintos ou de contraste.

Para realizar esta pesquisa, fez-se necessária a adoção de alguns procedimentos, como a escolha criteriosa do embasamento teórico e da metodologia. Desta forma, o embasamento teórico se traduz em pesquisa bibliográfica, que se restringe à análise de documentos.

A metodologia eleita se fundou em revisão de literatura descritiva, na qual o pesquisador limita-se a descrever o fenômeno observado, sem inferir relações de casualidade entre as variáveis estudadas, opondo-se à pesquisa experimental e

exploratória: realizada com uma abordagem científica, onde um conjunto de variáveis é mantido constante, utilizando-se como fonte a pesquisa bibliográfica coletada através de artigos, legislações e periódicos sobre a temática escolhida.

Partindo do pressuposto que uma pesquisa bibliográfica necessita de três pilares: pesquisar, conhecer a literatura existente, a fim de não realizar uma pesquisa feita anteriormente, formular uma proposta ou um pressuposto sobre o assunto: ponto central de qualquer pesquisa e comprovar ou refutar o pressuposto inicial, usando como argumento a bibliografia existente, a fim de elaborar um saber científico, esta pesquisa se caracteriza como bibliográfica, já que se propõe a analisar “A Oferta do EPI e EPC: Garantindo Qualidade de Vida e a Segurança no Trabalho”, relativizando o saber existente e produzindo argumentações/contribuições sobre este tema de referência.

No que tange aos procedimentos técnicos, a pesquisa utilizada se baseou no caráter do referencial teórico através de revisão de literatura, que, para Appolinário (2011, p.170), é o levantamento e análise criteriosa e sistemática dos resultados e conclusões de outras pesquisas acerca de determinado tema:

Os estudos de revisão de literatura (ou revisão bibliográfica, como também são conhecidos) organizam, comparam e resumem outras pesquisas e são extremamente úteis quando um pesquisador necessita realizar uma rápida avaliação de determinado campo de pesquisa com seus principais autores; Parte integrante de qualquer pesquisa, normalmente incorporada na introdução do trabalho, subsidia a formulação de hipóteses, servindo, também, como plataforma inicial a partir da qual o estudo se desenvolverá (APPOLINÁRIO, 2011, p.170).

Além do processo de revisão bibliográfica, optou-se também pela utilização de argumentação ideológica da pesquisa. Para apresentar, analisar e interpretar os dados pesquisados, buscou-se a concepção de Minayo e Gomes (1997, p.27), “a qual o momento de análise e interpretação dos dados envolve três tipos de procedimentos, a ordenação dos dados coletados, a classificação dos dados e a análise propriamente dita”.

Para Treinta (2011) e Gomes (2010), uma investigação dessa natureza é particularmente útil quanto se inicia uma pesquisa exploratória em áreas de desenvolvimento incipiente. Para Kumar (2009), a pesquisa bibliográfica assegurou critério ao trabalho científico, visto que permitiu que o trabalho realizado fosse controlado, rigoroso, sistemático, válido e verificável.

A abordagem se traduz como qualitativa, visto que, de acordo com Appolinário (2011), trata-se de uma modalidade de pesquisa na qual os dados são coletados através de interações sociais ou analisadas subjetivamente pelo pesquisador. Enquanto a pesquisa quantitativa investiga fatos, a pesquisa qualitativa se preocupa com fenômenos (BICUDO, 2019), sendo que um fato é tudo o que pode ser objetivamente observado e definido por consenso social, enquanto um fenômeno nos remete à interpretação de um fato feita por um observador. Ou seja, o fenômeno é a interpretação objetiva do fato.

A investigação utilizada será de cunho qualitativo, que trabalha com opiniões, representações, posicionamentos, crenças e atitudes, possuindo procedimentos de cunho racional e intuitivo para a melhor compreensão da complexidade dos fenômenos individuais e coletivos.

Portanto, caracteriza-se como uma abordagem de alto grau de complexidade, na medida em que aprofunda as interpretações e decifra seus significados. Embora existam diferenças entre os enfoques qualitativos e quantitativos, não é correto dizer que mantém relação de oposição ou se contradizem (PAULILO, 2008, p.35).

Neste prisma, esta investigação se firma como subjetiva, não só por analisar o EPI e EPC, marcos teóricos e acidentes de trabalho, apontando para a conscientização/transmutação da realidade existente, através da mudança atitudinal e fiscalização da legislação existente.

A elaboração deste trabalho se baseou na escolha e adoção de um referencial metodológico eleito, tornando-se vital as escolhas que contemplassem a temática do EPI e do EPC, primando-se pela garantia da qualidade de vida, bem como que dessem conta de responder as indagações realizadas na construção desta pesquisa e que servissem de modelo, ou embasamento para trabalhos futuros. Por contemplar uma temática que ainda necessita de esclarecimentos e maiores contribuições no universo acadêmico, destaca-se o papel preponderante da pesquisa bibliográfica.

Ao realizar a pesquisa do tema eleito no Scielo, não se encontra nenhuma similaridade, tal qual a figura 1, evidenciando-se, igualmente, o caráter inédito no que tange ao tema construído.

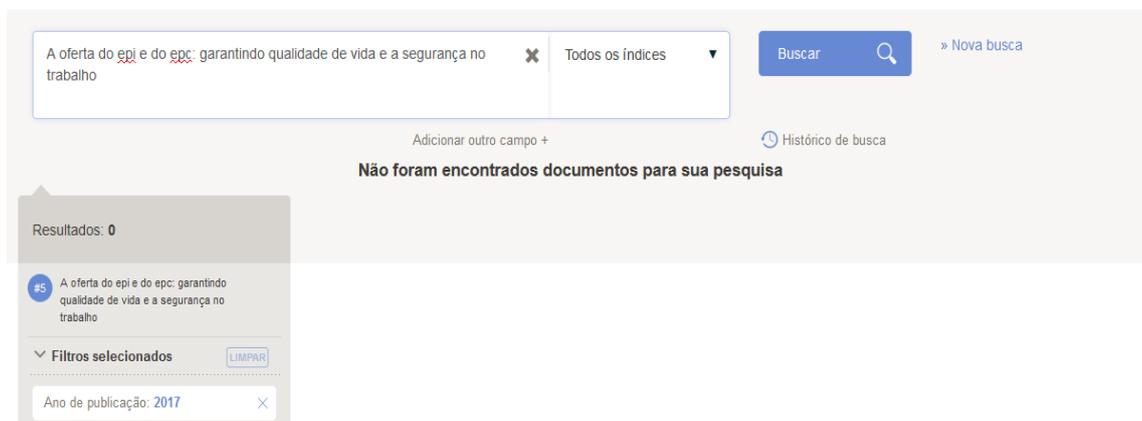


Figura 1– Pesquisa no Scielo
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Outro fator que atesta que esta temática é inédita se baseia em pesquisa realizada no Google. Ao colocarmos nesta plataforma o título escolhido para este trabalho, não se obtém nenhum outro trabalho ou pesquisa com idêntico título. Tal fato pode ser comprovado na tabela abaixo:

Tabela 1: Pesquisa do Google

AUTOR (ES)	TÍTULO	ANO	MODALIDADE DE ENSINO
SANTOS, Tayse de Paula dos Reis; LUZ, Myrthes Sales Da.	INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT)	2017	GRADUAÇÃO
DANTAS, Luiz Neves;	SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA	2018	GRADUAÇÃO
COSTA, Paulo Roberto.	Segurança do Trabalho II	2013	GRADUAÇÃO
RODRIGUES, Karla Bertolasce Frauches; GUTEMBERG, Nadson Gomes dos Santos	As consequências legais pelo não uso do equipamento de proteção individual no ambiente de trabalho: uma breve análise a luz do ordenamento jurídico brasileiro	2017	GRADUAÇÃO
LOBO, Rafael	Qual a Diferença Entre EPI e EPC?	2019	Postagem para o site ZEN
BELTRAMI, Mônica; SILVANA, Stumm	EPI e EPC	2013	GRADUAÇÃO

COSTA, Bruno Lins Silva	SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO: Estudo sobre acidentes no trabalho na 7ª Regional da Saúde do Paraná	2016	ESPECIALIZAÇÃO
FILHO, Ivan Reis dos Santos	Gestão e o Acompanhamento do uso de EPI e EPC na Empresa	2011	GRADUAÇÃO
TAVARES, Ricardo Santos	Saúde do trabalho, conscientização e uso de EPI's e EPC's	2018	Postagem para o site Intep
SOUZA, João Batista Maciel de	SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	2018	GRADUAÇÃO

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme se observa, na tabela 1 só se localiza 10 pesquisas envolvendo a temática em questão, sendo que 2 se destinam a postagem para sites; 07 são pesquisas de graduação e apenas 1 se destina à Especialização. Mostra-se, então, que esta temática precisa ser mais aprofundada, principalmente, em graduações ou níveis de escolaridade mais elevados.

Em seguida, será apresentada uma etapa importante desta pesquisa, a qual se denomina resultados.

3.1 Resultados

Tabela 2: Acidentes de trabalho por situação de registro e motivo, em 2018.

Acidentes de trabalho por situação de registro e motivo, em 2018

Regiões e estados	Trabalhadores	Quantidade de Acidentes do Trabalho								Total	Acidentes/ 100 mil Trab.
		Com CAT Registrada						Sem CAT Registrada			
		Típico	%	Trajetos	%	Doença do Trabalho	%	Registrada	%		
Brasil	46.631.115	360.320	62,45%	107.708	18,67%	9.387	1,63%	99.536	17,25%	576.951	1.237
Norte	2.667.086	14.426	56,73%	4.023	15,82%	476	1,87%	6.503	25,57%	25.428	953
Acre	126.304	363	42,11%	172	19,95%	14	1,62%	313	36,31%	862	682
Amapá	132.243	303	51,27%	130	22,00%	-	0,00%	158	26,73%	591	447
Amazonas	596.692	3.818	54,15%	873	12,38%	233	3,30%	2.127	30,17%	7.051	1.182
Pará	1.085.546	6.142	62,48%	1.528	15,54%	118	1,20%	2.043	20,78%	9.831	906
Rondônia	345.135	2.352	52,07%	872	19,30%	87	1,93%	1.206	26,70%	4.517	1.309
Roraima	98.083	415	44,01%	185	19,62%	7	0,74%	336	35,63%	943	961
Tocantins	283.083	1.033	63,26%	263	16,11%	17	1,04%	320	19,60%	1.633	577
Nordeste	8.647.237	32.154	48,81%	12.001	18,22%	1.644	2,50%	20.081	30,48%	65.880	762
Alagoas	493.858	2.250	54,47%	594	14,38%	76	1,84%	1.211	29,31%	4.131	836
Bahia	2.261.558	8.369	49,41%	2.195	12,96%	517	3,05%	5.856	34,58%	16.937	749
Ceará	1.471.704	5.853	51,34%	3.166	27,77%	153	1,34%	2.229	19,55%	11.401	775
Maranhão	747.143	2.033	55,53%	718	19,61%	65	1,78%	845	23,08%	3.661	490
Paraíba	639.404	1.742	43,81%	739	18,59%	175	4,40%	1.320	33,20%	3.976	622
Pernambuco	1.594.551	7.061	47,74%	2.553	17,26%	416	2,81%	4.759	32,18%	14.789	927
Piauí	455.268	810	23,75%	460	13,49%	44	1,29%	2.097	61,48%	3.411	749
Rio G. do Norte	594.400	2.528	48,93%	1.097	21,23%	172	3,33%	1.370	26,51%	5.167	869
Sergipe	389.351	1.508	62,65%	479	19,90%	26	1,08%	394	16,37%	2.407	618
Sudeste	22.911.116	200.317	65,35%	62.175	20,28%	4.867	1,59%	39.149	12,77%	306.508	1.338
Espírito Santo	885.342	8.615	71,20%	2.575	21,28%	62	0,51%	847	7,00%	12.099	1.367
Minas Gerais	4.760.830	37.529	63,02%	9.279	15,58%	893	1,50%	11.852	19,90%	59.553	1.251
Rio de Janeiro	4.017.481	23.909	63,71%	7.677	20,46%	1.022	2,72%	4.918	13,11%	37.526	934
São Paulo	13.247.463	130.264	66,01%	42.644	21,61%	2.890	1,46%	21.532	10,91%	197.330	1.490
Sul	8.225.752	83.796	63,25%	20.876	15,76%	1.774	1,34%	26.035	19,65%	132.481	1.611
Paraná	3.070.407	30.290	67,13%	7.972	17,67%	488	1,08%	6.369	14,12%	45.119	1.469
Rio G. do Sul	2.900.427	31.891	65,67%	6.544	13,48%	833	1,72%	9.291	19,13%	48.559	1.674
Santa Catarina	2.254.918	21.615	55,70%	6.360	16,39%	453	1,17%	10.375	26,74%	38.803	1.721
Centro-Oeste	4.179.924	29.627	63,50%	8.633	18,50%	626	1,34%	7.768	16,65%	46.654	1.116
Distrito Federal	1.193.098	4.336	53,81%	1.412	17,52%	198	2,46%	2.112	26,21%	8.058	675
Goiás	1.507.648	10.141	63,08%	3.707	23,06%	150	0,93%	2.078	12,93%	16.076	1.066
Mato Grosso	834.008	8.415	68,14%	1.943	15,73%	133	1,08%	1.858	15,05%	12.349	1.481
Mato G. do Sul	645.170	6.735	66,22%	1.571	15,45%	145	1,43%	1.720	16,91%	10.171	1.576

Fonte: MTE/RAIS, MTPS/AEPS

Nota: Os dados são preliminares, estando sujeitos a correções.

Fonte: MTE/MTPS (2019)

A tabela 1 mostra o mapeamento dos acidentes de trabalho nas cinco regiões do Brasil: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, evidenciando um fator recorrente em todas essas regiões: há um número expressivo e majoritário de acidentes de trabalho em trabalhadores não registrados, sendo a região Sudeste a campeã destes acidentes.

Na avaliação de Opitz (2019), a explicação para o aumento do número de acidentes de trabalho também pode estar em novos sistemas de gestão que vêm sendo implementados pelas empresas, com maior rigor em relação a questões de Segurança e Saúde do Trabalho.

Ainda segundo o autor, conforme o Anuário, representado na tabela 2, os acidentes sem CAT registrada no INSS, os quais são identificados por meio de perícia por outros instrumentos, caíram de 103.787 para 99.536 (-4,09%) no período.

Por outro lado, houve aumento do total de acidentes com CAT registrada. Em

2018, foram 477.415, 5,19% a mais que no ano anterior, 453.839. Os dados ainda mostram que o total de acidentes típicos aumentou 5,45%, passando de 341.700 para 360.320.

Por sua vez, houve queda no percentual de doenças ocupacionais: -14,53, passando de 10.983 para 9.387. Já nos acidentes de trajeto (que, conforme a MP 905/2019, deixam de ser considerados acidentes de trabalho), houve aumento de 6,48% no período de 2017 a 2018, passando de 101.156 para 107.708 casos.

De acordo com dados do Sinan (2018), no quesito acidentalidade por faixa etária, de 2008 a 2018, ocorreu uma evolução preocupante no número de notificações registradas no estado do Rio de Janeiro, sinalizando um aumento médio de mais de 500% no número de acidentes.

Consoante a Agência Europeia para a Saúde e Segurança no Trabalho, os jovens trabalhadores que possuem idade entre 18 a 24 anos possuem maiores chances de sofrerem um acidente no trabalho quando comparados a trabalhadores e/ou adultos com idade mais avançadas.

Segundo Costa (2018), dois fatores são preponderantes para esta ocorrência: serem novatos na empresa e ausência de experiência. O autor assinala que há outras questões envolvidas, tais como:

- Falta de aptidão ou formação inadequada;
- não conhecimento das relações direitos/deveres e empregador/empregado;
- insegurança no momento de expor suas preocupações;
- falta de gestores que possam compreender as diferentes necessidades existentes entre faixas etárias e baixo nível de escolaridade.

De acordo com o relatório da Agência Europeia para a Saúde e Segurança no Trabalho, ao se tomar como parâmetro acidentes x grau de escolaridade, verifica-se um elevado índice de acidentes registrados na faixa compreendida entre os analfabetos e aqueles com baixo grau de escolaridade, indicando, desta forma, que as empresas invistam na capacitação profissional, primando-se pela oferta/retorno dos estudos aos trabalhadores analfabetos e ou com baixa instrução.

Por fim, deixa-se como contribuição a tabela de mapa do risco, demonstrando nesta, a prevalência dos acidentes de trabalho e a necessidade urgente de que esta ação seja fiscalizada com maior rigor para um local de trabalho com mais qualidade e menos risco, tal qual se propõe esta pesquisa.

Setor/profissão	Acidentes
Serviços	76.256
Indústria extrativa e da construção civil	46.673
Transformação de metais e de compósitos	44.808
Escriturários	40.371
Exploração agropecuária	33.990
Técnico das ciências biológicas, bioquímicas, da saúde	29.718
Trabalhadores da fabricação de alimentos, bebidas e fumo	23.351

Figura 3 - Mapa do risco.

Fonte: Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho e Anuário Estatístico da Previdência Social (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa se destinou a analisar e discutir a oferta do EPI e do EPC, tendo-se como lume a qualidade de vida e a oferta da segurança no trabalho. O trabalho permitiu a explanação de pressupostos voltados para a área da Segurança do Trabalho, tendo como foco a relativização e prevenção dos acidentes de trabalho e doenças profissionais, já que estas possibilitam um direcionamento e mapeamento de ações relativas à prevenção dos acidentes na área da construção civil.

Assim, buscou-se mapear os índices de acidentes de trabalho, propondo uma mudança na filosofia das empresas do setor da construção civil, almejando-se que estas primem pelos cuidados em relação à segurança do trabalho, não só pelo imperativo da lei, mas também pela implementação de um planejamento para esta área, buscando a conscientização dos seus funcionários, principalmente, quanto ao uso de EPIs. Há que se ter maior fiscalização nestes ambientes de trabalho, evitando acidentes de trabalho e óbitos ainda tão recorrentes em nosso país.

Espera-se que estas estratégias de planejamento não sejam apenas por motivos legais e sim pela busca da melhoria nos processos de trabalho e na qualidade do ambiente de trabalho e, como consequência, na melhoria da qualidade das obras e qualidade de vida dos funcionários.

Este momento de pandemia nos mostrou a importância destes equipamentos de proteção, ainda que pelo crivo da imposição ou preservação. Apresenta-se, então, como forma de solução ou diminuição dos riscos alarmantes de acidentes, o acesso a palestras explicativas sobre o uso do EPI e do EPC, visando a conscientização e multiplicação.

Por fim, espera-se que as empresas que não ofertam estes equipamentos de proteção sejam punidas com as sanções previstas nas normas, decretos e leis discutidos nesta pesquisa. Objetiva-se, igualmente, que a figura do engenheiro receba destaque nas indústrias e nos estabelecimentos, por ser este o mediador entre os setores envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Brasil. Segurança do Trabalho, 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>. Acesso em mar. 2010.

Anuário Brasileiro de Proteção/2011. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/conteudoDinamico.php?id=989>> Acesso em mar. 2020.

APPOLINÁRIO, Fabio. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 295p.

Bardin L. (1997). **Análise de conteúdo**. SP: Edições 70.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Movimento da pesquisa qualitativa no Brasil**. UNESP – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil, 2019.

BITTENCOUR, A. N. (2019). **A Segurança no Trabalho**. Rio de Janeiro: Aspecto Editora S.A.

BRAGA, A. C, PAULA, N. W. (2011). **O que é EPI** – Equipamento de Proteção Individual. Revista Conexão, Rio de Janeiro, 15 (1), jan-mar, 2011.

BRASIL, Decreto 3.724 (1919). Regula as obrigações resultantes dos acidentes no trabalho. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-3724-15-janeiro-1919-571001-publicacaooriginal-94096-pl.html>. Acesso em fev. 2020.

BRASIL, Decreto 24.637 (1934). Estabelece sob novos moldes as obrigações resultantes dos acidentes do trabalho e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24637-10-julho-1934-505781-norma-pe.html>. Acesso em mar. 2020.

BRASIL, Decreto 79.037 (1976). Aprova o Regulamento do Seguro de Acidentes do Trabalho. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-79037-24-dezembro-1976-428029-norma-pe.html>. Acesso em mar. 2020.

BRASIL, Decreto 61.784 (1967). Aprova o Regulamento do Seguro de Acidente de Trabalho. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D61784.htm. Acesso em mar. 2020.

BRASIL, Lei 7.036 (1944). Reforma da Lei de Acidentes do Trabalho. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-7036-10-novembro-1944-389493-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em mar. 2020.

BRASIL, Lei 5.316 (1957). Reforma da Lei de Acidentes do Trabalho. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-7036-10-novembro-1944-389493-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em mar. 2020.

BRASIL, Lei 5.316 (1967). Integra o seguro de acidentes do trabalho na previdência social e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5316-14-setembro-1967-359151-publicacaooriginal-35290-pl.html>. Acesso em fev. 2020.

BRASIL, Lei 6.367 (1976). Dispõe sobre o seguro de acidentes do trabalho a cargo do INPS e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6367.htm. Acesso em fev. 2020.

BRASIL, Lei 8.213 (1991). Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm. Acesso em fev. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR- 4 – SESMT. Manuais de Legislação Atlas. 71ª. Edição. São Paulo: Atlas, 2013d.

_____. NR 5 – COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES – CIPA. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr5.htm>. Acesso em fev. 2020.

_____. NR 6 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI. Manuais de Legislação Atlas. 71ª. Edição. São Paulo: Atlas, 2013d.

BRASIL, Portaria N° 3.214 (1978). Aprova as Normas Regulamentadoras - NR -do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb>. Acesso em fev. 2020.

CICCO, Francesco M.G.A.F. et alii. **Segurança na construção civil**. 2.ed. São Paulo, FUNDACENTRO, 1982.

COSTA, Marco Antônio F. da. **Segurança e saúde no trabalho: cidadania, competitividade e produtividade.** Marco Antônio F. da Costa e Maria de Fátima Barrozo da Costa. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2018.

Fundacentro. Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho e Anuário Estatístico da Previdência Social. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/estatisticas-de-acidentes-de-trabalho/observatorios>. Acesso em mar. 2020.

GOMES, G. A. (2010). **Analisando a metodologia nas pesquisas.** Departamento de Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (FMUSP). São Paulo, SP.

KUMAR, P. D. (2009). **Como realizar a pesquisa científica?** Programa de Mestrado em Educação. Rio de Janeiro, UFF, 2009.

LOPES NETO, André & BARRETO, Maria de Lourdes. **A utilização do EPI neutraliza a Insalubridade.** Revista CIPA - Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes. São Paulo: CIPA Publicações, ano xvii, n. 187, 2006.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Normas Regulamentadoras. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>. Acesso em fev. de 2020.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL (MPS). Dados Estatísticos, 2019. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/>. Acesso em: abr. 2020.

Minayo, M. C. S., Gomes, C. B. (1997). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 9.a ed. São Paulo: Hucitec.

MONTENEGRO, Daiane Silva; SANTANA, Marcos Jorge Almeida. **Resistência do Operário ao Uso do Equipamento de Proteção Individual.** 5ª ed. Atual – São Paulo: Saraiva, 2015.

Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho e Anuário Estatístico da Previdência Social. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst>. Acesso em abr. 2020.

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde. Acidente de trabalho, 2016. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=document&layout=default&alias=1566-relatorio-tecnico-2016&category_slug=arquivos-297&Itemid=965. Acesso em abr. 2020.

OPTIZ, 2019. Acidentes de trabalho e doenças relativas a acidentes de trabalho. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst>. Acesso em dez. 2020.

PAULILO, Maria Ângela Silveira. **A Pesquisa Qualitativa e a História de Vida.** SERV. SOC. REV., LONDRINA, V. 2, N. 2, JUL./DEZ, 2008.

PONTELO, Juliana; CRUZ, Lucineide. Gestão de pessoas: manual de rotinas trabalhistas. 5 ed. Brasília: Senac/DF, 2011.

SAMPAIO, José Carlos de Arruda. **PCMAT**: Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção. São Paulo: Pini, SINDUSCON/SP, 1998.

SILVA, A. H. (2018). **Análise de conteúdo**: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. Qualitas. Revista Eletrônica ISSN 1677 4280 Vol.17.

SILVA, A. H., Fossá, M. I. T. (2015). **Análise investigativa**. 3 ed. São Paulo, Atlas.

SINAN – Sistema de Notificação de Agravos de Notificação. Acidentes de trabalho, 2018. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/calendario-epidemiologico-2018/43-institucional>. Acesso em abr. 2020.

TREITA, F. T. (2011). **Metodologia de pesquisa bibliográfica**: multicritério de apoio à decisão. UFF, Revista Produção, v. 24, n. 3.

ZOCCHIO, Alvaro. **Prática de prevenção de Acidentes**: ABC da segurança do trabalho. 7 ed. Ver e ampl. –São Paulo: Atlas, 2011.

ESTUDO PRELIMINAR DOS BENEFÍCIOS DO USO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS COMO OS BIODIGESTORES PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE TRÊS RIOS/RJ

ACADÊMICOS: Alessandro Ramos Henrique; Felipe Augusto Castro da Silva.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Paulo Roberto do Amor Divino Junior.

LINHA DE PESQUISA: Saneamento Básico

RESUMO

O acesso à água potável e ao saneamento básico é um direito humano essencial. O despejo de esgoto sem tratamento nos rios, lagos e mares está afetando a qualidade das águas brasileiras e tem se tornado um problema ambiental, social e de saúde pública. O expressivo desenvolvimento e o crescimento econômico do Brasil, aliado à falta de planejamento e de estrutura, ocasionaram um grande aumento populacional em algumas cidades, devido à migração de pessoas para se adequarem ao mercado de trabalho, mantendo assim, uma grande concentração populacional nos centros urbanos em expansão. Este cenário se caracteriza no município de Três Rios, localizado no estado do Rio de Janeiro, região Centro Sul Fluminense. Por ser considerada uma cidade empreendedora, o município conta com inúmeras instalações de empresas de diversos setores, contribuindo para a ascensão da economia local, que atrai mão de obra, inclusive de outras cidades e estados. Com um crescimento muito rápido e sem planejamento adequado, a população trirriense se depara com inúmeras dificuldades em serviços básicos de infraestrutura, sendo o principal deles, esgotamento sanitário. Uma solução simples e eficaz é a instalação de biodigestores nas residências, buscando a parceria com os órgãos competentes e moradores, é possível mudar este cenário e obter benefícios gerados com o biodigestor.

PALAVRAS-CHAVE: esgotamento sanitário; meio ambiente; biodigestor; biogás; biofertilizante.

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil exige atenção do Estado, sobretudo em dois aspectos: a regulamentação e a prática de modelos de gestão por parte do Poder Público.

O saneamento básico relaciona-se diretamente ao meio ambiente, dificultando o seu tratamento de forma exclusivamente localizada, especialmente em regiões de grande adensamento populacional. Por esse motivo, dificilmente os impactos ambientais decorrentes do lançamento de esgoto sanitário sem tratamento ficam circunscritos aos limites territoriais de um único município. Na maioria das vezes, os mananciais e as bacias hidrográficas são compartilhados por diversas cidades.

Nesse sentido, não resta dúvida de que o avanço conseguido com a Política Nacional de Saneamento Básico poderá contribuir para o início do efetivo desenvolvimento do setor, com a maior atração de investimentos, rumo à universalização dos serviços, de importância social e econômica indiscutível.

Com o objetivo de diminuir o volume de esgoto sanitário em nossos rios e nascentes, que na sua grande maioria é descartado sem nenhum tipo de tratamento ou consciência destrutiva que faz ao planeta, elaboramos este estudo.

Destarte, procuraremos demonstrar a importância e as vantagens da implementação de Biodigestores e Fossas Sépticas, atingindo famílias que não possuem saneamento e também na produção do biofertilizante que pode substituir fertilizantes químicos e o biogás, proporcionando acesso a uma nova fonte de energia limpa aos seus usuários. Assim, tendo em vista que o município de Três Rios não consegue atingir completamente a coleta de esgoto, seja por ser em lugares de difícil acesso, seja por inviabilidade de projetos (financeiro ou interferência natural), a solução para que o município atinja essas famílias seria a instalação de biodigestores nesses locais.

Informações obtidas diretamente com empresa responsável pelo tratamento da água e do esgoto no município de Três Rios, existem 22.060 medidores de consumo (hidrômetros) para água e esgoto, 7.760 hidrômetros com medição apenas para consumo de água e 122 medidores exclusivos para cobrança de esgoto. A autarquia municipal responsável pelo tratamento da água utilizada na cidade atende um total de 29.942 famílias, desconsiderando as ligações ilegais (furto de água), que segundo informações da autarquia responsável, SAAETRI, correspondem a 30% do consumo da água tratada pelo município. No que concerne a parte de esgotamento sanitário, apenas 811 das residências com hidrômetros, tem o esgoto tratado, evidenciando o problema enfrentado pelo município.(OLIVEIRA, D. *et al*).

A cidade conta com apenas 2,70% (811 residências) do seu esgoto sanitário tratado, no bairro HABITAT (Conjunto Habitacional Moacyr Pereira).

Percebida esta discrepância com vazão de esgoto recolhido e esgoto tratado, o estudo de implantação de biodigestores em novas residências e também em locais onde o município não consegue atingir um percentual satisfatório seria a melhor opção a longo prazo.

Dessa forma, a importância da utilização de tecnologias alternativas em residências, com difícil acesso ao saneamento básico ou por falta de planejamento dos órgãos competentes, nos remete à utilização de biodigestores ou fossas sépticas, visando à melhoria do meio ambiente e uma melhor qualidade de vida.

Por conseguinte, trabalhos como este são importantes para termos um meio ambiente menos degradado, tendo em vista que a implantação é rápida e fácil, além de o custo ser muito baixo, se comparado com os benefícios, com apoio das Cia. de tratamento de água e do Município.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A biodigestão é uma tecnologia limpa, já com uso significativo no tratamento do esgoto urbano no Brasil e uso crescente no tratamento de resíduos sólidos e redução de suas emissões prejudiciais ao meio ambiente.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos Brasileira, Lei nº 12.305 de 2010 junto com o decreto 7.404 de 2010, estimulam a implantação de biodigestores no Brasil e fortalece os argumentos de incentivos para a implementação de projetos de biodigestão.

PORTAL DO BIOGÁS. Incentivos legais para a construção de biodigestores no Brasil. São Paulo, 27 mai. 2014 Disponível em: <http://www.portaldobiogas.com/insentivos-legais-paraconstrucao-de-biodigestores-brasil/>. Acesso em 24 jul. 2020.

A necessidade do tratamento das águas residuais deve ser abordada como prioridade pelos órgãos públicos, reduzindo, dessa forma, a mortalidade infantil, as doenças, gerando melhorias na educação, no turismo, na valorização de imóveis e até mesmo contribuindo para a despoluição de flúmenes.

Atualmente, os esgotos domésticos representam a principal pressão sobre os recursos hídricos do país, em função da falta de rede de coleta e tratamento ou do tratamento ineficiente dos esgotos coletados. O resultado disso são os lançamentos domésticos praticamente in natura nos corpos aquáticos, incorrendo na deterioração da qualidade da água do corpo receptor com consequências econômicas e sociais.(SOUZA, R. *et al*).

O biodigestor é de custo-benefício uma excelente opção, variando preços de acordo com a capacidade de usuários.

Temos biodigestores de alvenaria, polietileno e pré-moldados, cada um com sua capacidade e preços de acordo com a quantidade de pessoas e tipo de imóvel a ser aplicado.

2.1. BIODIGESTOR

Composto por uma câmara, totalmente fechada, com exceção dos tubos de entrada e saída dos dejetos, favorece a fermentação dos resíduos através do processo anaeróbico, são concebidos para se integrar às mais variadas atividades que se desenvolvem, oferecendo qualidade na geração de energia renovável, na reciclagem de nutrientes para as plantas e no saneamento ambiental.

Podemos utilizá-los em muitos casos, existem vários modelos e capacidades, podemos escolher o que mais se adéqua a cada moradia, visando uma margem para que mesmo em dias festivos (mais pessoas na residência), não venha a sobrecarregá-lo.

Para dimensionarmos a capacidade desejada utilizamos o seguinte cálculo da Effizi Consultoria e Comercio Ltda:

Dimensionando um biodigestor para um escritório com 12 funcionários. Basta multiplicar o número 12 (Quantidade de Pessoas) por 50, que é a Média Diária de Esgoto (por pessoa) de um empreendimento com esse perfil.

Como $12 \times 50 = 600$ precisaríamos de um Biodigestor de 600 litros/dia.

Na tabela abaixo, você pode saber a Média Diária de Esgoto de acordo com o Perfil do Empreendimento. Além disso, nas colunas com Números de pessoas atendidas, é possível ter diretamente a indicação da quantidade máxima de pessoas que podem ser atendidas de acordo com cada modelo de Biodigestor. CONSULTORIA, Effizi.

Como calcular a capacidade de seu biodigestor ou fossa séptica. São Paulo, 23 nov. 2017 Disponível em <https://efizi.com.br/como-calculer-capacidade-do-seu-biodigestor-ou-fossa-septica/>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Tabela 1: como calcular a capacidade de seu biodigestor ou fossa séptica. São Paulo – SP. 2017.

Empreendimento	Indicação	Biodigestor 500l	Biodigestor 1500l	Biodigestor 3000l
	Contribuição diária (litros p/pessoa)	Número de pessoas atendidas		
Residência Padrão Alto	160	3	9	18
Residência Padrão Médio	130	3	11	23
Residência Padrão Baixo	100	5	15	30
Alojamento Provisório	80	6	16	37
Fábrica	70	7	21	42
Escritório	50	10	30	60
Escola	50	10	30	60
Chácaras de eventos	25	20	60	120
Edifícios comerciais	50	10	30	60

Fonte: Effizi Consultoria e Comércio Ltda Fonte? Contribuição por empreendimento?

A tabela acima demonstra que em uma residência padrão baixo, um pequeno biodigestor de 500 L vai atender 5 pessoas, logo teremos 405 L de água tratada sendo devolvida para nossos rios, imaginemos agora uma cidade com 100.000 habitantes, estaríamos devolvendo 8.000.000 L de água tratada.

O SAAETRI trata 24.000 L/min, logo são 34.560.000 litros de água, distribuídos diariamente pela cidade, se chegarmos a 50% das casas com o tratamento seriam 13.824.000 L/dia de esgoto bruto que deixariam de ir para nossos rios e as futuras gerações seriam beneficiadas. (Fonte:SAAETRI, <https://saaetri.com.br/>)

De acordo com a residência a ser projetada, podemos planejar o tipo de biodigestor a ser usado, forçando o órgão municipal a fiscalizar a instalação do mesmo para a liberação do projeto, assim a longo prazo deixariamos de despejar milhares de litros de esgoto no meio ambiente.

2.2. TIPOS DE BIODIGESTORES

2.2.1. BIODIGESTOR DE POLIETILENO (FORTLEV)

O Biodigestor Fortlev é um sistema de tratamento de esgoto com eficiência e atende a residências com até 15 pessoas. De fácil instalação e manutenção, também pode ser implantado em fazendas, comércios ou qualquer outro local que não ofereça o tratamento adequado para o esgoto domiciliar. Trata de 500 L a 1.500 L de esgoto doméstico por dia.



Figura 1 - Fonte: FORTLEV

2.1.1 VANTAGENS

Impermeável: o esgoto em tratamento não tem contato com o solo; Produto compacto: necessita de pouco espaço para instalação; Alta eficiência comprovada: até 80% de remoção de poluentes; Econômico: não necessita de caminhão limpa-fossa; Sistema 2 em 2: reator e filtro anaeróbio em uma única peça; Patente: a eficiência do tratamento de esgoto no biodigestor é influenciada pela quantidade de elemento filtrante. A Fortlev possui maior quantidade de elemento filtrante do que os concorrentes e possui patente.

2.1.2 SUSTENTABILIDADE

Não polui e não degrada o meio ambiente; Após o lodo ser neutralizado com cal e secado, o material pode ser utilizado como fonte de matéria orgânica, conforme CONAMA 375/2006.

2.1.3 MANUTENÇÃO

A extração de lodo do Biodigestor deve ser feita, pelo menos, uma vez por ano; A extração de lodo, no leito de secagem, deve ser feita da seguinte forma: Abrir o registro no leito de secagem; Inicialmente, sairá um volume de água com coloração bege e, em seguida, o lodo estabilizado começará a ser extraído para o leito de secagem. Fechar o registro quando a água de coloração bege começar a sair do sistema e quando o seu fluxo for reduzido ou interrompido; Caso haja dificuldade na extração do lodo, retirar o cap da tubulação de descompactação e, com o auxílio de uma haste, fazer a descompactação, tomando cuidado para não danificar nem o reservatório nem a tubulação de descompactação; A parte líquida do lodo será absorvida pelo solo e a parte orgânica ficará retida no leito de secagem, que, após secar, se tornará um pó de coloração escura. AECWEB, Biodigestor fortlev, São Paulo, disponível em: https://www.aecweb.com.br/prod/e/biodigestor-fortlev_16555_35996

2.2.2. BIODIGESTOR DA CANADENSE

É um modelo tipo horizontal, tem a largura maior que a profundidade, sua área de exposição ao sol é maior, com isso, é maior a produção de biogás. Sua cúpula é de plástico maleável, tipo PVC, que infla com a produção de gás, como um balão. Pode ser construído enterrado ou na superfície. Esse modelo com cobertura em lona de PVC, em substituição às campânulas (metálica ou fibra de vidro), vem ganhando maior espaço em virtude dos menores custos e facilidade de implantação e redução no risco de entupimento do duto de entrada.



Figura 2 - Fonte: Acervo digital UFPR UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Nunes-2014)

2.2.3. BIODIGESTOR INDIANO

O modelo indiano trata-se de uma pequena obra. Faz-se um buraco circular no chão, revestem-se as paredes do buraco com alvenaria e o fundo com cimento. Este seria o compartimento digestivo, como estômago. A entrada e saída da matéria orgânica são realizadas através de canos de PVC. Para cobrir o compartimento e evitar a entrada de oxigênio utiliza-se uma caixa de água invertida a qual também servirá para armazenar o biogás produzido. A caixa de água desliza conforme a produção de biogás sobre uma barra instalada previamente no centro do biodigestor. Este é um modelo bastante difundido pela EMBRAPA.

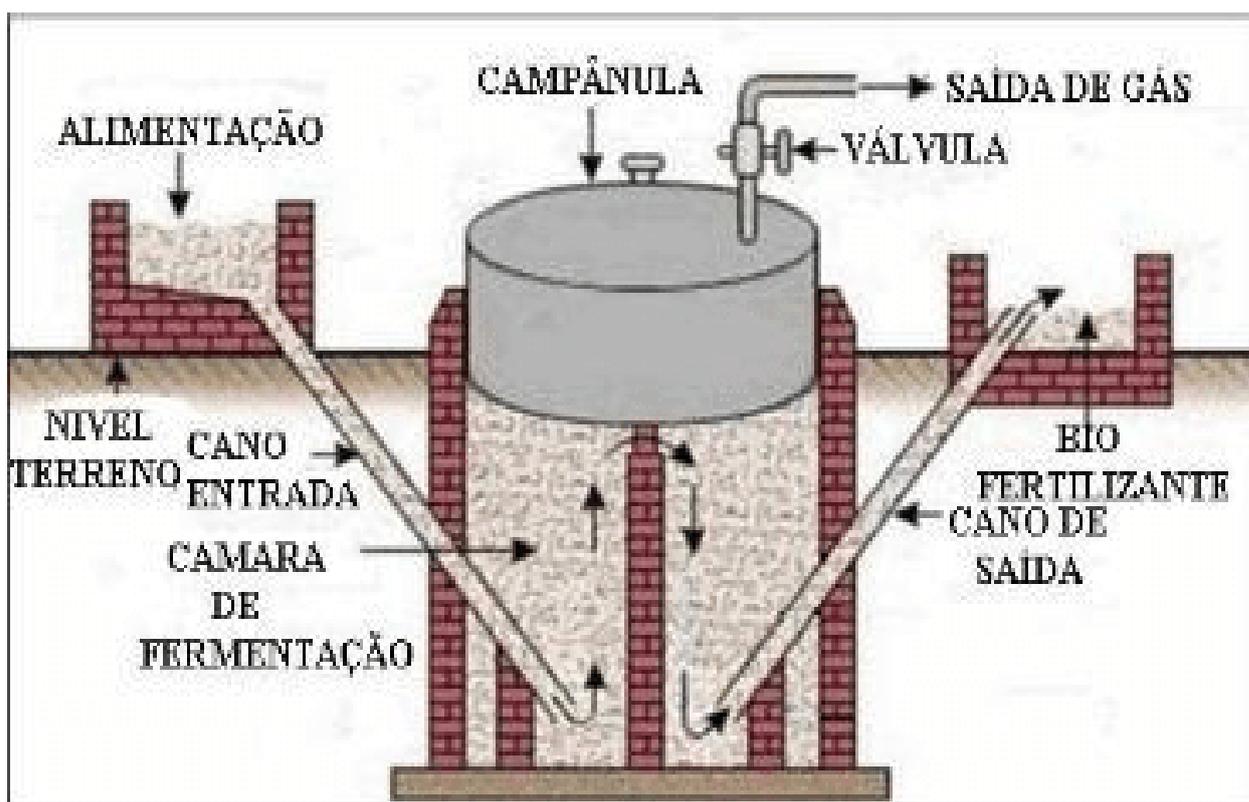


Figura 3 - Funcionamento biodigestor modelo Indiano. Crédito: (FONSECA et al, 2009)

2.2.4. BIODIGESTOR CHINÊS

O modelo Chinês é constituído quase que totalmente em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo os custos. Contudo, podem ocorrer problemas com vazamento do biogás, caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada. Neste tipo de biodigestor uma parcela do gás formado na caixa de saída é libertada para a atmosfera, reduzindo parcialmente a pressão interna do gás, por este motivo as construções de biodigestor tipo chinês não são utilizadas para instalações de grande porte.

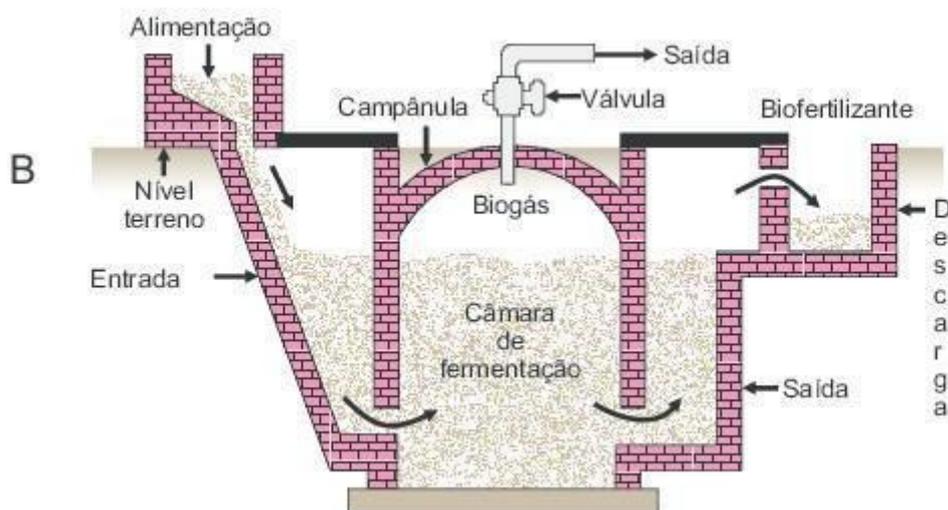


Figura 4 - Biodigestor modelo Chinês, Fonte: sem autor

2.3. BIOGÁS

O biogás é um subproduto da fermentação anaeróbia da matéria orgânica, constituído principalmente por metano e gás carbônico. Também conhecido como “gás de dejetos”, o biogás é considerado uma fonte de energia renovável, com conteúdo energético semelhante ao gás natural. Pode ser utilizado como combustível para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica, com poder calorífico variando de 5.000 a 7.000 kcal/m³. Em relação a fontes de energia, 1 m³ de biogás equivale a (manual da biodigestão):

0,61 litros de gasolina;

0,58 litros de querosene;

0,55 litros de óleo diesel;

0,45 litros de gás de cozinha;

1,50 m³ de lenha;

0,79 litros de álcool hidratado.

A produção do biogás pode ocorrer naturalmente por meio da ação de bactérias em materiais orgânicos (lixo doméstico orgânico, resíduos industriais de origem vegetal, esterco de animal) ou produzido “forçadamente” pela utilização do biodigestor.

Tabela 2 - decomposição do biogás

GASES	%
Metano (CH ₄)	50 a 70
Dióxido de carbono (CO ₂)	30 a 40
Nitrogênio (N ₂)	0 a 10
Hidrogênio (H ₂)	0 a 5
Oxigênio (O ₂)	0 a 1
Gás sulfídrico (H ₂ S)	0 a 1
Vapor d'água	0,3

Composição do biogás (adaptado de WALSH JR. et al, 1988, e BRETON et al,1994).

2.4. BIOFERTILIZANTE

Após o processo de obtenção de biogás no interior do biodigestor, o resíduo de biomassa utilizada transforma-se em biofertilizante. O biodigestor libera carbono nos elementos de CO₂ e CH₄, propiciando a geração de um biofertilizante rico em nutrientes, com teores significativos de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). É um adubo orgânico livre de agentes causadores de doenças ou pragas, sem odores desagradáveis, com potencial para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e de alta qualidade para uso agrícola, além de possuir baixo custo. O aproveitamento de biofertilizante na nutrição das plantas facilita a penetração em suas raízes, aumentando suas tolerâncias a períodos secos, oferece alimentos mais saudáveis com menor nível de aditivo químico e respeito ao meio ambiente, promove a multiplicação de bactérias que trazem vida a solos já degradados, e reduz a presença de coliformes fecais dos dejetos.

O estudo visa o crescimento ordenado com saneamento básico e coleta para todos, com intuito de promover a instalação de um biodigestor em um maior número possível de residências, principalmente em novos projetos. Para isso, os órgãos públicos poderiam conceder um incentivo fiscal em seu imposto territorial urbano (IPTU).

O órgão competente (SAAETRI) poderia estar custeando a compra e instalação do biodigestor e parcelando as despesas totais em sua taxa de coleta, em prestações acessíveis, com isso, estaria facilitando o acesso e também reduzindo o despejo de esgoto bruto nos pequenos córregos, nascentes e rios da cidade.

Segundo dados fornecidos pelo site do SAAETRI a vazão de esgoto coletado é de 17.500 L/min, ou seja, 25.200.000 L/dia, vislumbramos que o Município e o SAAETRI apoiem a instalação do biodigestor nas residências que não tenham esgotamento sanitário e nem tratamento do mesmo, com um forte incentivo fiscal vamos estimular os proprietários a buscarem esta alternativa, e também com a fiscalização e obrigação de instalação em novos empreendimentos. Visando alcançar o mínimo de 50% das residências com o biodigestor ativo, deixariam de jogar 10.080.000 L/dia de esgoto in natura (segundo o fabricante, o biodigestor Fortlev, garante tratamento de 80% de todo esgoto processado em seus biodigestores), em nossos rios, córregos e nascentes.

Temos o exemplo de Petrópolis, cidade vizinha, que com a aplicabilidade dos biodigestores ficou conhecida internacionalmente pela atitude e desempenho. Podemos fazer de Três Rios também um marco referencial.

As medições que fazemos comprovam que a redução da carga orgânica (dos resíduos) chega a 98%", afirma Márcio Salles, superintendente da Águas do Imperador, a concessionária de serviços sanitários de Petrópolis, que adotou o sistema nas favelas da cidade. Prefeitura Municipal de Petrópolis, Terça, 10 Fevereiro 2015 - 17:15

Além disso, o custo de um biodigestor chega a ser três vezes mais barato do que o da instalação de uma rede tradicional de saneamento", conclui. DIÁRIO DO GRANDE ABC, Tecnologia do biodigestor faz de Petrópolis a capital da energia limpa, 18 de jun de 2009

Para um país onde 95% dos municípios são pequenos, com população de até cem mil habitantes, existem alternativas melhores. Uma delas, que eu chamo de ganha ganha, é o biodigestor, ressalta Moacir Araújo, consultor e especialista em engenharia hidráulica e saneamento, formado pela Universidade de São Paulo (USP). AGÊNCIA ENVOLVERDE JORNALISMO, Biodigestor pode resolver parte do problema de saneamento básico no Brasil, 24 de out de 2012.

3. METODOLOGIA

Na pesquisa apresentada, a metodologia empreendida foi de natureza qualitativa e quantitativa, com esses abordando a construção e os benefícios do uso de tecnologias alternativas como os biodigestores.

Foi utilizado o levantamento de custo de um Biodigestor, volume atendido, benefício ao meio ambiente em longo prazo de um biodigestor e aplicação das vantagens geradas, como o biogás e o biofertilizante.

A área pesquisada se limita a cidade de Três Rios/RJ, localizada na região Centro Sul Fluminense.

A pesquisa utiliza técnicas padronizadas de coleta de dados, onde fatos são observados, computados, analisados, sem que haja interferência do pesquisador.

A coleta de todos os dados necessários para realização da pesquisa foi efetivada pelos acadêmicos do curso de Engenharia Civil da Faculdade Univértix Trirriense, subscritos anteriormente, entre os meses de abril a julho de 2020, junto a instituições

públicas, órgãos municipais, moradores e empresas privadas presentes na cidade de Três Rios.

Utilizaremos como base o uso de um biodigestor fortlev 500L, que tem um preço médio de R\$ 1.250,00 a R\$ 1.650,00 Reais, e atende uma família de até cinco pessoas. E é de fácil instalação e manutenção.

Depois de feita a parte hidráulica, interligando a residência e o biodigestor, ele deverá ser totalmente enterrado e não podendo ficar aparente, após a colocação do biodigestor Fortlev deve ser construído o leito de secagem ao lado, local onde será feita a limpeza e coleta do lodo ao menos uma vez ao ano. Este leito é construído de alvenaria e com um tubo de ligação direta com o biodigestor é um registro para abertura e liberação do lodo. A instalação e construção deverão ser acompanhadas por responsáveis técnicos da área, de tal forma a que venham obedecer às normas técnicas do projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de Três Rios/RJ engloba a maior população da região, com aproximadamente 101.845 habitantes.

A cidade teve um intenso crescimento no ano de 2005, durante o mandato do prefeito Celso Jacob e da governadora Rosinha Garotinho, com a implementação da Lei nº 4.533 de 04/04/2005, baixando o ICMS (Imposto sobre Circulação e Serviços) de 19% para 2%, possibilitando assim a instalação de várias empresas na cidade e a criação de um polo industrial, no bairro denominado Barrinha.

Pode-se também considerar como um conjunto industrial, a estrutura da antiga CIA SANTA MATILDE, que atualmente concentra em sua estrutura mais de 20 empreendimentos instalados e as diversas empresas, inclusive algumas multinacionais, implantadas às margens da rodovia BR-040.

Com a mudança na legislação, beneficiando a ascensão da cidade, novas empresas foram sendo instaladas, conseqüentemente a densidade populacional aumentou, desencadeando majoração na quantidade de esgoto, tanto industrial quanto doméstico, lançados na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Assim, diversos problemas sócio-ambientais foram surgindo no município, tendo em seu cenário atual, um sistema de tratamento precário, impossibilitando atender toda a população de forma eficaz.

Vale ressaltar que existe, na cidade de Três Rios/RJ, uma autarquia municipal responsável pela coleta do esgotamento sanitário no município. Porém, é de conhecimento popular a dificuldade desta autarquia em oferecer de forma abrangente o serviço de coleta de todo o esgoto produzido na cidade, bem como oferecer o tratamento adequado a estes resíduos.

Informações obtidas diretamente com empresa responsável pelo tratamento da água e do esgoto no município de Três Rios, existem 22.060 medidores de consumo (hidrômetros) para água e esgoto, 7.760 hidrômetros com medição apenas para consumo de água e 122 medidores exclusivos para cobrança de esgoto. A autarquia municipal responsável pelo tratamento da água utilizada na cidade atende um total de 29.942 famílias, desconsiderando as ligações ilegais (furto de água), que segundo informações da autarquia responsável, SAAETRI, correspondem a 30% do consumo da água tratada pelo município. No que concerne a parte de esgotamento sanitário, apenas 811 das residências com hidrômetros, têm o esgoto tratado, evidenciando o problema enfrentado pelo município.

O esgotamento pode ser dividido em: esgoto industrial, esgoto pluvial e esgoto sanitário: o esgoto industrial é proveniente das atividades de processamento das linhas de produção industriais, somado ao esgoto das unidades sanitárias das mesmas; por sua vez, o esgoto pluvial é gerado pela coleta de águas de escoamento superficial, chuvas e drenos subterrâneos. Desta forma, denomina-se esgoto sanitário a vazão esgotável originada de atividades domésticas, como por exemplo, escoamento de pia, tanque, etc (FERNANDES, 2008).

O sistema unitário tem o objetivo de captar e transportar no mesmo condutor as águas residuárias, pluviais e de infiltração (SOBRINHO e TSUTIYA, 2000). Contudo, as desvantagens de controlar as grandes vazões de esgoto em épocas de chuvas fortes e pequenas vazões em épocas de estiagem demandam um alto investimento inicial. Nos dias atuais é quase insustentável conceber o sistema unitário de tratamento (FERNANDES, 2008).

“Por outro lado o sistema separador absoluto, separa as águas residuárias e águas de infiltração das águas pluviais, que são transportadas em um sistema independente” (SOBRINHO e TSUTIYA, 2000).

Dizem ser evidente que as ações de saneamento, estejam relacionadas com os recursos hídricos em aspectos qualitativos e/ou quantitativos. Portanto, para garantir

boas condições de saneamento faz-se necessário o gerenciamento adequado dos recursos hídricos. Kobiyama, Mota e Corseuil (2008)

A princípio, exercia apenas as funções de Secretaria Executiva do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) (AGEVAP, 2017). A partir da edição da medida provisória nº 165/04, posteriormente convertida na Lei nº 10.881/04, passou a funcionar como Agência de Água ou Agência de Bacia, recebendo recursos provenientes da cobrança pelo uso da água bruta, para aplicá-los de acordo com o plano de investimentos aprovado pelo Comitê da Bacia (AGEVAP, 2017).

Atualmente, a AGEVAP possui cinco Contratos de Gestão vigentes, um assinado com a Agência Nacional de Águas (ANA), dois com o Instituto Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), e outros dois com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Segundo dados de 2015, a gestão da AGEVAP abrange uma área de aproximadamente 65.300 km², 184 municípios na região hidrográfica do rio Paraíba do Sul e 15 na região hidrográfica do Rio Guandu, compreendendo os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (AGEVAP, 2017).

Neste contexto, a digestão anaeróbia se mostra como uma alternativa promissora para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, visto que a fração orgânica dos resíduos sólidos corresponde a mais de 50% do total dos resíduos domésticos gerados no Brasil, Visando alcançar o mínimo de 50% das residências com o biodigestor ativo, deixariam de jogar 10.080.000 L/dia de esgoto in natura (segundo o fabricante, o biodigestor Fortlev, garante tratamento de 80% de todo esgoto processado em seus biodigestores), em nossos rios, córregos e nascentes.

Temos o exemplo de Petrópolis, cidade vizinha, que com a aplicabilidade dos biodigestores ficou conhecida internacionalmente pela atitude e desempenho. Podemos fazer de Três Rios também um marco referencial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Petrópolis, município do interior do Rio de Janeiro, também conhecido como Cidade Imperial, em 1998 vivia um momento de precariedade. A cidade rica em mananciais, sofria com captações irregulares de água, cujo tratamento era praticamente

inexistente, realizado por uma única estação em Itaipava. Os esgotos eram lançados in natura nos rios da cidade.

Com o intuito de transformar este cenário, a empresa Águas do Imperador, vencedora do processo licitatório, se estabeleceu no município, aumentando as captações, substituindo redes inadequadas, expandindo e tornando o abastecimento ininterrupto, além de coletar e tratar todo esgotamento sanitário da cidade.

Águas do Imperador é uma empresa do Grupo Águas do Brasil – Saneamento Ambiental Águas do Brasil (SAAB), que tem por objetivo investir nas soluções para o saneamento básico, proporcionando maior qualidade de vida e saúde.

Atualmente, existem sete estações de tratamento de água com capacidade para atender toda a população.

Com soluções inovadoras teve início o plano de despoluição das bacias hidrográficas, culminando na edificação de três estações de tratamento de esgoto do município, para atender aproximadamente 350.000 habitantes.

Com comprometimento ambiental e excelência no serviço prestado a concessionária possui projeto para construção de cinco novas estações. Desta forma, todos os rios da cidade estarão livres de poluição.

O trabalho da Águas do Imperador tornou-se referência nacional e internacional no tratamento de esgotos, inclusive com a utilização dos biodigestores em áreas carentes. Nesses equipamentos, toda a matéria orgânica presente no esgoto é convertida em gás metano, utilizando como combustível em fogões de cozinha e geradores. O biogás é oferecido gratuitamente para moradores, creches e outras instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648 Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 2013.

BIODIGESTOR Fortlev. AECweb, Espírito Santo, disponível em: <https://www.aecweb.com.br/prod/e/biodigestor-fortlev_16555_35996> Acessado em 27 jul. 2020

CAMILA, Marçal da Rocha. Proposta de Implantação de um biodigestor anaeróbico de resíduos alimentares. Juiz de Fora – UFJF, 2016.

CLAUDIO, Proença. Biodigestores como tecnologia social para promoção da saúde: Estudo de caso para saneamento residencial em áreas periféricas. Fundação Osvaldo Cruz – Fiocruz – UFRJ, 2018.

CONSULTORIA, Effizi. Como calcular a capacidade de seu biodigestor ou fossa séptica. São Paulo, 23 nov. 2017 Disponível em <https://efizi.com.br/como-calcular-capacidade-do-seu-biodigestor-ou-fossa-septica/>. Acesso em: 22 jul. 2020.

CONSULTORIA, E. Jr. Emas Jr Consultoria: Entenda Como Funciona o Biodigestor e Qual Tipo é a Melhor Solução Para o Seus Resíduos. In: EMAS Jr- EMAS Jr Consultoria. EMAS Jr. CONSULTORIA. Minas Gerais, 16 marc. 2020. Disponível em:<<https://emasjr.com.br/entenda-como-funciona-e-qual-tipo-de-biodigestor-e-o-mais-adequado/>>.Acessado em 06 jul. 2020.

COMO calcular a capacidade do seu biodigestor ou fossa séptica. Efiizi, 2017. Disponível em: <<https://efizi.com.br/como-calcular-capacidade-do-seu-biodigestor-ou-fossa-septica/>>Acessado em 22 jul. 2020.

FARIAS, Diego Fernandes; Silva Junior, Mario Augusto Alves. Estudo para implementação de um biodigestor comunitário em comunidade de baixa Renda. Orientador: Prof. Dr. Flavio A. S. Fiorelli.2009. 78 f. TCC (bacharel engenharia mecânica) – departamento de engenharia mecânica, universidade de são paulo escola politécnica departamento de engenharia mecânica, São Paulo, 2009.

INCENTIVOS legais para a construção de biodigestores no brasil. Portal Do Biogás, São Paulo, 27 mai. 2014. Disponível em: <https://www.portaldobiogas.com/incentivos-legais-para-construcao-de-biodigestores-brasil/>,Acessado em 06 jul. 2020.

NUNES, Murilo.Programa de educação continuada em ciências agrárias. Orientador: M. Sc. Alexandre Dullius. 2014. 22 f. TCC (Pós Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade federal do Pará, 2014.

OLIVEIRA, D. et. al.Estudos preliminares de investigação sobre o esgotamento sanitário no município de Três Rios/RJ. Matipó, MG: X FAVE, 2017.

PORTAL, do Biogás. Incentivos legais para a construção de biodigestores no Brasil. São Paulo, 27 mai. 2014 Disponível em: <http://www.portaldobiogas.com/insentivos-legais-paraconstrucao-de-biodigestores-brasil/>. Acesso em 24 jul. 2020.

RAÍSSA, Souza. et al. II-568 - Estudo Cinético da Desinfecção de Esgoto Sanitário Tratado em Decanto-Digestor Seguido de Filtro Anaeróbio. Fortaleza/CE: FENASAN, 2017. Disponível em : <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/11/II-568.pdf>. Acesso em 24 Set. 2020.

SAAETRI. Indicadores. Disponível em <https://saaetri.com.br/indicadores>. Acesso em 27 jul. 2020.

TECNOLOGIA do biodigestor faz de Petrópolis a capital de energia limpa. Diário do Grande ABC, São Paulo, 18 jun. 2009. Disponível em:<<https://www.dgabc.com.br/Noticia/939218/tecnologia-do-biodigestor-faz-de-petropolis-a-capital-da-energia-limpa>>. Acessado em: 20 jul. 2020.

TSUTIYA, M. e SOBRINHO, P. Coleta e transporte de esgoto sanitário. 3ª ed. São Paulo: ABES SP, 2008.

TURDERA, Mirko V.; YURA, Danilo. Estudo da viabilidade de um biodigestor no município de dourados. Scielo proceedings, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS.2006.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CONSTRUÇÕES DE ALVENARIAS COM BLOCOS DE CERÂMICA E BLOCOS DE GESSO

ACADÊMICOS: Felipi Aquino de Souza; Samuel Chagas da Silva Pereira.

ORIENTADOR: Prof. *M.Sc.* Lucas Machado Rocha.

LINHA DE PESQUISA: Tecnologia de Materiais e Métodos Construtivos.

RESUMO

Devido a pandemia de COVID 19, a economia mundial passa por um período de declínio. Embora a construção civil seja um setor de constante crescimento se faz necessário o surgimento de novas técnicas e materiais de construção, com isso é de extrema importância que as cidades busquem alternativas para o crescimento. Em Três Rios-RJ o bloco cerâmico ainda é mais comumente utilizado, porém os blocos de gesso vêm ganhando seu espaço na cidade. Já que o gesso possui vários aspectos positivos que corroboram com a qualidade da construção com gesso, ao optar pela construção de gesso a obra ganha em tempo de execução, maior liberdade arquitetônica redução da mão de obra, além de perca de peso da estrutura, maior resistência a umidade e ao fogo. Mediante aos problemas econômicos que o Brasil enfrenta e da necessidade de uma alternativa competitiva na construção de residência, o presente trabalho vai demonstrar a origem do gesso, suas reservas gipsitas e seu potencial econômico da utilização do gesso na construção civil em Três Rios. Para que fosse possível fazer um comparativo foi realizado um levantamento no município de Três Rios, entre os parâmetros adotados, foi comparar os valores dos materiais, mão de obra e o tempo de execução, em uma construção de 40 m², visando demonstrar qual método têm um melhor custo benefício para ser utilizado em uma construção residencial no município de Três Rios-RJ.

PALAVRAS-CHAVE: Blocos de gesso, Blocos cerâmicos, Comparação, Vantagens, Custo, Tempo de execução.

1. INTRODUÇÃO

A economia mundial passa por um período conturbado e de muitos retrocessos devido a pandemia do COVID 19. A equipe econômica reduziu para 0,02% a previsão de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) em 2020, após a pandemia atingir o País. O Congresso Nacional promulgou um decreto legislativo em que reconhece estado de calamidade pública devido aos reflexos do COVID-19 (CAMARA,2020).

Apesar da construção civil ser um dos setores que mais sente os impactos causados pela crise econômica, devido ao COVID-19 e a uma crise política, é também onde é esperada uma recuperação mais avançada. Isto pelo fato de que a indústria da construção civil está em constante crescimento e com isso, há uma grande necessidade do surgimento de novas técnicas e a atualização dos materiais de construção civil (AUGUSTO, 2007).

Inserido na gama de materiais necessários na construção, o gesso vem ganhando espaço competitivo, já que vários aspectos positivos corroboram com a qualidade da construção com gesso. Com sua utilização, é possível adquirir maior liberdade arquitetônica; menor tempo de execução de obra e também há uma redução da mão de obra; é possível observar também que há uma de redução no peso da estrutura; ganho de espaço; resistência à umidade e ao fogo; estabilidade (não contrai e nem dilata); possibilidade de adotar qualquer tipo de acabamento, e manutenção mais prática de ser realizada(NUNES,2015).

O método de construção com gesso, causa menos impactos ao meio ambiente, devido a menor geração de entulhos e ao consumo de mínimas quantidades de água (ECONOMIA, UOL).

Porém mesmo com uma grande quantidade de benefícios, o gesso ainda não é unanimidade, tendo em vista que em residências populares as maiorias das pessoas optam pelo bloco de cerâmica (GAZETA DO POVO, 2012).

Assim como os blocos em gesso os blocos cerâmicos também oferecem vantagens, como técnicas de fácil execução, isso faz com que haja rapidez, além de não possuir grande diversidade de material empregado, não é necessários muitos especialistas em mão de obra, contem alta resistência ao fogo e excelente qualidade acústica, com uma baixa significativa de ruídos. (ALVARES *apud* SOUZA, 2018)

Os blocos cerâmicos são comumente utilizados no município de Três Rios-RJ, região da realização do estudo, porém os blocos de gesso vêm ganhando seu espaço na cidade. Com isso o presente trabalho, além de realizar um estudo comparativo,

tem como objetivo, de levar maiores informações para profissionais de engenharia que pretendem atualizar-se sobre as características de ambas construções, já que foi possível observar uma carência de discussão do tema.

Além disso, devido a essa necessidade de inovação e ao surgimento de novos tipos de materiais utilizados na construção civil, esse estudo possui o intuito de demonstrar dois métodos de construções semelhantes, comparando-os e avaliando a viabilidade e vantagens de cada um, vai caracterizar o método mais vantajoso de construção considerando diferentes aspectos como custo e tempo de execução.

Devido aos problemas econômicos que o Brasil enfrenta e dada a necessidade de uma alternativa competitiva na construção de residência, o presente trabalho visa demonstrar a origem do gesso, suas reservas gipsitas e seu potencial econômico da utilização do gesso na construção civil em Três Rios.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O gesso para o uso em construção civil, é originado da gipsita, mineral abundante na natureza, sendo um sulfato de cálcio hidratado cuja fórmula química é $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. (SOBRINHO et al, 2001)

A gipsita pode ser encontrada em oceanos antigos com aproximadamente 150 milhões de anos, sendo formado a partir dos seus sedimentos de salmoura. (SOBRINHO et al, 2001).

A china é a maior produtora de gipsita no mundo, segundo a DNPM ela é responsável por mais de 30% da produção mundial, já o Brasil é o maior produtor de gipsita da América do Sul e o 11º do mundo.

Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (2014), Pernambuco é o principal estado produtor de gipsita no Brasil, em 2013 foi responsável por mais de 86% de toda a produção de gipsita no Brasil (FILHO, NETO, DANTAS,2014).

O “pólo gesseiro do Araripe”, sendo formado pelos municípios de Araripina, Bodocó, Ipubi, Trindade, e Ouricuri possui maior representatividade no estado. Já os outros estados produtores de gipsita são: Maranhão (9,1%), Ceará (2,5%), Amazonas (0,6%) e Pará (0,2%), (FILHO, NETO, DANTAS,2014).

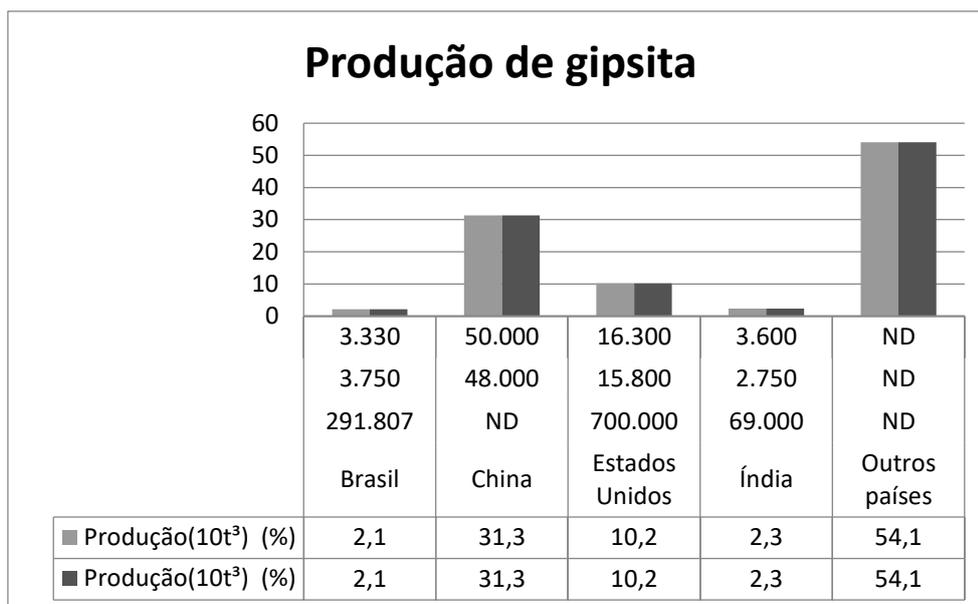


Figura 44. Produção de gipsita pelo mundo.

Fonte: Adaptada de DNPM (2014)

Depois de extraída, a gipsita é devidamente processada para suas respectivas finalidades. Algumas delas são: forros de gesso, decoração, revestimentos (pastas e argamassas), vedação (painéis de gesso e drywall), blocos de gesso, cola e outros. (ROCHA, 2007)

Os blocos de gesso são componentes fabricados industrialmente, possuem o formato de paralelepípedo, podendo ser maciço ou vazado com duas faces planas e lisa tendo em sua extremidade um encaixe macho e na outra extremidade um encaixe fêmeo. Os blocos simples são empregados em área seca e os hidrofugados em área molhada tendo sua identificação realizado por cor para facilitar sua identificação no canteiro de obra. (ABNT-NBR, 2017).

Tabela 22. Valores de materiais para construção em blocos cerâmicos.

Densidade	Cor
Densidade alta	Verde
Densidade média	Branco
Densidade Baixa	Amarelo
Densidade alta para hidrofugados	Rosa
Densidade baixa para hidrofugados	Lilás ou Rosa
Densidade média para hidrofugados	Azul

Fonte: ABNT (2017)

As dimensões dos blocos de gesso são determinadas pela espessura, comprimento e altura. A espessura mínima de um bloco de gesso para utilização na execução de vedação verticais em construção civil deve ser de 50mm.

Os blocos de gesso vazado devem apresentar espessura mínima das superfícies do vazado até a face de 15mm (ABNT-NBR, 2017).

De acordo com ABNT as densidades dos blocos são classificadas por alta, média e baixa.

Tabela 23. Classificação de densidade para blocos.

Ensaio	Densidade Kg/m³
Alta densidade	≥ 1.100,0
Média densidade	≥ 800,0 e <1.100,0
Baixa densidade	≥ 600,0 e <800,0

Fonte: ABNT, (2017)

Os blocos brancos ou standard são conhecidos como blocos simples, que podem ser utilizados como alternativa aos materiais convencionais, como os blocos cerâmicos e os de cimento na construção de paredes internas, quartos, salas, escritórios e bancadas (CONSTRUÇÃO CIVIL, IGE).

Os blocos verdes são especiais por possuem aditivos e fibras de vidro, podem ser utilizados como alternativa para a substituição a elementos de alvenaria convencional em áreas onde possuem um número elevado de pessoas, que possam causar aglomerações.

São exemplos as casas de show, cinemas, lanchonetes, hospitais, lojas e outros estabelecimentos comerciais (CONSTRUÇÃO CIVIL, IGE).

Os blocos Azuis são blocos de gesso especiais com utilização prevista para a construção de paredes em áreas molhadas, como em cozinhas, banheiros, copas e com aditivos hidrofugantes, que tem a função de atuarem de forma holística, diminuindo seu tamanho inicial, os números e os poros de uma mistura, evitando a ultrapassagem de água pelos poros, causando infiltrações no meio ambiente. (DRANSFIELD, 2003)

Também podem ser utilizadas no início da construção de parede onde a área esteja sujeita a lavagens, bem como em varandas e áreas comuns, corredores e etc. (CONSTRUÇÃO CIVIL, IGE)

Os blocos rosas também se enquadram na categoria de blocos especiais, possuem fibra de vidro e aditivos hidrofugantes e são utilizados na construção de paredes que precisem de um desempenho superior às demais, somando as características dos blocos verdes e com as dos blocos azuis hidrofugantes (CONSTRUÇÃO CIVIL, IGE).

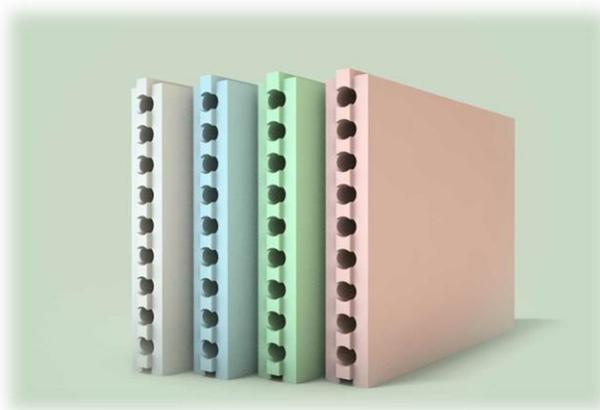


Figura 45. Blocos de gesso.
Fonte: ECOGESSO (2020)

O método de Construção utilizando blocos de gesso é dividido em 3 etapas: fiada mestra, elevação e encunhamento.

Na fiada mestra, a primeira fiada de blocos de gesso é iniciada seguindo as orientações do projeto de execução realizado pelo engenheiro responsável, é necessário que na primeira fiada o pedreiro respeite o alinhamento definido por uma linha de nylon e o prumo que deverá ser respeitado em toda a parede.

Nela é obrigatório que seja aplicado cola para gesso e realizado a fixação dos blocos. É importante estar atento aos vãos e portas, onde se deve deixar uma abertura correta que dependerá do tipo de esquadria (ALMEIDA E PEDROSO, 2017).

No início da elevação das paredes, na primeira fiada é necessário assentar os blocos com o encaixe fêmea (parte localizada na lateral do bloco com furos) voltado para baixo e sobre o encaixe é preciso que seja aplicado uma camada espessa de cola para gesso.

Ao iniciar a execução da segunda fiada, deverá ser indicado se o ambiente terá utilização como área molhada ou seca. Esta indicação estabelecerá que o material mais apropriado para cada ambiente.

Durante a amarração da segunda fiada onde o bloco a ser utilizado independente da área, seca ou molhada, tem o seu comprimento reduzido em 40% criando uma amarração vertical nas juntas dos blocos, sendo esse processo repetido até todo o fechamento do vão.

Além disso também é necessário que seja verificado se a parede está plana durante a montagem da alvenaria. Para isso deve-se utilizar uma régua de metal para alinhamento horizontal, um prumo para verificação de alinhamento vertical e o esquadro para verificação de ortogonalidade entre paredes adjacentes (ALMEIDA E PEDROSO,2017).

Nessa etapa, a alvenaria de vedação vertical deve ser fixada à estrutura superior, sendo necessário a execução do encunhamento. Este processo é realizado com a utilização de espuma de poliuretano, aplicada em um espaço de 1,5 cm a 3,5 cm (ALMEIDA E PEDROSO, 2017).

Os blocos cerâmicos possuem diversas vantagens como baixo custo e fácil aplicabilidade, tendo protagonizado no cenário da construção civil, existem relatos que sua existência data mais de 6.500 a.C., os blocos cerâmicos também conhecidos como tijolos, são um componente essencial para construções de vedação ou estrutural.

Fica claro que o tijolo revolucionou a construção civil e a vida da população mundial, sendo utilizado amplamente na construção, já que sua estrutura é resistente à umidade e à temperatura além de possuir alta durabilidade e não exigir dificuldades para sua fabricação. É importante ter ciência que os blocos mais utilizados são os cerâmicos e os de concreto, mas as vantagens dos de cerâmicas são de grande notoriedade.

Para a fabricação dos blocos é preciso seguir as NBR's:

- NBR15.270-1
- NBR15.270-3
- NBR 7.171:1992
- NBR 8.042:1983
- NBR 6.461:1983
- NBR 8.043:1983 (GRESKO, BLOCOS CERÂMICOS).

Seu processo de produção é dado basicamente por 8 etapas, extração, caixão alimentador, misturador, laminador, extrusora, máquina de corte, prateleira de secagem e por último, o forno.

O processo de produção de tijolos de cerâmica é iniciada através da captação da matéria prima (argila), assim que realizada a captação o passo seguinte é fazer com que a argila seja laminada e destorroada para que assim haja uma redução em sua granulometria, além de reduzir quebras, esse processo é repetido mais uma vez com a adição de aditivos e água.

Depois de laminada e destorroada, é iniciado o processo de modelagem, através de uma extrusora, em seguida os tijolos são cortados de acordo com as dimensões da forma esperada, depois são colocados para secagem, e por fim os blocos de cerâmica são cozidos em alta temperatura variando de 800 e 1000 °C, assim que os tijolos são resfriados, algumas peças são esmaltadas e decoradas (Vieira, 2009) .

Os blocos cerâmicos para vedação constituem-se pelas alvenarias internas ou externas que não tem funções para resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte. (ABNT, 2005).

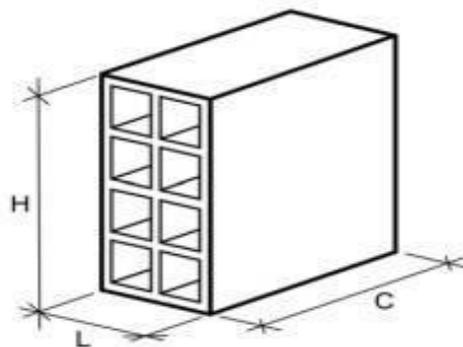


Figura 46. Bloco cerâmico de vedação normalizável.

Na figura 4 é possível observar um modelo padrão de tijolo cerâmico, suas dimensões variam indo de acordo com o modelo adotado na obra:

Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2005)



Figura 47. Bloco cerâmico de vedação comercializável.
Fonte: LEROYMERLIM (2020)

Assim como no método de construção em blocos de gesso a construção em alvenaria em blocos cerâmicos também é dividida em 3 etapas: Fiada mestra, elevação e encunhamento.

A primeira fiada ou fiada mestra da alvenaria e as fiadas seguintes devem ser feitas por meio do assentamento dos tijolos. Para isso assenta-se primeiramente os tijolos com extremidade da alvenaria, para que esse seja utilizado como guia ao restante da primeira fiada, é necessário esticar uma linha de nylon entre os tijolos para que a primeira fiada de tijolos fique alinhada e nivelada.

Para que seja possível o assentamento é necessária a aplicação de argamassa sobre os blocos, é importante que a argamassa cubra o tijolo, é recomendado que a cobertura tenha 1,5 cm. Também é utilizada a argamassa colante aplicada com bisnagas, onde não é necessário cobrir toda a extremidade do tijolo.

Vale atentar-se aos espaços dos vãos e portas, tendo em vista que se os espaços não forem respeitados isso acarretará desperdício de mão de obra e materiais (ALMEIDA E PEDROSA, 2017).

Com intuito de reduzir desperdício pode ser empregado o meio bloco com dimensões 9 cm de largura por 9 cm de altura e 9 cm de comprimento.

Na elevação os tijolos devem ser assentados em 4 fiadas em cada extremidade, em formato de escada para que esses sejam utilizados como guia ao restante da fiada. É preciso esticar uma linha de nylon entre as extremidades, verificar o prumo, alinhamento e o nível dos blocos e entre os blocos é necessário a aplicação da mesma argamassa de assentamento utilizada na fiada mestra.

Além disso, é preciso atenção a ancoragem da alvenaria nos pilares, devido a possíveis fissuras sendo também necessário que seja feita a amarração entre os blocos (ALMEIDA E PEDROSA, 2017)

Quando necessário, o encunhamento acontece na parte superior da alvenaria junto a laje. Sendo necessário um espaçamento de 1,5 cm a 3,5 cm, que deverá ser aplicada espuma expansiva (ALMEIDA E PEDROSA, 2017).

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho consiste no levantamento de dados entre duas tecnologias para execução de obra residencial de 40 m², com intuito de determinar o método mais vantajoso de construção considerando fatores como custo, tempo.

Para compilar as informações referentes a construções de paredes de vedação da residência, com blocos cerâmicos e outra com blocos de gesso foram utilizadas ferramentas computacionais para criação de tabelas e a utilização de um software de desenho para a realização do projeto.

O fator custo que se refere principalmente aos valores de materiais e mão de obra utilizados em cada método de construção foram levantados através de fórmula mediana ($x = \frac{(X1+X2+X3...+Xn)}{n}$).

Exemplo: Preço loja 01 = R\$ 20,00, preço loja 02 = R\$ 25,00 Preço loja 03= R\$ 26,30

$$x = \frac{(20+25+26,30)}{3}, \text{ então } x = \text{R\$ } 23,76$$

Para tomada individual de preços de materiais foram realizados um levantamento através de contato telefônico, no período de maio de 2020 a junho de 2020, em 3 lojas de materiais de construção no município de Três Rios, que serão citadas neste trabalho como lojas 01,02 e 03.

Em relação a mão de obra e tempo de execução foi adotada uma pesquisa de campo em 2 obras em execução no município de Três Rios, no período de maio a junho 2020, onde foram avaliados 3 profissionais de cada área, tipos de construções, de alvenaria em cerâmica (pedreiro) e alvenaria em gesso (gesseiro), além disso também foi calculado a produtividade e média de mão de obra por m² de cada profissional durante esse período.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado um levantamento comparativo para construção no município de Três Rios, entre os parâmetros: Valor de materiais, mão de obra, tempo de execução, numa construção de 40 m², conforme projeto demonstrado nas figuras 06 e 07, com materiais de gesso e materiais cerâmicos, com o intuito de atender as características de uma residência unifamiliar de padrão baixo onde segundo o CUB/m² sua área é de 58,64 m², ambos projetos (figuras 06 e 07) possuem uma área de 40 m², dividida em 2 quartos, 1 banheiro, 1 cozinha, 1 sala e área de 7 serviço, em 1 pavimento.

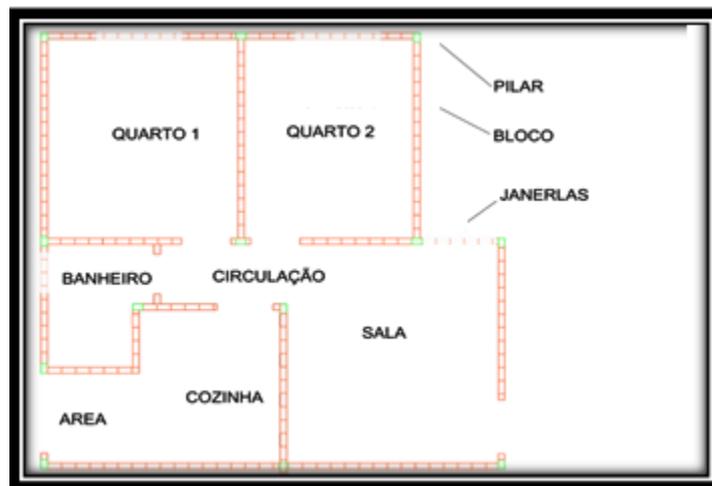


Figura 48. Projeto residencial com blocos de cerâmico.
Fonte: Os autores

Na figura 5 é possível observar que a diferença de ocupação de espaço do bloco de gesso é menor se comparado com o bloco cerâmico 9x19x29.

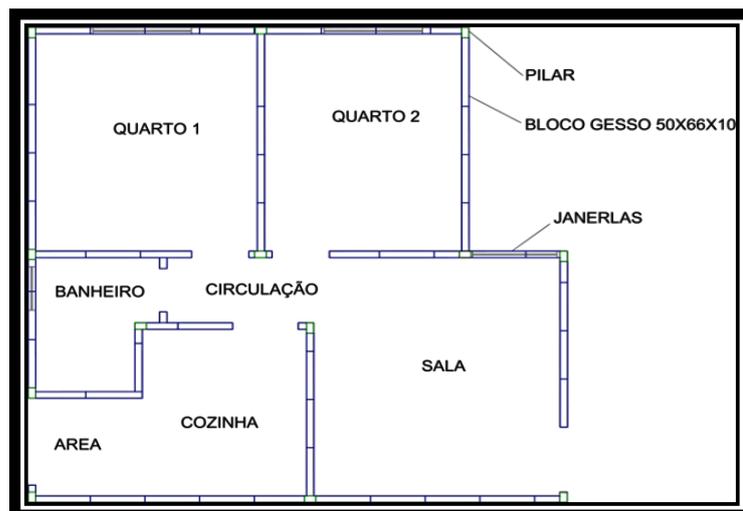


Figura 49. Projeto residencial com blocos gesso.
Fonte: autores

Para chegarmos aos custos dos materiais que são necessários em construções em alvenaria de bloco cerâmico e bloco de gesso, foi realizada uma cotação, onde três lojas distintas do município de Três Rios-RJ foram consultadas, conforme demonstrado nas tabelas 03 e 04.

A Tabela 3 fornece os preços dos materiais para construção em alvenaria de gesso e pintura, orçamento para uma obra de 40 m².

Tabela 24. Valores de materiais para construção em blocos de gesso.

MATERIAIS	QUANT.	MATERIAIS		
		LOJA 01	LOJA 02	LOJA 03
BLOCO DE GESSO 10X50X66 ST	197	R\$ 4.137,00	R\$ 4.531,00	R\$ 4.235,50
BLOCO DE GESSO 10X50X66 RU	130	R\$ 3.640,00	R\$ 3.770,00	R\$ 4.160,00
GESSO COLA	44	R\$ 528,00	R\$ 528,00	R\$ 440,00
HIDROFUGANTE	3	R\$ 150,00	R\$ 195,00	R\$ 135,00
GESSO 40KG REVESTIMENTO	2	R\$ 48,00	R\$ 49,00	R\$ 40,00
SISAL 1K	2	R\$ 20,00	R\$ 24,00	R\$ 20,00
PARAFUSO 70MM C/ BUCHA S/10	200	R\$ 220,00	R\$ 180,00	R\$ 160,00
SELADOR 18L	2	R\$ 219,80	R\$ 259,80	R\$ 192,40
MASSA CORRIDA 28KG	1	R\$ 66,00	R\$ 66,90	R\$ 61,90
LIXA Nº 120	5	R\$ 4,50	R\$ 495,00	R\$ 6,00
FITA CREP 24X48	3	R\$ 11,13	R\$ 14,64	R\$ 15,75
TINTA CORAL 18	1	R\$ 249,00	R\$ 359,90	R\$ 167,98
TOTAL	-	R\$ 9.293,43	R\$ 10.473,24	R\$ 9.634,53

Fonte: Os autores

A Tabela 4 fornece os preços dos materiais para construção em alvenaria de blocos de cerâmica e pintura.

Tabela 25. Valores de materiais para construção em blocos cerâmicos.

MATERIAIS	QUANT.	MATERIAIS		
		LOJA 01	LOJA 02	LOJA 03
TIJOLOS 9X19X19	2880	R\$ 2.563,20	R\$ 1.872,00	R\$ 2.073,60
CIMENTO 50K	9	R\$ 252,00	R\$ 224,10	R\$ 215,01
AREIA 20KG	1,5	R\$ 116,25	R\$ 135,00	R\$ 127,50
FILITO 20KG	19	R\$ 104,50	R\$ 108,11	R\$ 127,30
CIMENTO 50K	33	R\$ 924,00	R\$ 821,70	R\$ 788,37
AREIA 20KG	7	R\$ 542,50	R\$ 630,00	R\$ 595,00
FILITO 20KG	84	R\$ 462,00	R\$ 477,96	R\$ 562,80
FUNDO PREPARADOR 18L	1	R\$ 208,28	R\$ 269,99	R\$ 96,00
SELADOR 18L	2	R\$ 219,80	R\$ 259,80	R\$ 192,40
MASSA CORRIDA 28KG	3	R\$ 198,00	R\$ 200,70	R\$ 185,70
LIXA Nº 120	15	R\$ 13,50	R\$ 1.485,00	R\$ 18,00
FITA CREP 24X48	6	R\$ 22,26	R\$ 29,28	R\$ 31,50
TINTA CORAL 18	1	R\$ 249,00	R\$ 359,90	R\$ 167,98
TOTAL	-	R\$ 5.875,29	R\$ 6.873,54	R\$ 5.181,16

Fonte: Os autores

Com os dados das cotações foi elaborada a média dos materiais das construções em cada seguimento. Ao observar o gráfico fica notório a diferença de valores, onde se gasta muito mais na compra de matérias para construção de gesso.

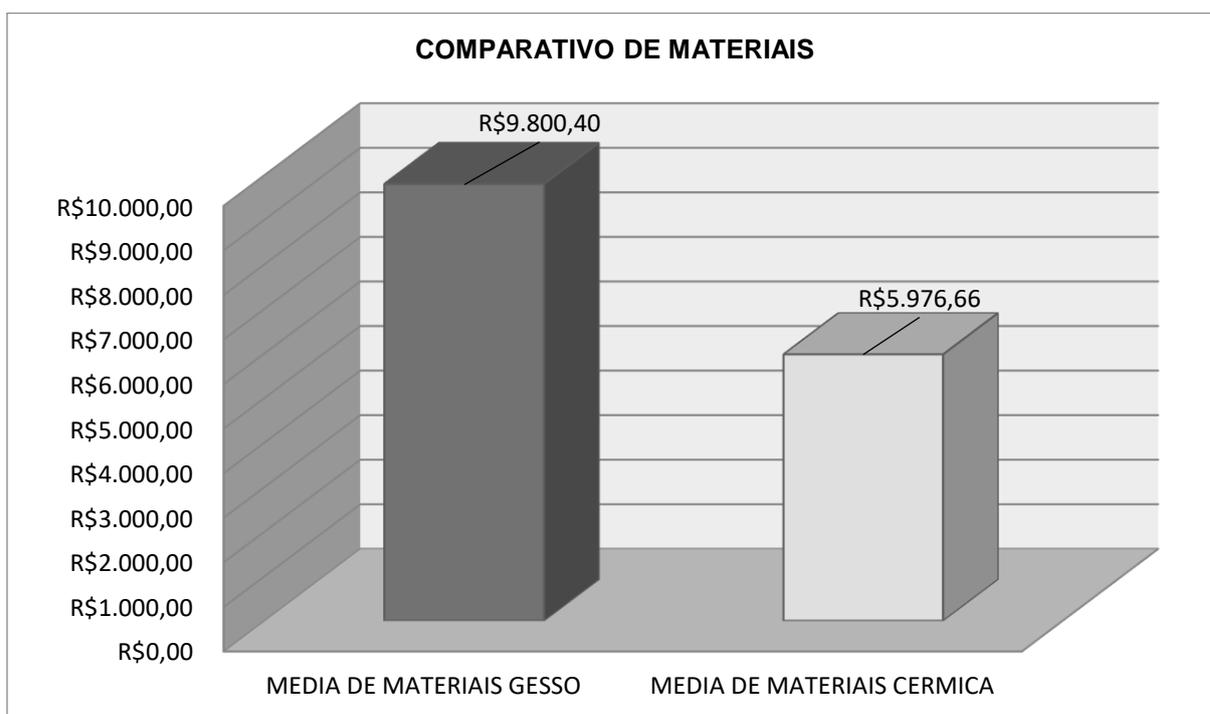


Figura 50. Média de materiais

Fonte: os autores

Como observado na figura 7, foi realizado uma comparação dos valores em ambas construções, dando prosseguimento e seguindo o mesmo parâmetro para comparação, foi obtido o peso próprio da construção, para isso foi necessário mensurar o peso de todos os elementos que são aplicados nas construções de gesso e cerâmica.

Com base no peso fornecido pelos fabricantes realizamos um somatório de todos os itens que são empregados nas construções, onde foi possível chegar ao peso final de 19.160 kg, quando somado os pesos de todos os materiais que são empregados na construção de alvenaria em bloco cerâmico, tendo como base para cálculo um projeto residencial de 40m².

Tabela 26. Peso de materiais para construção em blocos cerâmicos.

MATERIAIS	PESO (unit)	QUANTIDADE	TOTAL
TIJOLOS 9X19X19	2,20	2880,0	6336,00
CIMENTO 50K	50,00	9,0	450,00
AREIA 20KG	20,00	75,0	1500,00
FILITO 20KG	20,00	19,0	380,00
CIMENTO 50K	50,00	33,0	1650,00
AREIA 20KG	20,00	350,0	7000,00
FILITO 20KG	20,00	84,0	1680,00
FUNDO PREPARADOR 18L	20,00	1,0	20,00
SELADOR 18L	20,00	2,0	40,00
MASSA CORRIDA 28KG	28,00	3,0	84,00
TINTA CORAL 18	20,00	1,0	20,00
PESO TOTAL Kg			19160,00

Fonte: Os autores

Seguindo o mesmo parâmetro anterior, foram coletados os pesos de cada material empregado na construção de parede de vedação em blocos de gesso em um projeto de 40m². Com isso foi possível chegar a um peso total de aproximadamente 8.926 kg.

Tabela 27. Peso de materiais para construção em blocos de gesso.

MATERIAIS	PESO (unidade)	QUANT	Total (kg)
BLOCO DE GESSO 10X50X66 ST	25,00	197,00	4925,00
BLOCO DE GESSO 10X50X66 RU	25,00	130,00	3250,00
GESSO COLA	5,00	44,00	220,00
GESSO 40KG REVESTIMETNO	40,00	2,00	80,00
SISAL 1K	1,00	2,00	2,00
PARAFUSO 70MM COM BUCHA S/10	0,01	200,00	1,00
SELADOR 18L	20,00	20,00	400,00
MASSA CORRIDA 28KG	28,00	1,00	28,00
TINTA CORAL 18	20,00	1,00	20,00
PESO TOTAL Kg			8926,00

Fonte: Os autores

Com base nos dois cálculos dos matérias empregados nas construções, é possível notar uma diferença considerável dos materiais empregados na construção em bloco de gesso, que tem menos da metade (46,58%) do peso da construção em relação a alvenaria cerâmica, essa diferença chega a ser superior aos 10.234 kg. A figura 8 faz o comparativo.

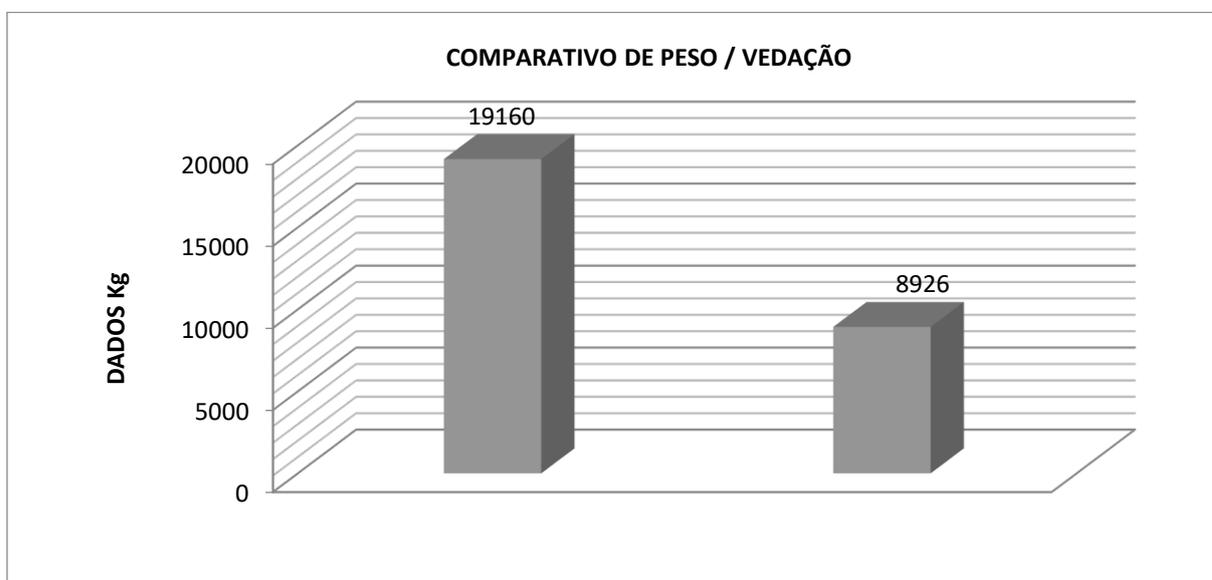


Figura 51. Comparativo da média total dos pesos.

Fonte: Os autores

Neste estudo foi levantado o valor referente a mão de obra com 03 profissionais pedreiros e 03 profissionais gesseiro, obtendo-se uma média de valor de mão de obra

por m² referente a construção em alvenaria de bloco de gesso e pintura em uma construção de 40m², conforme demonstram as tabelas 07 e 08.

Tabela 28. Mão de obra gesseiro e pintor media.

MÃO DE OBRA (GESSOS)							
MATERIAIS	QUANT.	PROF. A	PROF. B	PROF. C	MÉDIA		
ENTIJOLAR BLOCO/GESSO	1m ²	R\$ 18,00	R\$ 15,00	R\$ 12,00	R\$ 15,00		
SELADOR	1m ²	R\$ 2,00	R\$ 4,00	R\$ 3,00	R\$ 3,00		
MASSA CORRIDA/GESSO	1m ²	R\$ 4,00	R\$ 5,00	R\$ 6,00	R\$ 5,00		
TINTA	1m ²	R\$ 7,00	R\$ 3,00	R\$ 5,00	R\$ 5,00		

Fonte: Os autores

Após o levantamento da mão de obra do gesseiro por m², foi criado uma planilha de custos para a execução do serviço de vedação em bloco de gesso e pintura em um projeto 40m². Conforme a tabela 08.

Tabela 29. Mão de obra Gesseiro e pintor.

MÃO DE OBRA				
DESCRIÇÃO	QUANT(m²)	VALOR UNITÁRIO		TOTAL
ENTIJOLAR BLOCO GESSO	110	R\$	15,00	R\$ 1.650,00
SELADOR	180	R\$	3,00	R\$ 540,00
MASSA CORRIDA GESSO (UMA APLICAÇÃO)	180	R\$	5,00	R\$ 900,00
TINTA	180	R\$	5,00	R\$ 900,00
VALOR TOTAL				R\$ 3.990,00

Fonte: Os autores

Depois de coletados os dados referente ao valor da mão de obra do gesseiro por m² foi possível chegar a um valor final de R\$ 3.940,00.

Em seguida foi realizado o levantamento da mão de obra do pedreiro, onde 03 profissionais pedreiros foram consultados, Com isso foi possível obter uma média de valor de mão de obra por m², conforme demonstra a tabela 09.

Tabela 30. Mão de obra Pedreiro.

COTAÇÃO DE MÃO DE OBRA/CERÂMICA					
DESCRIÇÃO	QUANT.	PROFISSIONAL A	PROFISSIONAL B	PROFISSIONAL C	MÉDIA
ASSENTAMENTO	1m ²	R\$ 14,00	R\$ 18,00	R\$ 20,00	R\$ 17,33
CHAPISCAR	1m ²	R\$ 4,00	R\$ 5,00	R\$ 6,00	R\$ 5,00
EMBOÇAR	1m ²	R\$ 18,00	R\$ 20,00	R\$ 22,00	R\$ 20,00
FUNDO PREPARADOR	1m ²	R\$ 3,00	R\$ 6,00	R\$ 5,00	R\$ 4,67
SELADOR	1m ²	R\$ 3,00	R\$ 6,00	R\$ 5,00	R\$ 4,67
MASSA CORRIDA	1m ²	R\$ 12,00	R\$ 10,00	R\$ 14,00	R\$ 12,00
TINTA	1m ²	R\$ 15,00	R\$ 8,00	R\$ 10,00	R\$ 11,00

Fonte: Os autores

Após o levantamento médio da mão de obra do pedreiro, foi elaborado uma planilha de custo de execução do serviço de vedação em bloco de cerâmico e pintura em um projeto 40m².

Tabela 31. Mão de obra Pedreiro final.

MAO DE OBRA PARA VEDAÇÃO 40M²					
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL		
ENTIJOLAR BLOCO CERAMICA	110,00	R\$ 17,33	R\$ 1.906,30		
CHAPISCAR	180,00	R\$ 5,00	R\$ 900,00		
EMBOÇAR	180,00	R\$ 20,00	R\$ 3.600,00		
FUNDO PREPARADOR	180,00	R\$ 4,67	R\$ 840,60		
SELADOR	180,00	R\$ 4,67	R\$ 840,60		
MASSA CORRIDA GESSO	180,00	R\$ 12,00	R\$ 2.160,00		
TINTA	180,00	R\$ 11,00	R\$ 1.980,00		
VALOR TOTAL				R\$	12.227,50

Fonte: Os autores

Depois de realizado o levantamento da mão de obra do pedreiro por m² foi possível chegarmos ao valor finalde R\$ 12.227,50.

Segue o levantamento de mão de obra para vedação em bloco de gesso e cerâmico e pintura do mesmo. No levantamento elaborado de alvenaria de bloco de cerâmica onde seu valor global é de R\$ 12.227,50, já o serviço de mão de obra em gesso e pintura tem seu valor global de R\$ 3.940,00. Uma diferença de R\$8.287,50 mais vantajoso que o serviço de vedação em bloco de cerâmico e pintura já que é necessário um investimento menor.

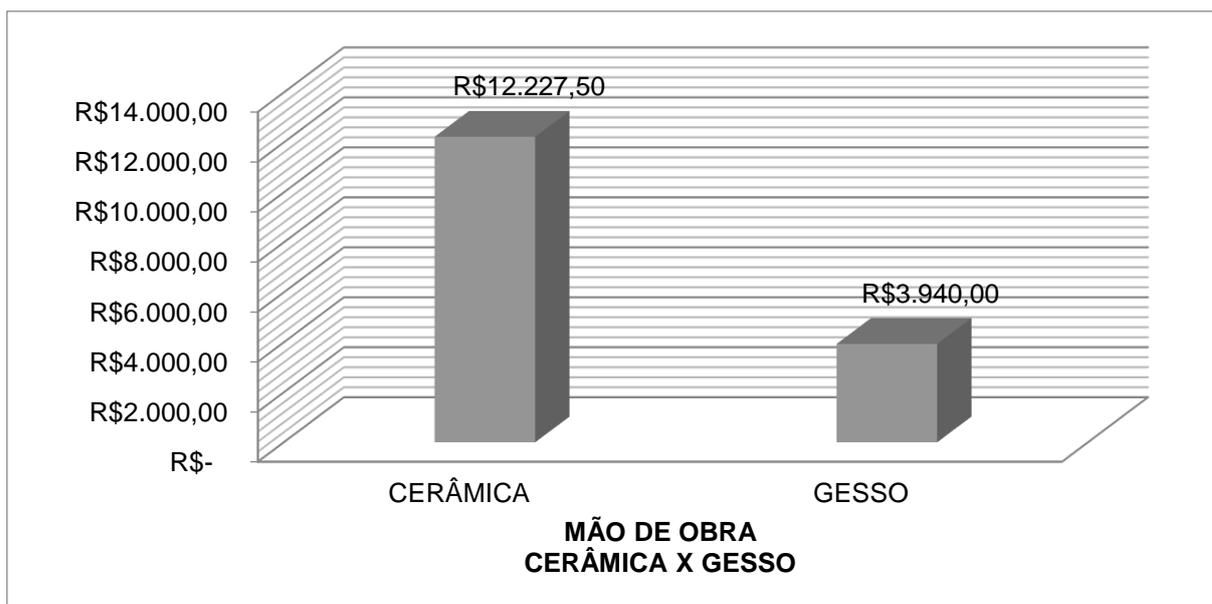


Figura 52. Comparativo mão de obra.
Fonte: Os autores

Para que fosse possível encontrar o tempo estimado necessário para realização dos serviços de mão de obra, foram coletas informações em uma obra distintas onde foi avaliado os aspecto de produtividades por m² para que fosse possível encontrar a média por m² do profissional, como base na planilha com quantidade de dias necessários para a execução do serviço. Conforme demonstrado na tabela 11.

Tabela 32. Tempo execução/gesso.

DESCRIÇÃO	QUANT. (m ²)	TEMPO EXECUÇÃO/GESSO			MÉDIA DIAS POR (m ²)	DIAS
		DADOS 01 (m ²)	DADOS 02 (m ²)	DADOS 03 (m ²)		
BLOCO GESSO	110,00	20,00	25,00	22,00	22,33	5
SELADOR	220,00	180,00	160,00	150,00	163,33	2
MASSA CORRIDA GESSO	220,00	50,00	50,00	70,00	56,67	4
TINTA	420,00	100,00	150,00	80,00	110,00	4
TOTAL	-	-	-	-	-	15

Fonte: Os autores

A figura 10 demonstra o tempo estimado para a execução de cada serviço em uma obra de 40m².

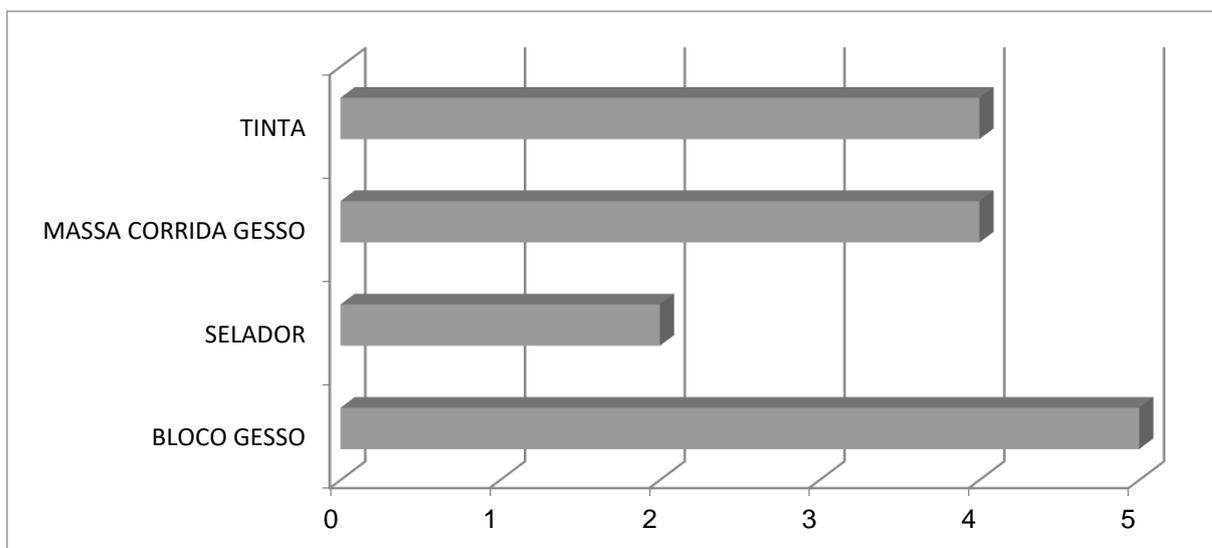


Figura 53. Tempo de execução em dias/gesso.
Fonte: Os autores

Como observado na tabela 11 e na figura 10, e com base nos cálculos realizados foi possível chegar a um tempo estimado para execução de uma obra de 40 m² em alvenaria de bloco de gesso, foi estimado 15 dias necessários para que seja possível erguer as paredes de vedação e pintura.

Para realizar a estimativa de tempo de execução em uma construção de 40m² em alvenaria de bloco cerâmico foi adotado o mesmo parâmetro da estimativa em alvenaria de bloco de gesso onde 3 profissionais pedreiros foram coletas informações em uma obra distintas onde foi avaliado os aspecto de produtividades por m² e quantidade de dias necessários para a execução da obra. Demonstrado na tabela 12.

Tabela 33. Tempo de execução/cerâmica

DESCRIÇÕES	QUANTIDADE (m ²)	TEMPO POR EXECUÇÃO CERÂMICO			MÉDIA DIAS (m ²)	DIAS
		DADOS 01 (m ²)	DADOS 02 (m ²)	DADOS 03 (m ²)		
ENTIJOLAR CERAMICA	110	18	20	22	20	5,5
CHAPISCAR	220	60	80	80	73	3,0
EMBOÇAR	220	25	22	25	24	9,17
FUNDO PREPARADOR	220	120	150	150	140	1,6
SELADOR	220	12	180	150	114	1,9
MASSA CORRIDA GESSO	220	50	55	70	58	3,8
TINTA	420	100	120	90	103	4,06
TOTAL DE DIAS	-	-	-	-	-	29,0

Fonte: Os autores

A figura 11 demonstra o tempo estimado para a execução de cada serviço em uma obra de 40m².

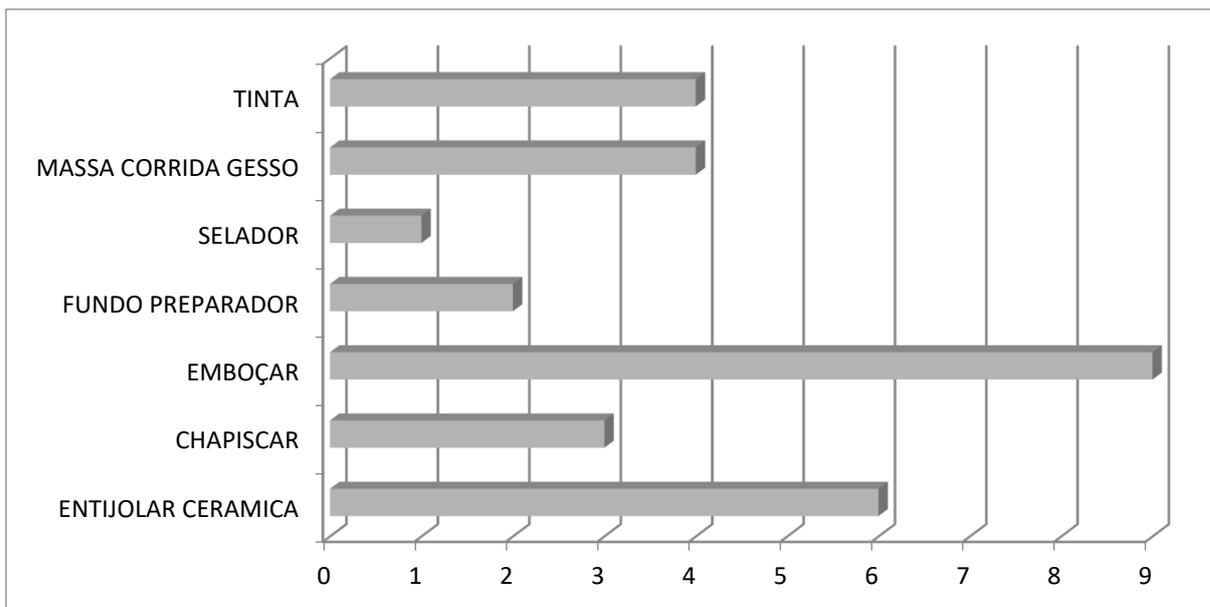
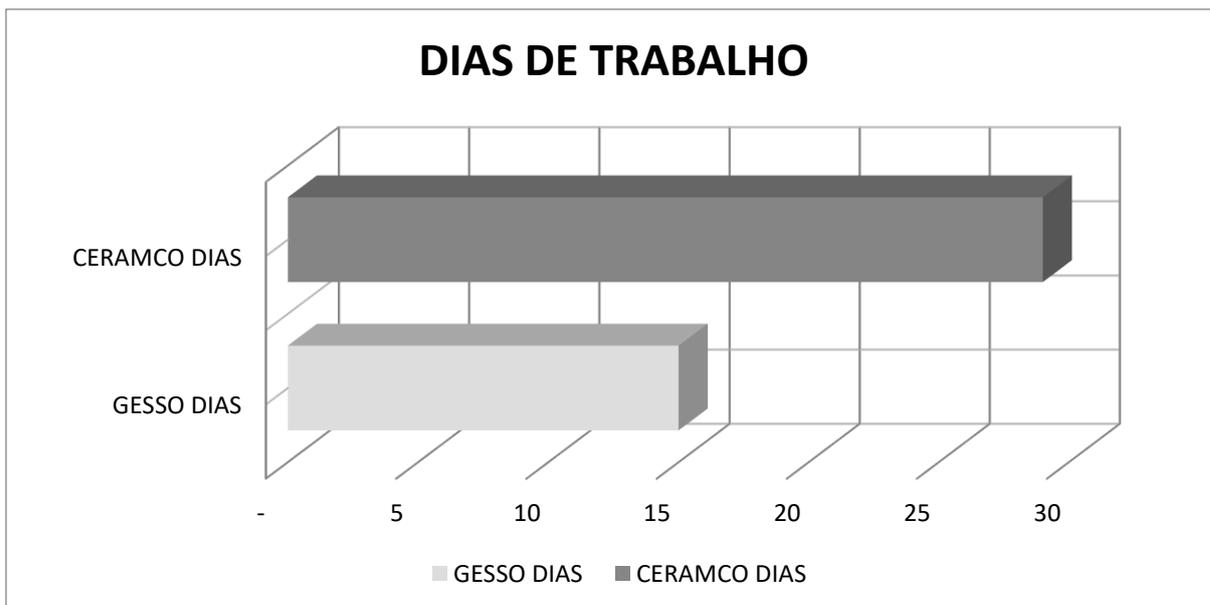


Figura 54. Tempo de execução em dias/cerâmica.

Fonte: Os autores

Ao observar a tabela 12 e a figura 11, e compará-las com a tabela 11 e figura 10 fica notório que para a execução de uma obra em alvenaria de bloco cerâmico o tempo para a execução de uma obra de 40 m² é preciso quase que o dobro de dias para que a obra seja concluída, já que para a execução de uma obra em alvenaria de gesso são precisos apenas 15 dias, a construção em alvenaria de bloco cerâmico são necessários 29 dias, quase um mês. Essa diferença pode ser vista representada em um gráfico conforme demonstrado na figura 12.



*Figura 55. Tempo para execução em dias
Fonte: Os autores*

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstra uma diferença significativa entre o custo de materiais de alvenaria com blocos de cerâmica e alvenaria com blocos de gesso, levando em consideração os valores com pintura, visto que, para pintura em alvenaria com blocos de cerâmica foram estimados o custo com material em torno de R\$ 5.976,66, já os valores dos materiais utilizados na pintura em alvenaria com bloco gesso chegaram aos R\$ 9.800,40.

Em contrapartida o gesso apresenta-se mais vantajoso quando a comparação se refere a mão de obra e peso da construção, tendo em vista que o valor de mão de obra empregada para execução da parede de vedação de 40 m² em bloco de gesso foi estimado um valor de R\$ 3.940,00, já na construção em alvenaria de cerâmica obteve-se o valor R\$ 12.227,50, chegando a mais que o triplo do valor estimado do valor da mão de obra do gesso.

Em relação ao peso, na construção com bloco de cerâmica o peso próprio foi mensurado em 19.1 toneladas, porém o método de construção por bloco de gesso chegou a uma estimativa de 8.9 toneladas, menos que a metade do peso próprio da construção em alvenaria de bloco de cerâmico.

Outro aspecto importante a ser considerado é o tempo para execução de cada seguimento, sendo para seguimento executado por bloco de gesso necessário 15 dias

corridos ou 3 semanas de trabalho (segunda a sexta) e com bloco de cerâmico obteve-se um somatório de 29 dias corridos trabalhados, levando-se a uma diferença significativa de 14 dias a mais em relação a vedação em bloco de gesso.

Com base nos cálculos realizados, o valor estimado total da construção em alvenaria de vedação com blocos de cerâmicos foi de R\$18.204,16 já a construção de alvenaria com o bloco de gesso teve seu valor global estimado em R\$ 13.740,40, uma diferença notória de 24,5% menor que a vedação em blocos cerâmicos.

Na visão geral nota-se que a construção em bloco de gesso demonstrou vantagens no aspecto financeiro e maior produtividade em dias para execução, apresentando melhor custo benefício quando comparado a alvenaria de blocos cerâmicos. Entretanto alguns aspectos tornam-se relevantes para futuros estudos, como os resíduos gerados em ambas as construções, muitas vezes descartados irregularmente, gerando um gasto que se reaproveitado o material deixaria de existir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Ana Clara; RODRIGUES, Jéssica. **Produtividade em sistemas de vedação**: estudo comparativo entre blocos cerâmicos e de gesso. Aparecida de Goiânia: IFG, 2017.

ASSOCIAÇÃO DE BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 16494 Bloco de gesso para vedação vertical – Requisitos. 2017.

ASSOCIAÇÃO DE BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 13207 Gesso para construção civil**. 2017

AUGUSTO, Carlos. **O gesso na indústria da construção civil**: Considerações econômicas sobre utilização de blocos de gesso. Recife: UFPE, 2007.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Após Covid-19, equipe econômica reduz a zero a previsão de crescimento do PIB**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/647186-apos-covid-19-equipe-economica-reduz-a-zero-a-previsao-de-crescimento-do-pib/>. Acesso em: 31 mai. 2020.

CERÂMICA GRESCA. **Blocos cerâmicos**. Disponível em: <https://www.gresca.com.br/blocos-ceramicos-item-de-inovacao/>. Acesso em: 22 out. 2020.

CHRISTINO, Antônio. **Gipsita**: balanço mineral brasileiro. Pernambuco: DNPM, 2001.

Cub/m². **Caracterização dos projetos-padrão conforme a ABNT NBR 12721:2006**. Disponível em: <http://www.cub.org.br/projetos-padrao>. Acesso em: 3 ago. 2020.

DRANSFIELD, J. de; **Admixtures for concrete, mortar and grout**. In: NEWMAN, John; CHOO, Han Seng; Advanced Concrete Technology – Constituent Materials. 1^o ed. Burlington: ElsevierButterworthHeinemann, 2003. 1v

ÉPOCA. **Como o Brasil entrou, sozinho, na pior crise da história**. Disponível em: <https://epoca.globo.com/ideias/noticia/2016/04/como-o-brasil-entrou-sozinho-na-pior-crise-da-historia.html>. Acesso em: 6 jul. 2020.

EXAME. **Brasil encerra pior década em crescimento desde 1900 — o que esperar agora**. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/economia/brasil-encerra-pior-decada-em-crescimento-desde-1900-o-que-esperar-agora/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

GAZETA DO POVO. **Drywall ou alvenaria: o que é melhor para dividir ambientes?** Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/haus/arquitetura/drywall-ou-alvenaria-o-que-e-melhor-para-dividir-ambientes>. Acesso em: 4 jul. 2020.

GOMEZ, Thiago. **Estudo de viabilização de métodos construtivos: Alvenaria com blocos cerâmicos e paredes de concreto**. Maringá: UNICESUMAR, 2018.

PALMA, Heloa. ESTUDO DA APLICAÇÃO DO DRYWALL EM EDIFICAÇÃO VERTICAL. Campo Mourão: UTEP, 2015.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Gesso na Construção Civil**. Disponível em: <https://siteantigo.portaleducacao.co>

QUEIROZ, Adhelbar; AMORIM, Antônio; ORLANDO, José. **Gipsita**: Sumario mineral. Pernambuco: DNPM, 2013.

R7. **Brasil tem 11 mortes por covid-19 e 904 casos confirmados.** Disponível em: <https://noticias.r7.com/saude/brasil-tem-11-mortes-por-covid-19-e-904-casos-confirmados-20032020>. Acesso em: 6 jul. 2020.

R7. **Construção civil deve crescer 3% e gerar 150 mil empregos em 2020.** Disponível em: <https://noticias.r7.com/economia/construcao-civil-deve-crescer-3-e-gerar-150-mil-empregos-em-2020-06012020>. Acesso em: 3 jul. 2020.

SOBRINHO et al. **Gipsita**: Sumario mineral. Pernambuco: DNPM, 2001.

Vieira, Amanda. **Análise produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará**: da extração da matéria prima à fabricação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009.

HABITAÇÕES SOCIAIS EM CONTÊINERES

ACADÊMICOS: João Vyttor Leal Santiago; José Vitor de Souza.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Leonardo Martins Sleutjes.

LINHA DE PESQUISA: Tecnologia de Materiais e Métodos Construtivo.

RESUMO

Cada vez mais se vê uma busca por técnicas construtivas econômicas e sustentáveis. Diante disso os contêineres vêm sendo mais empregados na construção civil não só no canteiro de obras, mas também sendo utilizado como própria construção para o caso de escritórios, lanchonetes e até mesmo residências. Com isso, pretende-se com esse trabalho, através de uma pesquisa de campo, levantar quais são as vantagens e modelos construtivos que fazem do contêiner uma opção construtiva, viável e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Contêiner. Construção Sustentável. Construção Econômica.

1. INTRODUÇÃO

Almeida (2010), define contêiner como um recipiente produzido por um material resistente designado a facilitar o transporte de mercadorias de modo seguro, inviolável e ágil. Acompanhado de um dispositivo de segurança alfandegária e atendendo às técnicas de segurança previstas pela legislação nacional e pelas convenções internacionais sancionadas pelo Brasil.

De acordo com a ISO 668 (1995), o contêiner de carga é definido como um equipamento de transporte de forma permanente. Sendo então, forte o suficiente para ser usado quantas vezes for necessário. O contêiner é preparado com dispositivos que toleram movimentação, em especial, a transição de um modo de transporte para outro.

Segundo Calory (2015), os contêineres são o núcleo de um método de transporte de mercadorias altamente sofisticado, eficiente e com baixo impacto ambiental, possibilitando a movimentação por navios, trens, caminhões, e até aviões, isso tornou possível que as sociedades desfrutem de produtos e serviços de qualquer lugar no mundo

Kronenburg (2008) afirma que, cerca de 90% das mercadorias são transportadas mundialmente por contêiner, devido a boa resistência, mobilidade e adaptação conforme carga proposta, no entanto o transporte é a principal função do contêiner atualmente. É muito importante ressaltar como esse tipo de material vem sendo cada vez mais utilizado na área da construção, os fatores que lhe asseguram como um ótimo transportador de mercadorias, agora tem suas vantagens abrangidas em outros ramos, estes, seria o ramo construtivo, cujo, procura cada vez mais estar próximo de projetos sustentáveis, fazendo com que este recurso construtivo com contêiner, atenda grande parte das suas necessidades desde o canteiro de obra ao acabamento do projeto.

A comunidade científica está em busca de melhorias e inovações para solucionar de forma limpa e renovável todo o quadro de poluição que foi gerado durante décadas, uma vez que a construção civil tem tido uma grande influência para a poluição do meio ambiente em todo o mundo. Os sistemas com alvenaria é um dos maiores e principais causadores da poluição do meio ambiente, porque operam em larga escala dos recursos naturais (MIHELIC E ZIMMERMAN, 2012).

Com a utilização dos contêineres de carga, além da sua competência sustentável, onde estarão retirando dos portos milhares de contêineres usados que

não voltarão a ter utilidade alguma, gerando assim quantidades absurdas de sucatas que nunca sairão da natureza, é possível obter um ganho de prazo e custo quando utilizados nas obras, sejam eles em escritórios, casas, restaurantes, lojas, bares, museus, almoxarifados entre outros, de maneira prática e sem muitas dificuldades, podendo todos eles serem locomovidos sem restrição dependendo dos casos, diferentemente dos modelos empregados atualmente, onde tempo e preço são extremamente longos e inflacionados, sem levar em consideração os limites encontrados quanto para reformas e demolições (BERNARDO, 2011).

Atualmente os contêineres vêm sendo cada vez mais utilizado na construção civil, e por obter inúmeras utilidades (depósitos de materiais, almoxarife, sala para reunião, refeitório, banheiros sanitários entre outros), com a grande demanda da utilização, esses dispositivos vêm ganhando cada vez mais espaço dentro da construção civil em diversas áreas, portanto, gera soluções (ESTADÃO, 2009).

A vantagem do contêiner é a sua praticidade, além do custo reduzido, isso faz com que os prazos sejam menores, uma vez que escritórios desse tipo, por exemplo, não precisam de projetos estruturais elaborados nem tampouco acabamentos. Outra vantagem nesse caso, seria a facilidade em alugar, e também reutilizar em diversas obras durante muito tempo (CAMARGO, 2014)

É evidente que o cronograma é uma das partes mais importantes e fundamentais na maioria das empreitadas realizadas na construção civil, para a conclusão da obra, uma vez que sem ele, o empreiteiro não consegue explorar seus custos e ganhos, além de não conseguir ter um prognóstico de conclusão de seu empreendimento. Dessa forma, o empreiteiro consegue definir processos construtivos que podem diminuir ou aumentar o tempo desse cronograma, portanto tendo um retorno cada vez mais rápido

O trabalho tem como principal proposta analisar e comparar a utilização do sistema ou método construtivo com contêiner em relação aos tradicionais métodos utilizados atualmente, levando em conta sua alta performance sustentável e suas inúmeras vantagens ao ser utilizado.

Devido à quantidade excedente de containers descartados e a necessidade de se utilizar materiais de baixo custo e sustentáveis, a utilização de containers na construção civil vem se tornando mais comum nos últimos anos. Trata-se de uma “caixa” retangular metálica com dimensões com padrões a nível internacional,

geralmente fabricada em aço, mas podendo ser de fibra ou alumínio e criada para facilitar os meios de transporte (RODRIGUES, 2015).

As principais características desse sistema construtivo, são a minimização de perdas e conseqüentemente uma grande economia de material, a rapidez na construção e a conservação do meio ambiente, visto tratar-se de um método construtivo que utiliza pouca água. O método construtivo basicamente utiliza containers reutilizados que já encerraram suas atividades no mercado de transportes, reformando-os e adaptando-os de acordo com o projeto a ser executado. A grande vantagem é que a estrutura já está finalizada, proporcionando uma grande velocidade na execução da obra e uma grande economia na utilização de recursos hídricos, o que torna este projeto altamente sustentável. (ABAD, 2018)

Esse método ainda se encontra pouco difundido no Brasil. Através do acesso a informações e difusão da metodologia, pode-se melhorar e aumentar a aplicação dessa tecnologia, que além de trazer agilidade nas construções, também se trata de um processo de reuso de materiais, podendo-se tratar como construção sustentável

Além da revolução do jeito como se transporta cargas em todo mundo, o contêiner foi imprescindível para globalização alcançar o nível atual. Entretanto essa revolução conduziu episódios de maneira gradativa em todo o mundo, por exemplo, o grande número de contêineres largado nos portos.

A ABRATEC (Associação Brasileira dos terminais de contêineres de uso público) apresentou casos de 5,5 milhões de contêineres em 2016, no Brasil, em movimentação.

Nesse sentido, a reutilização de containers na construção civil pode ser uma ferramenta para as empresas atenderem as necessidades do mercado, já que podem proporcionar uma infraestrutura agradável e com baixo custo.

O objetivo desse trabalho é fazer uma análise sobre a utilização dos contêineres na construção civil, abrangendo método construtivo, sustentabilidade, viabilidade econômica e arquitetônica. Avaliando características específicas desse tipo de material e comparando com outros métodos construtivos presentes no mercado.

- Analisar a viabilidade técnica e econômica da utilização do contêiner na construção civil brasileira;
- Apresentar um estudo de caso com uso de contêiner na construção e seus respectivos métodos construtivos.

A busca por novas tecnologias, sejam mais econômicas e mais sustentáveis é constante na construção civil. O uso de contêineres na construção de residências apresenta infinitas características que podem proporcionar melhoria nos níveis operacional, sustentável e habitacional. Entretanto existem poucos trabalhos que abordam esse tema.

Por isso, esse trabalho justifica-se pela necessidade em abordar e introduzir conhecimentos sobre um assunto de extrema relevância quando trata-se de construções civis, que são os contêineres e sua ampla utilização no cenário mundial atualmente.

Proner et al. (2014), enfatizam que o uso do contêiner é uma proposta de solução para a problemática do impacto ambiental ocasionado pela construção civil, que tem como causas o alto número de materiais e resíduos com descarte incorreto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para ser feita uma análise dos *contêineres* como uma fonte de alternativa no ramo da construção civil, é necessário o estudo sobre seu surgimento, como é formado a sua estrutura, os tipos de *contêineres* para ser realizado o processo construtivo, vantagens, desvantagens e sua finalidade. (ABAD, 2018).

Surgimento dos contêineres

O surgimento da utilização dos contêineres teve iniciativa através de Malcom McLean, que transportava todas as suas mercadorias em caminhões, porém com o crescimento da demanda de mercadoria era grande e a viabilidade através de caminhões já não estavam sendo mais supridas, começou a usar os contêineres como meio de transporte por navios. (MIRANDA, 2016)

Segundo Miranda (2016), o primeiro contêiner, apresentado na Figura 1, carregando 56 carrocerias de caminhões de reboque, navegou de Port Newark, Nova Jersey, para Houston, Texas, sob o comando de Malcom McLean o qual transportava até pouco tempo toda sua carga em dezenas de caminhões, tudo isso durante uma fase crescente de seus negócios com transportes rodoviários.



Figura 56 - Navio com 56 contêineres

Fonte: Miranda (2016)

Ribeiro (2011), relaciona o surgimento dos contêineres a meados da segunda guerra mundial, como cofres de aço, buscando acelerar as operações de transporte rodoferroviário até os portos e navios. A 2ª Guerra Mundial, teve relativa importância na expansão do uso dos contêineres pelo mundo, pois nesse período, o exército americano passou a utilizá-los como pequenos centros médicos mantidos nas frentes de batalha, devido à sua fácil movimentação, além de auxiliar no transporte de suprimentos e para suas tropas, tornando este o mais ágil sistema de remessas de armamentos, munições, alimentos e medicamentos até ao *front*.

Após a nova forma de transporte feita por Malcon Mclean, pode-se ressaltar que o exército americano utilizou contêineres para carregar bens de consumos para os oficiais que estavam na 2ª guerra mundial, pois era um meio seguro e fácil de transportar. (MIRANDA, 2016)

Segundo LIMA e SILVA (2015), McLean em 1955, dando prosseguimento ao desenvolvimento do contêiner, comprou uma companhia de navegação e começou a utilizar a estrutura da companhia para armazenar mercadorias e levá-las até os navios. Com isso, McLean percebeu um forte aumento de produtividade da operação e economia de tempo, o que o levou a comprar um navio com capacidade de transportar até 58 contêineres.

Com o desenvolvimento acelerado das indústrias, as mercadorias foram se tornando maiores e com maior diversidade de formas. Isso dificultou extremamente o

transporte pelo método dos tonéis e revelou a necessidade de padronizar as embalagens a nível internacional. Porém, somente da década de 1950, deu-se início ao estabelecimento de padrões e normas relacionadas ao transporte de mercadorias que concordaram que essa nova embalagem deveria ser de origem metálica (SANTOS, 1980).

Segundo Abad (2018), em 2010 os contêineres representavam 60% do comércio marítimo do planeta, o que totaliza mais de 4 trilhões de dólares em movimento no mundo. Em 2012, haviam cerca de 20,5 milhões de contêineres no mundo, dos mais diferentes modelos e tamanhos, para atender às diversas necessidades das empresas de transporte marítimo.

Essas estruturas complementam em grande parte a carga tradicional de logística mundial. São ferramentas ideais de transporte por terra, mar ou ar, sendo eficientes e seguras em qualquer tipo de transporte. Entretanto não é apenas no transporte que essas estruturas são utilizadas. Atualmente, elas são muito aplicadas também na construção civil. (CALORY, 2015).

Formas de aplicação dos contêineres na construção civil

Inicialmente os contêineres eram utilizados apenas para o transporte de cargas em navios e para garantir que o material fosse resistente, passaram a fabricar os contêineres com aço, alumínio e fibra. Porém as sobrecargas dos contêineres inutilizados nos portos começaram a ser mais corriqueiros, os contêineres começaram a ter novas funções e finalidades, inicialmente na construção civil, e devido à grande aceitação, passou a ser procurado todos os tipos de contêineres, novos, seminovos e os em condições bem precárias. (ALMEIDA, 2010).

Com o surgimento da utilização de contêineres na construção civil (KOTNIC, 2008 *apud* CARBONARI, 2015) diz que se deu através de arquitetos inovadores da seguinte forma: Primeiramente teve início como apenas um conceito; em seguida surgiu a idealização de aumentar o tamanho, acrescentando mais contêineres ao projeto; mais tarde surge a ideia de mesclar o contêiner marítimo com outros materiais de construção; e finalmente com o conceito de arquitetura modular com produção em série.

Sobre o uso do contêiner na construção civil, Metallica (2012) ressalta a relevância do tratamento do aço do contêiner com abrasivos e uma pintura com tinta não tóxica impedindo a contaminação dos futuros habitantes. O contêiner original é uma estrutura leve em formato de caixa de aço extremamente forte e é resistente a

mudanças climáticas, o tamanho padrão utilizado na construção civil são os de 20 pés (6,00x2,43x2,60m) e de 40 pés (12,00x2,43x2,60m).

Segundo Almeida (2010), “essas medidas chamadas “padrão” podem ser utilizadas para cálculo de acondicionamento da carga, sempre lembrando que há variações de alguns centímetros para mais ou menos, dependendo do material utilizado na construção de contêiner. ”

Ribeiro (2011) diz que no Brasil são aceitos pela Receita Federal, contêineres com as medidas de 20’ (vinte pés) e 40’ (quarenta pés), que correspondem a 6 metros e 12 metros respectivamente, regulamentados pela ISO (International Organization for Standardization), e as exigências dessa regulamentação são controlados pelos órgãos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), conforme figura 2:



Figura 57 - Medidas de um contêiner

Fonte: NUNES (2020)

Os métodos “a seco” estão cada vez mais sendo utilizado na construção civil no Brasil, assim como já ocorre no mundo. Tecnologias como *light steel frame* e *dry wall* possuem custos bem abaixo da técnica “convencional” de tijolos, além de gerarem bem menos resíduos, sendo assim mais sustentáveis. (LIMA, 2015).

Entre essas tecnologias a seco, pode-se destacar os contêineres. Eles são utilizados em diversas formas na indústria da construção civil, como áreas de apoio em canteiros de obra como vestiários, escritórios administrativos e banheiros. Como mostra a Figura 3.



Figura 58 - Modelo utilizado para canteiro de obras

Fonte: COMPASS (2020)

Com base nesse uso em canteiros percebeu-se que haviam diversas outras opções de uso, além do provisório, como é o caso de salas comerciais e lanchonetes.



Figura 59 - Modelo utilizado para uma cafeteria

Fonte: COMPASS (2020)

Por serem de instalação rápida e prática, segundo Smith (2006 apud CALORY, 2015). Os contêineres começaram a ser reutilizados como uma opção de moradia no

pós-guerra em meados da década de 60 e como abrigo após algum desastre natural. Fica visível então, que inicialmente o contêiner era visto como uma instalação provisória. Sendo que só começou a ser utilizado de forma definitiva em 1990 em países como Inglaterra, Holanda e Japão, popularizando-se somente a partir dos anos 2000. METALICA (2015).

No Brasil, foi utilizado para esses fins pela primeira vez em 2011, no município de Cotia. A residência possui 196 m².



Figura 60 - Primeira casa de contêiner construída no Brasil

Fonte: CORREIO BRASILIENSE (2020)

Quando se executa uma construção com contêiner deve-se levar ter muita atenção no tipo de fundação utilizado, que depende de vários fatores como a qualidade do solo e o tipo de peso que será utilizado na construção.



Figura 61 - Fundação para o posicionamento do contêiner

Fonte: CORREIO BRASILIENSE (2020)

Para que o contêiner consiga ganhar sua margem no mercado é necessário que apresente vantagens sobre a técnica construtiva mais utilizada atualmente, o tijolo cerâmico. As principais vantagens dessa técnica são: economia, sustentabilidade e praticidade.

O custo de um contêiner pode chegar a ser 25% inferior ao da construção convencional, e ainda pode ser desmontado e facilmente transportando, o que gera também, uma obra mais rápida e conseqüentemente mais econômica. (CORREIO BRAZILIENSE, 2018).

Além disso, os contêineres, por serem estruturas únicas não geram resíduos, durante sua construção, o que colabora com o meio ambiente. Além é claro, de proporcionarem um aumento da produtividade, o que torna uma boa alternativa do ponto de vista financeiro, por possuir menor custo de manutenção e desperdício. (MALAQUIAS, 2018).

Muitas vezes, os contêineres chegam às obras parcialmente adaptados, com aberturas recortadas, molduras soldadas e instalações técnicas embutidas. Esse tipo de obra pode ter seu tempo reduzido para cerca de três meses, dependendo da habilidade do executor. Além disso, uma das vantagens desse tipo de construção é a não necessidade de aprovação do projeto para obtenção de um alvará de construção. (CORREIO BRAZILIENSE, 2018).

Não obstante, por serem utilizados para transporte marítimo, os contêineres, naturalmente possuem ótima resistência às diversas intempéries climáticas e à ação

de grandes cargas. Por conta disso, não necessitam de fundação complexa e terraplenagem, e ainda possuem uma longa vida útil. (MALAQUIAS, 2018).

Por fim, vale ressaltar que nas construções utilizando contêineres como em qualquer outro método temos vantagens e desvantagens na execução. Neste caso o número de vantagens é maior, dependendo do tipo da obra, da acessibilidade, da cidade onde está localizada e alguns outros critérios para se ter certeza de que a utilização dos contêineres será vantajosa para aquela situação. Algumas vantagens desse método são: agilidade, limpeza, baixo custo, durabilidade, economia de recursos naturais, reutilização e flexibilidade. E as desvantagens são, mão de obra especializada e vasta área para manobra.

Devido aos materiais utilizados na formação dos contêineres, aço, alumínio e fibra podemos dizer que um contêiner abandonado na natureza demoraria anos e mais anos para se deteriorar por completo. A utilização desses contêineres na construção civil vem para dar uma finalidade a esses contêineres e favorecendo o meio ambiente.

Para Sara Calory (2015, p. 21) há aproximadamente cinco mil contêineres abandonados em portos brasileiros, com isso, os portos passam por problemas de logística, pois esses contêineres ocupam locais necessários para o bom funcionamento dos terminais, conforme exemplifica a Figura 6. A reutilização é uma forma eficiente de resolver esse problema. Esta foi uma das razões que provocaram o início do uso de contêineres para a construção de edifícios de habitação. Em um panorama generalizado de crise econômica, a construção com base no reuso de contêineres pode representar um novo nicho de mercado importante.



Figura 62 - Mais de 5 mil contêineres ‘encalhados’ nos portos do Brasil

Fonte: CECONPORT (2020)

Já (NUNES, 2017, p. 11) diz que vários fatores que nos mostram a sustentabilidade dos projetos de construção com contêiner, como por exemplo, o fato de a matéria prima utilizada provir de materiais que são descartados na natureza de forma inutilizável, o que causa um grande impacto no meio ambiente, pois, os contêineres têm um papel fundamental no transporte de carga e são hoje indispensáveis, mas, logo se tornam obsoletos para essa função e passam a servir como fonte de degradação.

No que diz respeito da durabilidade dos contêineres, estima-se que eles possuem uma vida útil de aproximadamente 90 anos, porém, segundo Milaneze et al (2012), para transporte marítimo, a vida útil é de 10 anos, no máximo. Isso sugere também que ele tem aproximadamente 80 anos de inatividade e que se não tiver uma destinação ficaria sobre degradação no meio ambiente. Sendo que vale ressaltar, os contêineres são feitos com compostos de materiais não biodegradáveis.

Tipos de contêineres

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), adotou as normas ISSO para classificar, dimensionar e especificar o uso de contêineres, através ABNT NBR ISSO 6346/2002 que classifica os contêineres para carga. Segundo a norma, contêineres são divididos e classificados então em oito tipos diferentes

Contêiner Dry

Esse é o tipo mais utilizado de contêiner no mundo. Por isto ele possui diferentes aplicações, como por exemplo na construção Civil.

Fabricados com uma liga de aço chamada de corten, que em geral possui uma resistência 75% maior que o aço convencional, podendo ainda, ser mantido a céu aberto por resistir a diferentes situações climáticas.

Quanto ao transporte de cargas, pode transportar os mais diferentes tipos de produtos.



Figura 63 - Contêiner dry

Fonte: Miranda Contêiner (2020)

Suas medidas padrões são de 6 metros ou 12 metros com altura de 2,60 metros.

Contêiner High Club

Esse tipo de contêiner é bem semelhante ao contêiner *dry*, a principal diferença, é que em média o contêiner *High Club* costuma ter 30 centímetros a mais.



Figura 64 - Contêiner High Club

Fonte: Miranda Contêiner (2020)

Este contêiner, por ser mais alto, oferece mais espaço para projetos personalizados e por conta disso, é o mais indicado para servir de casas, escritórios ou outros projetos voltados para usos pessoais.

Contêiner Refrigerado

O contêiner refrigerado é o modelo indicado para situações em que seja necessário conservação ou congelamento de produtos diversos. Por conta disso, mesmo que seja possível resistir a temperaturas até -25°C , é pouco utilizado em obras, devido ao seu tamanho mais compacto por conta do revestimento necessário para sua operação.



Figura 65 - Contêiner refrigerado

Fonte: Miranda Contêiner (2020)

Contêiner tanque

O contêiner tanque também é utilizado para transporte de gases ou cargas líquidas, tais como combustíveis ou produtos químicos, que possuem alto grau de periculosidade. Por esse motivo, dificilmente poderia ser utilizado como residência.

Contêiner open top

O contêiner *open top* não possui a parte superior, se assemelhando muito à uma carreta semirreboque.

Esse contêiner possui as mesmas medidas que um contêiner *dry* e é utilizado para transportar cargas grandes, que ultrapassam a altura das paredes como, máquinas, pedras e vidros.

Apesar de pouco comum pode ser utilizado em construção, desde que seja realizada a sua cobertura através de outros meios

Contêiner open side

No caso do contêiner *open side* há apenas três paredes, sendo uma de suas laterais aberta.

As medidas também seguem o contêiner dry, e ele pode ser utilizado como stand de exposição ou como lanchonete, num modelo semelhante a um *food truck*, porém fixo.

Contêiner Ventilado



Figura 66 - Contêiner Ventilado
Fonte: Miranda Contêiner (2020)

As medidas desse contêiner é a mesma de um contêiner dry, porém no teto e nas laterais existe entrada e saída de ar, fazendo com que a carga transportada seja ventilada. Geralmente este contêiner é utilizado para transporte de grãos no geral, como café, cacau, soja e sementes.

Entretanto não é muito aplicável para obras da construção civil.

Contêiner Bulk



Figura 67 - Contêiner Bulk

Fonte: Miranda Contêiner (2020)

O contêiner bulk, também chamado de graneleiro é muito semelhante ao contêiner dry, e é utilizado para transporte granel, logo possui aberturas e escotilhas para carregamento e descarregamento de cargas.

São contêiner ideais para cargas de sementes, grãos, areia ou pedras pequenas, e por conta de sua abertura, não é muito utilizado na Construção Civil.

Contêiner Flat Rack



Figura 68 - Contêiner Flat Rack

Fonte: Miranda Contêiner (2020)

Este modelo mistura o modelo Open Top e Open Side, é aberto no teto e nas laterais, tendo apenas o piso e as cabeceiras em cada extremidade. É utilizado para o transporte de cargas grandes. Por isso pode ser utilizado para transporte de peças da construção civil, mas não como a obra em si.

Contêineres para habitação

O uso de contêineres na habitação se dá através de coordenação modular. Para Mascaró (1976), a coordenação modular é um mecanismo de simplificação de grandezas e objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos na construção com mínimas modificações ou ajustes. Assim, facilitando a compatibilização de medidas na construção civil.

Várias obras já utilizaram o contêiner como metodologia construtiva e hoje servem de exemplo e inovação, sustentabilidade e economia. Entre elas está a estação de pesquisa Bharati Antártico, no noroeste da Antártida, criada para suportar temperaturas de -50°C e ventos de até 320 km/h. A estação possui três pavimentos e é formada por 134 contêineres interligados. (RESISTÊNCIA DEMOCRÁTICA, 2015).

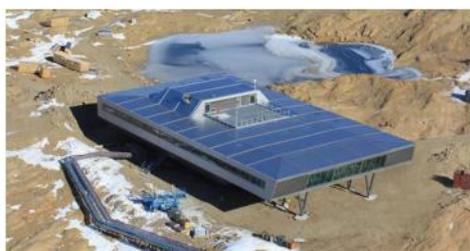


Figura 69 - Estação de pesquisa Bharati Antártico

Fonte: Minha casa container (2014).

Outro exemplo é a cidade universitária de Le Havre, na França. A cidade possui aproximadamente 100 apartamentos de 24 m² distribuídos em prédios com quatro pavimentos. A forma independente de cada unidade garante que a edificação não dê a sensação de um simples empilhamento de containers. A solução que possibilitou escalonar os containers foi construir uma armação de metal que age como suporte estrutural para os containers. (OCCHI, 2016).



Figura 70 - Apartamentos na cidade de La Harve

Fonte: Minha casa container (2014).

3. Metodologia

O desenvolvimento do trabalho científico “Habitações Sociais em Contêineres” é composto por uma revisão bibliográfica extensa que aborda desde características do material de fabricação do contêiner assim como dos tipos, tamanhos, origem, durabilidade, dimensões, aplicações, aspectos positivos e negativos do mesmo, baseado em Artigos, Livros, Trabalhos Científicos, Revistas e conteúdo disposto eletronicamente.

Com todos os dados coletados, a releitura em congruência com a análise de dados levantados permitiu o desenvolvimento de ideias e avaliações qualitativas dos aspectos que permeiam essa tecnologia, avaliações destas que estão expostas nas conclusões e considerações finais desse trabalho.

Dessa maneira buscando atingir os objetivos destacados no trabalho assim como tentando colaborar com a comunidade científica e profissionais da área, dispondo maiores informações sobre uma tecnologia que vêm crescendo dentro da construção civil em diversos pontos do Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso foi realizado por meio de entrevista *online* com os responsáveis por obras que utilizam o contêiner como método construtivo para buscar conhecer as principais características do uso contêiner na construção civil.

A entrevista foi realizada com empresas que já estão no ramo de contêineres para uso em obras e com empresas que não utilizam essa tecnologia, para saber a opinião delas sobre a inserção do uso de contêineres nas obras. O questionário encontra-se no Anexo 1.

Ao todo, obteve-se resposta de seis representantes de empresas, que compartilharam suas opiniões acerca do tema.

De acordo com as empresas, o contêiner tem várias aplicabilidades dentro das obras. Cinco entrevistados responderam que utilizam o contêiner para escritório/depósito no canteiro de obras. Dois responderam que utilizam o contêiner para escritório/depósito fora do canteiro de obras. Um respondeu que o utiliza como stand de vendas e dois responderam que a própria obra é uma construção por contêiner. Nessa pergunta, os entrevistados podiam marcar mais de uma alternativa, por esse motivo, a soma das respostas é maior que a quantidade de entrevistas realizadas, como mostra a figura 16.

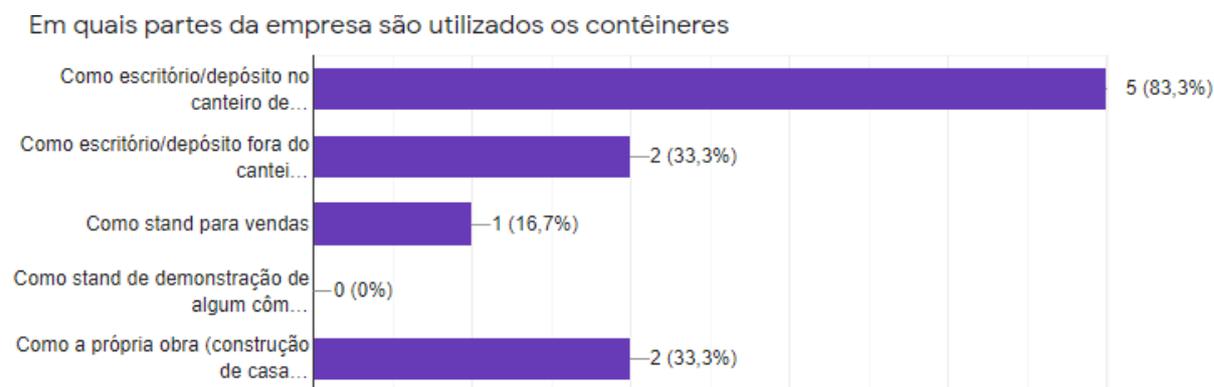


Figura 71 - Utilização do contêiner no empreendimento
Os autores (2020)

Dentre os principais motivos escolhidos entre os entrevistados, estão agilidade (3 dos entrevistados) e baixo custo (4 dos entrevistados) e sustentabilidade (2 dos entrevistados). Nessa pergunta, os entrevistados também podiam marcar mais de uma alternativa, por esse motivo, a soma das respostas é maior que a quantidade de entrevistas realizadas, como mostra a figura 17.

Quais as principais vantagens do uso de contêiner ao invés da construção convencional?

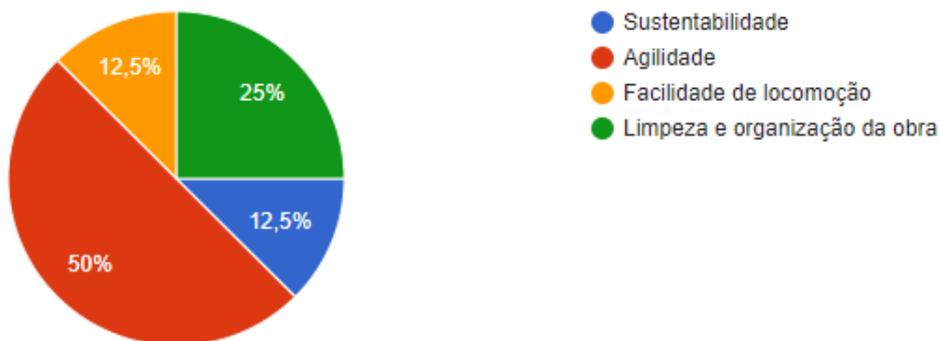


Figura 72 - Vantagens do uso de contêiner na construção civil

Os autores (2020)

Entretanto, o isolamento térmico é uma das etapas mais caras do uso de contêiner dentro da construção civil, o que chega a encarecer a obra em aproximadamente 15%, cada. Geralmente, o isolamento térmico nas paredes é feito com OSB (um material derivado da madeira) e nos tetos, além de OSB é utilizado lã e rochas. O acabamento também foi muito citado como uma das etapas mais caras.

De acordo com a pesquisa, constatou-se que ainda existe muita resistência da população em geral pelo uso de contêiner, uma vez que elas não sabem onde comprar ou como dar as devidas manutenções.

Os tipos de contêiner mais utilizados em obras são o Contêiner High Club e o Contêiner Dry, como mostra a figura 18

Qual o tipo de container mais utilizado pela empresa?

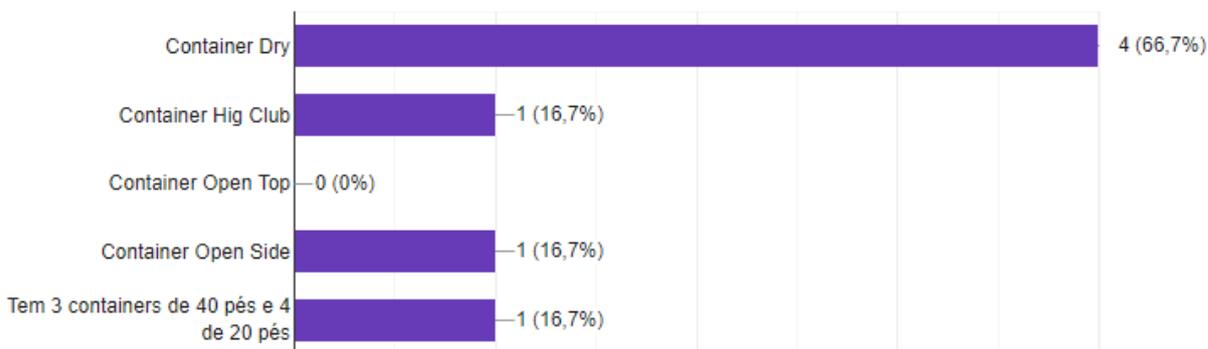


Figura 73 - Contêineres mais utilizados na construção civil

Os autores (2020)

Entre as desvantagens do uso de contêineres, as mais citadas foram a falta de mão obra qualificada, o que encarece a manutenção e o alto custo de isolamento térmico, como mostra a figura 19.

Quais as principais desvantagens do uso de contêineres na construção civil?



Figura 74 - Desvantagens do uso de contêiner na construção civil

Os autores (2020)

Atualmente ainda so poucas as empresas que constroem com contêineres no Brasil, a grande maioria utiliza esse material apenas para canteiro de obras.

As grandezas de agilidade e custo estão diretamente relacionadas, pois obras que possuem agilidade são obras mais baratas. Uma vez que o uso do contêiner consegue reduzir cerca de 30% o custo direto e indireto (por conta da agilidade) da obra, uma vez que deixa a construção cerca de 40% mais ágil. Mas também deve-se atentar ao custo-benefício, pois dependendo da situação o transporte do contêiner até o local da obra pode inviabilizar o projeto.

Mas, a maior economia está no reaproveitamento da estrutura provisória. Nesse caso, percebe-se uma economia a partir da reutilização de uma estrutura provisória que possivelmente seria descartada, ou mal reaproveitada.

Segundo dados passados pelos entrevistados, normalmente a utilização se dá por meio de aluguel, em média um aluguel de um pequeno contêiner para depósito no canteiro de obras gira em torno de R\$400,00/mês. Este método é utilizado em pequenas empreitadas/reformas que exigem um cronograma mais apertado.

Acerca da sustentabilidade, também há uma redução do custo, pois diminui-se o descarte de resíduos, e os impactos causados por eles no meio ambiente, que na maioria das vezes infelizmente, são descartados de forma inadequada.

Entretanto, mesmo com todas essas vantagens em agilidade, custo e sustentabilidade, no Brasil, o consumidor final, no quesito residencial ainda apresenta

alguma restrição a utilização desse tipo de material. Questões técnicas, também interferem, no entanto, a difusão desse equipamento está em franco crescimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contêiner se mostrou uma tecnologia que implementa muita agilidade à obra, reduz o custo e é comprovadamente sustentável, tanto de forma direta como indireta.

De acordo com o blog Miranda Contêiner o custo para construir uma residência pelo método convencional gira em torno de R\$1.431,54/m² (baixo padrão), R\$1.679,49/m² (médio padrão), R\$2.059,64/m² (alto padrão), enquanto que para residências de contêiner, o custo médio gira em torno de R\$1.231,54/m² (baixo padrão), R\$1.479,49/m² (médio padrão), R\$1.959,64/m² (alto padrão). (BLOG MIRANDA CONTÊINER, 2018). Já em estudo realizado por Braga et. al. (2019, p. 3), o autor afirma que em seu estudo de caso “a construção em contêiner teve um custo total da obra de R\$ 87.212,21 enquanto que na casa com alvenaria convencional R\$ 91.247,90”, baseando-se numa residência de 90 m².

Entretanto, pode-se constatar com essa pesquisa, que no Brasil ainda é difícil a implementação do uso de contêineres em obras residenciais já que nem todas regiões têm condições de adquirir container, mais facilmente achados em portos, e a questão do valor em si, e de transporte.

Em determinados tipos de projeto é uma alternativa viável, mas ainda é necessário, estudar e difundir mais a técnica e profissionais capacitados.

Com isso, conclui-se que a construção com contêiner é viável, pois, como sugeriram os entrevistados, existe uma redução no custo, não só de construção, mas também de manutenção. Sugere-se para pesquisas futuras que sejam implantadas formas de tornar a tecnologia mais aplicável, sendo aceita pela maior parte da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, Breno Cabral Pinheiro. **Estudo do uso de contêineres para a construção de edificações comerciais: Estudo de caso em construção de escola de educação básica.** Trabalho de Conclusão de Curso para o título de Bacharel em Engenharia Civil- Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

ABRATEC. (n.d.). Disponível em: <<http://www.abratec-terminais.org.br/estatisticas>>. Acessado em 30 de Setembro de 2020.

ALMEIDA, Alexandre F. **História da criação e origem do contêiner**. Unisa – Universidade de Santo Amaro, Santo Amaro, 2010.

BLOG MIRANDA CONTÊINER. **Quanto Custa Uma Casa de Container?**. 2018. Disponível em: < <https://mirandacontainer.com.br/quanto-custa-uma-casa-de-container/>>. Acessado em 01 de Novembro de 2020.

BRAGA, Pedro Dantas Bezerra; LIMA, Wesley Eunathan Fernandes; SILVA, Emmanuel Vicente da; MELO, Reymard Sávio Sampaio de. **Comparação entre cronograma físico-financeiro e os sistemas construtivos de alvenaria convencional e container**. UFRN. XI Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Londrina, Paraná. 2019.

CALORY, Sara Q. C. **Estudo de uso de contêineres em edificações no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso do curso superior em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

CAMARGO, Nicole R. **Manual para reciclagem arquitetônica de contêineres**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba: Paraná, 2014.

CARBONARI, Luana Toralles. **Reutilização de contêineres ISO na arquitetura: aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do Brasil**. 2015. 196f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/156881>>. Acessado 01 de Novembro de 2020.

Ceconport: CENTRO DE CONHECIMENTO PORTUÁRIO E RETROPORTUÁRIO. **História do Contêiner**. Disponível em: < http://www.ceconport.com.br/site/images/historia_do_contêiner_vistoria.pdf > Acesso em Set. 2017.

COMPASS. Solução em contêiners. Disponível em: <<https://compass.com.br/>>. Acessado em 20 de junho de 2020.

CORREIO BRAZILIENSE. **Construções com uso de contêineres viram tendência no Brasil**. Disponível em: <<https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/brasil/2018/04/14/interna-brasil,673111/como-construir-uma-casa-usando-conteiner.shtml>>. Acessado em: 15 de Junho de 2020.

ESTADÃO: **Economia e Negócios. Portos brasileiros têm 5 mil contêineres abandonados.** São Paulo. 21 jul. 2009. Disponível em < <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,portos-brasileiros-tem-5-mil-containers-abandonados,405796> > Acesso em Out. 2020.

ISO. International Standart Organization. ISO 668:1995. Series 1 freight contêineres- Classification, dimensions and ratings.

KRONENBURG, R. Portable architecture: **Design & technology.** 4. ed. Basel (Switzerland): Kirkhauser, 2008.

LIMA, Luiz; SILVA, José. **A substituição de casas populares de alvenaria, feitas pelo governo federal por casas contêineres: uma medida possível.** Janus, n.21, p.61-75, jan.- jun. 2015. Disponível em: < <http://unifatea.edu.br/seer3/index.php/Janus/article/view/355/328>>. Acesso em: 22 maio. 2020

MALAGUIAS, José Luiz Felipe. **Contêineres na construção civil: uma alternativa viável para habitações frente ao método convencional.** Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil). João Pessoa. Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba. 2018.

METALICA. **Containers: do transporte de cargas para arquitetura.** 2015. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/containers-do-transporte-de-cargas-para-arquitetura>> . Acesso em: 02 agosto. 2020.

MILANEZE, Giovana et al. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/SC.** Revista Técnico Científica, Santa Catarina, v.3, n.1, p. 615-624. 2012. Disponível em: Acesso em: 22 outubro. 2020

MINHA CASA CONTAINER. **Você acredita que esta construção é de container?.** 2014. Disponível em: < <http://minhacasacontainer.com/2014/10/21/voce-acredita-que-esta-construcao-e-de-container/>>. Acesso em: 24 de Junho de 2020.

MIRANDA, Bruno Vasco. **O uso de contêineres na arquitetura.** Centro Universitário SENAC – Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2016.

MIHELIC, J. R. e ZIMMERMAN, J.B.. **Engenharia ambiental: fundamentos, sustentabilidade e projeto.** LTC. Rio de Janeiro. 2012

NUNES. 2017. Pag. 11. Acesso em: 29 maio de 2020. <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/136455.pdf>>.

OCCHI, T. ALMEIDA, C. **Uso de contêineres na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo – RS**. Revista de arquitetura IMED, Passo Fundo – RS, 2016.

PRONER, A. C. et al. **Construções Residenciais Sustentáveis em Contêineres**. Feira de Iniciação Científica 2014, Feevale. Nova Hamburgo – RS, 2015.

RESISTÊNCIA DEMOCRÁTICA. **De volta ao pulsar das ruas. Estação polar projetada por alemães é considerada construção exemplar**. Disponível em: <<http://devoltaaopulsardasruas.blogspot.com.br/2013/10/estacao-polar-projetada-por-alemaes-e.html>>. Acesso em: 24 de Junho de 2020.

RIBEIRO, Egberto Fioravanti. **Logística de contêiner e procedimentos em importação e exportação**. Curitiba: Edição do autor, 2011.

RODRIGUES, Filipe Klein. **Casa Contêiner: Uma Proposta de Residência Unifamiliar Sustentável**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí. 2015.

SANTOS, J. Clayton. **O Transporte Marítimo Internacional**. São Paulo: Gedimex. 1980.

VIANA, Luana Alves. **Arquitetura sustentável: Uso do container como alternativa na habitação social**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Superior de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu. Minas Gerais. 2018.

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO

Caro colaborador, este questionário tem como objetivo obter informações sobre as características gerais acerca do uso contêineres na construção civil, abrangendo método construtivo, sustentabilidade, viabilidade econômica e arquitetônica e avaliando características específicas desse tipo de material e comparando com outros métodos construtivos presentes no mercado. Ressaltamos que toda e qualquer resposta aqui fornecida terá como único objetivo o desenvolvimento de um trabalho científico universitário e a sua identidade e a da empresa será mantida em total anonimato. Muito obrigado pela sua colaboração.

1) Em quais partes da empresa são utilizados os contêineres

Como escritório/depósito no canteiro de obra

Como escritório/depósito fora do canteiro de obra

Como stand para vendas

Como stand de demonstração de algum cômodo da obra pronta

Como a própria obra (construção de casas e lojas em contêineres)

Outro. Qual? _____

2) Quais os principais motivos pela escolha do uso de contêineres na obra?

Inovação

Custo

Sustentabilidade

Agilidade na execução da obra?

Outro. Qual? _____

3) É possível dizer que o contêiner é mais econômico que o uso da construção convencional? Em média, qual a ordem de grandeza dessa economia?

4) Quais são as etapas mais caras para construção de moradias em contêineres?

5) É necessário realizar isolamento acústico e térmico em moradias de contêineres? O quanto isso encarece a construção?

6) Quais as principais vantagens do uso de contêiner ao invés da construção convencional?

7) Qual a redução do impacto ambiental causado pelo reaproveitamento de contêineres para construção de moradias se comparado ao modelo convencional?

8) Ainda existe alguma resistência das pessoas pelo uso de contêineres ante o sistema convencional? Como a sua empresa tenta solucionar essa resistência?

9) Qual o tipo de contêiner mais utilizado pela empresa?

Contêiner Dry

Contêiner High Club

Contêiner Open Top

Contêiner Open Side

Outro. Qual? _____

10) Quais as desvantagens do uso de contêiner na obra?

11) O contêiner torna a construção mais ágil? Em média, em quanto tempo se consegue reduzir o tempo de construção com o uso de contêineres?

12) Quais os cuidados e precauções que os futuros moradores devem ter ao adquirir uma residência construída com contêineres?

13) Por fim, você julga viável a substituição do modelo construtivo convencional pelo uso de contêiner?

ANÁLISE DE DRENAGEM NA AVENIDA ZOELLO SOLA

ACADÊMICOS: Iago Medeiros Pinto dos Santos; Lucas Teixeira Marquesin.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Leonardo Martins Sleutjes.

LINHA DE PESQUISA: Saneamento e meio ambiente.

RESUMO

Análise do sistema de drenagem da Avenida Zoello Sola, onde vem ocorrendo vários casos de alagamentos que vem gerando vários transtornos em uma das principais avenidas da cidade. O Estudo de Caso realizado será apresentado como Trabalho de conclusão de curso do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – Univértix Três Rios, 2020. Para a elaboração do trabalho foi realizada uma pesquisa teórica sobre os sistemas de drenagem urbana e possíveis causas dos alagamentos, com o intuito de embasar nosso conhecimento sobre o assunto, entendendo os seus funcionamentos e as suas características principais, focando como pode ocorrer os alagamentos. O objetivo principal foi o estudo de caso realizado na Avenida Zoello Sola que é uma das grandes responsáveis de acesso ao centro da cidade de Três Rios – RJ , onde funciona o sistema de drenagem misto, fazendo a coleta de águas pluviais e águas residuais e, desse modo propor possíveis técnicas para serem utilizadas, visando a possíveis soluções dos alagamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Enchentes; Três Rios; Zoello Sola; Meio ambiente.

1.INTRODUÇÃO

De acordo com Czerwonka (2015) a ineficiência em sistemas de drenagem tem sido responsável por diversos eventos de mudanças que causam desconfortos e insegurança quando chega a época de chuvas constantes, além dos problemas econômicos, habitacionais e dos riscos à saúde pública, a interrupção do tráfego está entre os grandes problemas trazidos pelas chuvas afetando a população local e até as pessoas que apenas trafegam pelas vias afetadas.

De acordo com MEIRA (2012, apud CZERWONKA,2015,) doutor em Engenharia Civil na área de Transportes e Gestão de Infraestruturas Urbanas e professor da Universidade Federal de Pernambuco, acredita que o problema da mobilidade no trânsito em épocas chuvosas passa por três frentes: sistema de drenagem urbano mal dimensionado e com manutenção insuficiente; falta de consciência das pessoas que jogam lixo nas vias; e o sistema de mobilidade que, muitas vezes, não foi planejado para uma convivência harmônica com o sistema de drenagem.

Pompêo (2000), relata que as enchentes são fenômenos naturais que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido a chuvas de magnitude elevada. As enchentes em áreas urbanas podem ser decorrentes destas chuvas intensas de largo período de retorno; ou devidas a transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas; ou ainda, devidas à própria urbanização.

E isso não é diferente no município de Três Rios, cidade do interior do estado do Rio de Janeiro que de acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem uma população estimada em torno de 82.000 habitantes, e que atende grande parte da população das cidades vizinhas. Tem uma das suas principais avenidas de acesso a cidade sofrendo com problema de drenagem. Avenida essa, que se chama Zoello Sola, sofre com alagamento no trecho que situa a Unidade de Pronto Atendimento (UPA), o SAMU, a Escola Estadual Professor Kopke e também dá acesso à Rodoviária Intermunicipal da cidade. Ela também apresenta grande tráfego de veículos leves e de veículos de carga que se destina as indústrias instaladas ao redor da localidade.

O objetivo principal deste trabalho é analisar as principais causas do alagamento que ocorre na Avenida Zoello Sola e possíveis soluções relacionadas a estas ocorrências. É necessário para que se desenvolvam soluções efetivas a fim de mitigar danos materiais e as vidas dos trirrienses

Como objetivos específicos pode-se citar:

- Identificação das possíveis causas de alagamento no local em estudo;
- Verificar o impacto econômico social do estudo de caso;
- Verificar as possíveis soluções para o estudo de caso;

Essa pesquisa mostra-se importante pois visa melhorar a mobilidade urbana em dias de fortes chuvas tornando possível se locomover de um lugar para o outro sem transtornos e prejuízos garantindo o acesso a Unidade de Pronto Atendimento (UPA) e o atendimento do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), que encontra-se no centro do problema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Drenagem e Urbanização

A drenagem urbana é o conjunto de medidas que tenham como objetivo minimizar os riscos que a população está sujeita, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável. Ou seja, a drenagem urbana nada mais é do que o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano (Vaz, 2004).

De acordo com Martins (2012) O sistema inicial ou micro drenagem alcança tudo o que é construído para garantir o fluxo do sistema viário e dar acesso aos lotes e habitações. Em sua composição temos os pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de drenagem, sistemas de retenção e infiltração nos lotes e pavimentos, trincheiras e valas e muitos outros dispositivos relacionados ao viário

O crescimento populacional atrelado a falta de planejamento das cidades pode ocasionar problemas no sistema de drenagem. De acordo com IBGE, em 2010 Três Rios tinha cerca de 77.432 habitantes e foi previsto um aumento de 5,65% até o ano de 2019, o que levaria para 81.804 habitantes. Com isso a um aumento na urbanização, que, de acordo com Tucci (2003), produz grande impermeabilização do solo.

2.2 Efeitos da alta taxa de Impermeabilização do Solo:

- Redução do tempo de concentração;
- Aumento no escoamento Superficial;
- Tendência de rebaixamento do lençol freático;
- Reduz Evapotranspiração;

Tucci 2005 relata que as Inundações decorrente da urbanização: são inundações que têm ocorrido na drenagem urbana por conta do efeito da impermeabilização do solo, da canalização do escoamento ou dos bloqueios ao escoamento proveniente de resíduos.

Martins 2012 relata que a impermeabilização é a principal causa do aumento do escoamento superficial das bacias urbanas e pela redução do chamado tempo de concentração, aquele necessário para que toda uma determinada área sob

precipitação venha a contribuir para um determinado ponto quanto mais rápido a água escoar mais é solicitado o sistema de drenagem.

De acordo com Manual de drenagem urbana da cidade de Toledo - PR (2017) com a redução da infiltração, o aquífero tende a rebaixar o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo.

Devido à substituição da cobertura natural ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo.

2.3 Intervenção urbana atrelada a técnicas compensatória.

De acordo com Martins (2012) devido à complexidade em torno de uma interferência urbana de algum porte, seja ela comercial ou residencial, sem que ocorra impactos sobre o meio hídrico, aprendeu-se finalmente que as técnicas compensatórias deverão ser atreladas a nova forma de se planejar e administrar as cidades.

Segundo Vaz (2004) para o gerenciamento adequado da drenagem urbana são indispensáveis o conhecimento da área, o seu monitoramento, o planejamento das ações visando diminuição dos impactos e principalmente a conscientização e motivação da população em seu entorno.

Atualmente existem vários sistemas que podem ser utilizados, como por exemplo jardins de chuva, trincheiras de infiltração, tetos verdes, pavimentos permeáveis, reservatórios de retenção entre tantos outros (Marchioni 2017).

Telhados verdes demonstram grande eficiência é uma opção de técnica compensatória em drenagem urbana, voltada para as tendências atuais de desenvolvimento sustentável, com potencial de reter parte do volume das águas precipitadas e retardar e minimizar vazões de pico que seriam lançadas nas redes pluviais, os ensaios experimentais apontaram uma redução para um valor de 65% da vazão de pico produzida por telhados, em eventos de chuva intensa (Neto 2016).

2.4 Cenário atual

Nos dias de hoje, o grande problema visto nos recursos hídricos no País é o impacto resultante do desenvolvimento urbano, tanto internamente, nos municípios, como externamente, pela exportação de poluição e inundações para os trechos dos rios a jusante das cidades (Tucci 2005).

Ermínia Maricato em entrevista a Katherine Rivas, especial para a Envolverde diz: “As cidades brasileiras estão crescendo nas periferias e sendo esvaziadas no centro, existe hoje uma nova dinâmica de crescimento nas cidades brasileiras, com abandono das áreas centrais e a ocupação desordenada das periferias, no entanto o crescimento da periferia é na sua maioria ilegal impactando no acesso aos serviços básicos”.

A ligação clandestina do esgoto é um grande problema para a rede de drenagem pluvial, segundo Campana e Bernardes (2010) a constatação só foi possível por meio do monitoramento do escoamento nas galerias da drenagem pluvial em dias sem precipitação, entendendo que nesta situação não deveria haver nenhum escoamento no entanto foi detectado escoamento de esgoto, que seriam decorrentes de lançamentos clandestinos ou infiltrações na rede de drenagem

2.5 Investimento em Drenagem Urbana no Brasil.

Del-Prá (2016), ressalta a proporção do valor das galerias de águas pluviais em relação às obras de pavimentação urbana, rede de abastecimento de água, rede de coleta de esgoto e rede de energia elétrica/iluminação pública pode ser vista no gráfico a seguir:

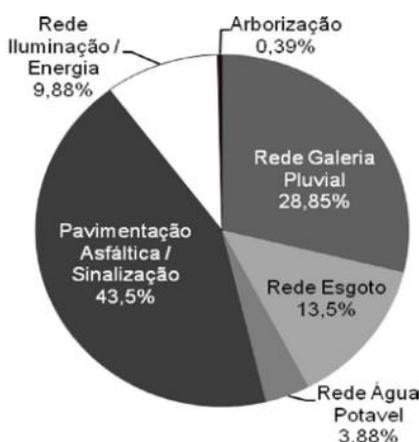


Figura 1 - Gráfico Del-Pra. Fonte:

Este gráfico demonstra a importância e a responsabilidade do Poder Público em relação à eficiência nos processos ligados à drenagem urbana.

Estudos apontam a necessidade de criar uma taxa para subsidiar a manutenção da drenagem urbana, devido à baixa no investimento por parte da prefeitura aliada a crescente restrição orçamentária, acabam relegadas pelos gestores. A ideia é recuperar totalmente os gastos indiretos (operação e manutenção) da drenagem urbana, Tasca (2016).

Cançado, Nascimento e Cabral (2005), ressalta que a drenagem urbana é um bem essencial. Embora alguns o utilizam mais ou menos, é impossível deixar de usufruí-lo.

De acordo com Tasca (2016) as taxas anuais, conforme a área impermeável, variaram de R\$0,0 (lotes vagos) a R\$2.204,09. Os valores apresentaram impacto médio quando comparado à renda média dos setores censitários

Cançado, Nascimento e Cabral (2005) embora sua adoção tenha complicadores pelas características da oferta e demanda no setor, existem ganhos de eficiência alocativa quando a cobrança está relacionada com o consumo individual pelos serviços, ou seja, quem impermeabiliza mais a sua propriedade paga mais pelo serviço.

Outra forma de investimento seria as já descritas no item 2.3, que trata das técnicas compensatórias como alternativa para que haja áreas permeáveis e então conseguir com que aconteça uma diminuição no escoamento superficial

De forma relacionada os trabalhos relatam itens relevantes como agravantes do problema de drenagem urbana: tratando do crescimento urbano, alto índice de impermeabilização do solo, a falta de interesse dos políticos nesse tipo de obra e em paralelo a isso temos alguns pontos favoráveis para que possa haver interferências positivas por meio das medidas mitigadoras e pela taxa de impermeabilização do solo.

3. METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia do trabalho, que foi feito a partir de pesquisa descritiva, com intuito de levantar e mostrar as possíveis causas dos alagamentos recorrentes na avenida em estudo, onde vem causando impactos socioeconômicos para os moradores locais e também para os usuários da avenida.

Segundo Gil (1999), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis.

Esse tipo de pesquisa, segundo Selltiz et al. (1965), busca descrever um fenômeno ou situação em detalhe, especialmente o que está ocorrendo, permitindo abranger, com exatidão, as características de um indivíduo, uma situação, ou um grupo, bem como desvendar a relação entre os eventos.

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso, onde segundo Yin (2001), o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo dos fatos objetos de investigação, permitindo um amplo e pormenorizado conhecimento da realidade e dos fenômenos pesquisados.

“Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2001 p. 33).

Assim foi feito um estudo de revisão bibliográfica com a viabilidade prática, com a utilização de livros, trabalhos científicos publicados e pesquisa de campo, onde foram levantados os seguintes pontos:

- tipo de sistema de drenagem utilizado;
- tamanho da área que está sendo atendida pelo sistema de drenagem;
- o funcionamento do sistema de drenagem;
- se está sendo feita a manutenção dos componentes do sistema;
- impactos causados pelos alagamentos.

Cervo e Bervian (2002), entende estudo de caso como uma pesquisa sobre um determinado indivíduo, família ou grupo ou comunidade que seja representativo do seu universo.

Com intuito de obtenção de êxito no objetivo supracitado, foi criada uma metodologia com uma abordagem qualitativa, de natureza básica, pois busca investigar o fato que acontece recorrente.

Segundo David (2002), os “trabalhos de campo” e a “observação” sempre tiveram destaque na Geografia e é de fundamental importância que o geógrafo desenvolva a capacidade de observação de campo. Para isto, é preciso, treinar os sentidos a fim de se poder ver em detalhes a realidade observada. Para o autor citado, o principal instrumento do geógrafo, ao observar as paisagens ainda é o “olho”, ou seja, o olho clínico do geógrafo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado um estudo de caso por meio de coleta de dados da Secretaria de Obras do Município de Três Rios e também através de levantamentos fotográficos na área em estudo, onde foi constatado que se trata de um sistema de drenagem combinado mais conhecido como sistema misto, onde é responsável por fazer a coleta e condução de água pluvial e esgotamento sanitário.

Entretanto, foi verificado que houve o crescimento populacional da área atendida pelo sistema de drenagem, crescimento esse que acarreta o surgimento de novas ruas e loteamentos, onde é notório que ocorrerá não somente o aumento do volume de esgotamento sanitário mas também o aumento da área a ser drenada pelo mesmo sistema.



Figura 3 - Foto Aerofotogramétrica. Fonte: Google Maps.

Em relação a esse fator, podemos observar na Figura 2 a área atendida pelo sistema de drenagem, sistema esse que está representado pela linha azul, onde mostra que o sistema dá início em outro bairro, Vila Isabel, indicado na figura 2 pelo número 1. Segundo o Secretário de Obras Robson Garcia existe um projeto de aumento da capacidade de vazão da rede de drenagem, e que foi feito um estudo para fazer o remanejamento da drenagem do bairro Vila Isabel para uma segunda rede, indicado na figura 2 pelo número 2, porém foi constatado a inviabilidade técnica do projeto, devido não existir nível topográfico ideal.

Outro problema constatado no levantamento de campo é a falta de limpeza e manutenção da rede de drenagem, onde foi visto bueiros cheios de lixo e folhas causando entupimento e fazendo os bueiros não exercerem a sua devida função. Como mostra nas fotos a seguir:



Figura 4 - Foto Bueiro na Av. Zoello Sola retiradas no dia 18/06/2020. Fonte: Lucas Marquesin e Iago Medeiros.



Figura 5 - Foto Bueiro na Av. Zoello Sola retiradas no dia 18/06/2020. Fonte: Lucas Marquesin e Iago Medeiros.



Figura 6 - Foto canaleta de drenagem na Av. Zoello Sola retiradas no dia 18/06/2020.
Fonte: Lucas Marquesin e Iago Medeiros.



Figura 7 - Foto bueiro na Av. Zoello Sola retiradas no dia 18/06/2020. Fonte: Lucas Marquesin e Iago Medeiros

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o estudo realizado, podemos concluir que os prejuízos relacionados às inundações na drenagem urbana não compreendem apenas a parte financeira como perdas materiais, envolve toda a parte psicológica impactando na qualidade de vida da população que acaba tendo que se privar de certos compromissos por conta da ineficiência da drenagem não conseguindo se locomover pela avenida. A falta ou ineficiência da drenagem urbana está atrelada a classe política que por hora evita esse tipo de investimento devido a invisibilidade eleitoral que tem esse tipo de obra, com o pensamento de o que não é visto não é lembrado. Paralelo a isso existe uma população que cresce aceleradamente e que não se preocupa em cumprir o plano diretor da cidade construindo ilegalmente suas moradias sem respeitar a taxa de ocupação do solo e ainda jogando lixos nas ruas, o que atrapalha ainda mais o sistema de drenagem. Uma das maneiras para atenuar um pouco o sistema de drenagem são as soluções mitigadoras quem vem se mostrando uma aliada importante na redução do tempo de concentração.

Para mudar esse quadro negativo do sistema de drenagem é necessário que haja uma conscientização por parte da população para que entendam o seu papel nesse importante ciclo, já os políticos precisam ouvir os especialistas da área e montar um plano de crescimento a longo prazo priorizando a cidade e não a reeleição e os sucessores darem segmentos nos projetos e nos processos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, DIONE; DA COSTA, ISAIAS. **A DRENAGEM URBANA DAS ÁGUAS PLUVIAS E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SANTANA**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Ambientais.) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ, MACAPÁ-AP, 2014. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/08/A-DRENAGEM-URBANA-DAS-%C3%81GUAS-PLUVIAS-E-SUA-RELA%C3%87%C3%83O-COM-O-MEIO-AMBIENTE-E-A-SA%C3%9ADE-P%C3%9ABLICA-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DE-SANTANA.pdf>> Acesso em: 27 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: Informação e documentação – Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12266: Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulação de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15645: Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e documentação — Referências — Elaboração. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9814: Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9814: Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

CZERWONKA, Mariana. Mobilidade em tempos de chuva. **Portal do Trânsito**, [s. l.], 2015. Disponível em: <<https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-em-tempos-de-chuva-2/>> Acesso em: 17 mar. 2020.

DAS NEVES, Marllus Gustavo. **QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA DRENAGEM URBANA**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS, Porto Alegre - RS, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp068755.pdf>> Acesso em: 5 mar. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. NORMA DNIT 030/2004 – ES: Drenagem – Dispositivos de drenagem pluvial urbana – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2004.

EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS LTDA (Brasil). **5 CONSEQUÊNCIAS DA FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO**. [S. l.], 31 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/5-consequencias-da-falta-de-saneamento-basico/>> Acesso em: 15 abr. 2020.

FREGULIA, EDUARDO; CAUDURO, FLÁVIA. O DESENVOLVIMENTO DA DRENAGEM SUSTENTÁVEL DE UMA AVENIDA. **Mix Sustentável**, Florianópolis - SC, v. 5, n. 4, p. 149-152, dez 2019. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3732/2881>> Acesso em: 17 mar. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/tres-rios/panorama>> Acesso em: 5 mar. 2020.

Manual de Drenagem Urbana - Volume I, Toledo - PR, 2017, Disponível em: <https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/manual_de_drenagem_urbana_-_volume_i.pdf> Acesso em: 18 mar. 2020.

MORAES, Luiz Roberto; BORJA, Patrícia; CARAMORI, Vladimir. DÉFICIT NA DRENAGEM URBANA: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 162-175, 2013. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/viewFile/7213/6416>.> Acesso em: 2 abr. 2020.

ORZENN, HENRIQUE. **ESTUDO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA LOCALIZADO NO CRUZAMENTO DA RUA ARARUNA COM A AV. PERIMETRAL TANCREDO DE ALMEIDA NEVES**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2016. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7848/1/estudosistemadrenagem_urbana.pdf.> Acesso em: 1 abr. 2020

RIBEIRO, Eduarda; BRITO, Fábio; MENDONÇA, Ana Paula; MAIA, Juliana; LEITE, Karla; SILVA, Rafaela. VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ÁREA DE OCUPAÇÃO ESPONTÂNEA. **Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental**, [s. l.], v. IX, 2017. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/xveneeamb/058.pdf>.>. Acesso em: 19 mar. 2020.

SCARATI, José Rodolfo. Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente? **Artigo Científico**, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.bariri.sp.gov.br/arquivos/28_gestaodrenagem.pdf.> Acesso em: 18 mar. 2020.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.
TUCCI, Carlos. DRENAGEM URBANA. **Ciência e Cultura**: Scielo, São Paulo- SP, v. 55, n. 4, 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020.> Acesso em: 10 mar. 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CALÇADA ACESSÍVEL: O PLANEJAMENTO DA PADRONIZAÇÃO PARA A CIRCULAÇÃO DE PEDESTRES NO CENTRO DE TRÊS RIOS-RJ

ACADÊMICOS: Hortência Barreto da Costa Barros; Lucas Guimarães Lopes.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Ricardo da Silva Monteiro.

LINHA DE PESQUISA: Acessibilidade.

RESUMO

Na Construção Civil existem vários fatores que podem contribuir para a segurança, qualidade de vida, durabilidade e estética, como o desenvolvimento de projetos. O correto planejamento da obra, a qualidade dos materiais, a mão-de-obra competente, a atenção às condições de trabalho e cuidados com a segurança durante a construção, e, posteriormente, a realização da manutenção periódica. Todos esses fatores contribuem para que as calçadas não apresentem, ou ao menos diminuam a possibilidade de surgirem possíveis manifestações patológicas que podem comprometer a estrutura da construção e/ou causarem prejuízos estéticos e financeiros. Logo, a partir do desenvolvimento do trabalho, foi percebido que o Município de Três Rios é carente no que se refere à acessibilidade nas ruas, fazendo-se necessário uma readequação dos espaços públicos. Assim, este trabalho busca apresentar uma padronização de calçadas na área da construção civil, abordando o centro da cidade de Três Rios. O trabalho foi construído a partir de uma pesquisa exploratória e descritiva. Os resultados mostraram, que diante das respostas adquiridas e através da análise feita, obtendo informações que contribuiriam substancialmente para o trabalho, que moradores e especialistas em sua grande maioria (95,6%) concordaram com uma padronização da calçada, com as devidas normas e regras para uma melhor mobilidade urbana. O que faz com que este trabalho sirva de grande relevância para a população local, capaz de estimular ações em prol da padronização da calçada no centro da cidade de Três Rios – RJ. Além de servir como base para estudos que envolvam também a acessibilidade em calçadas.

PALAVRAS-CHAVE: Acessibilidade; Três Rios; Calçada Acessível.

1 INTRODUÇÃO

Existem uma grande quantidade de decretos, leis e manuais municipais que instauram a padronização de calçadas, mesmo que possuam certas diferenças, todos estipulam que o passeio público deve oferecer trafegabilidade, manutenção fácil, qualidade urbana e acessibilidade para PCD.

É imprescindível que pessoas com deficiência, mobilidade reduzida, idosos e mães com carrinhos de bebês, por exemplo, necessitem caminhar pelas cidades sem nenhum conflito, sem ter que se preocupar com obstáculos. Nesse contexto, a motivação para a abordagem do tema em questão se deu diante da importância em buscar uma maior notoriedade sobre o assunto, e, ao mesmo tempo, apresentar uma ideia de intervenção dentro da construção civil que difundisse um grande diferencial, voltado para a inclusão de todos, como a padronização de calçadas.

Assim, o objetivo central deste trabalho é defender a instauração da padronização de calçada na cidade de Três Rios - RJ, que apresenta grandes dificuldades em suas ruas nesse âmbito.

Percorrendo as ruas do município de Três Rios, constata-se que, em diversos locais, as calçadas estão em inapropriadas condições e fora da padronização exigidas, acarretando em problemas de segurança para os moradores e turistas. Em alguns trechos, é impossível a circulação dos pedestres sobre as calçadas, obrigando os a circular na pista de rolamento, tornando o percurso imprudente. Há ainda os acidentes com pedestres decorrentes das calçadas irregulares, causando em alguns casos, escoriações, fraturas e contusões, num total descumprimento da prescrição específica, que determina a construção e padronização das calçadas. De fato, falta ordenamento e aplicação de normas claras e atualizadas na cidade.

O padrão determina faixas livres exclusivas para a circulação de pessoas, sem a existência de desníveis, obstáculos temporários ou permanentes. Elas devem ter superfície regular, contínua e antiderrapante. Uma cidade que privilegia os seus pedestres, garante um direito assegurado pela Constituição brasileira.

A calçada é um atributo que confere bastante praticidade a quem utiliza, garantindo o caminhar livre, seguro e confortável a todos, lugar onde transitam os pedestres rotineiramente, e é através dela, que as pessoas chegam aos seus destinos.

Calçadas qualificadas incentivam as pessoas a se deslocarem a pé, o modo de transporte mais natural que perdura, contribuindo com o bem-estar e saúde da população e com a diminuição da poluição pelo uso de automóveis. Além de ampliar as possibilidades de convivência pelas pessoas, reforçar a identidade dos lugares, fomentar o comércio e garantir maior segurança nos espaços públicos.

A partir disso, o trabalho vai se basear na seguinte questão norteadora: A padronização da calçada no centro da cidade de Três Rios – RJ é viável? Caso seja viável, é capaz de promover benefícios à população local?

Tendo em vista que as calçadas são de responsabilidade dos proprietários dos imóveis ou terrenos aos quais estão ligadas, sendo que, a cada imóvel corresponderá o trecho de calçada ao longo da sua frente para a via correspondente. Aos imóveis de esquina, ou com frente para mais de uma via, corresponderão os respectivos trechos de calçadas. As padronizações deverão ser efetuadas a todos os imóveis, ocupados ou não, que possuam uma ou mais frentes para logradouros públicos.

Sendo assim, a discussão em torno da padronização de calçada na cidade de Três Rios - RJ será de grande relevância para uma possível adoção deste segmento na cidade, além de ocasionar maior notoriedade sobre o assunto de forma geral, demonstrando sua importância para a inclusão de todos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 NBR 9050/2015 – Acessibilidade a Edificações

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como entidade reconhecidamente competente na elaboração de normas operacionais de apoio à execução de projetos, tem, também, como objetivo, a normatização em acessibilidade. Esta normatização visa atender aos preceitos do desenho universal, estabelecendo requisitos que sejam adotados em edificações, espaços, mobiliários e equipamentos urbanos para que estes possam ser utilizados por pessoas com deficiência.

A NBR 9050/2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos - foi a primeira norma técnica brasileira sobre acessibilidade, tendo sido elaborada em 1985 com a participação de diversos profissionais de diferentes áreas, em conjunto com pessoas com deficiência. Criada em 1985 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a Norma Brasileira

Regulamentadora 9050 define os aspectos relacionados às condições de acessibilidade no meio urbano.

A norma estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade (ABNT, 2015). Para o estabelecimento desses critérios e parâmetros técnicos, foram consideradas diversas condições de mobilidade e de percepção do ambiente, com ou sem a ajuda de aparelhos específicos, como: próteses, aparelhos de apoio, cadeiras de rodas, bengalas de rastreamento, sistemas assistivos de audição ou qualquer outro que venha a complementar necessidades individuais.

De acordo com o item 3.1.2 da NBR 9050/2020, atualizada em maio 2020, todos os espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias ou elemento que possa ser alcançado, acionado, utilizado e vivenciado por qualquer pessoa.

NBR 12255/2009

A Norma fixa as condições exigíveis para a execução e a utilização dos passeios, bem como os padrões e as medidas que visam a propiciar às pessoas, sadias ou deficientes, melhores e mais adequadas condições de trânsito, acessibilidade e segurança, nestes logradouros públicos.

De acordo com o item 3.2, parte da via pública adjacente e paralelo aos imóveis existentes em ambos os lados do leito limitado pelo alinhamento destes e pelo meio fio. Destina-se fundamentalmente ao trânsito das pessoas e deve possuir condições para o trânsito adequado para os portadores de necessidade especial. (ZANINI, 2017)

2.3 Legislação do Estado do Rio de Janeiro

A Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989 (CERJ) tem dado considerável atenção destinada às pessoas com deficiência. De acordo com o artigo 338 da CERJ, é dever do Estado assegurar às pessoas portadoras de qualquer deficiência a plena inserção na vida econômica e social e o total desenvolvimento de suas potencialidades. O seu inciso V, além de outras informações, estabelece a elaboração de lei que disponha sobre normas de construção dos logradouros e dos edifícios de uso público, a fim de garantir acesso adequado às pessoas com deficiência. Apesar da prescrição para a elaboração de lei que atenda ao inciso V do artigo 338 da CERJ ter sido em 1989, apenas em 2003, foi editada a Lei Estadual nº

4.224, de 25.11.2003, que estabelece normas e critérios para pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, a qual também impõe, em seu artigo 5º, que o projeto e o traçado dos elementos de urbanização públicos e privados de uso comunitário observem os parâmetros estabelecidos na NBR 9050/2015.

2.4 Parâmetros

A calçada deve ser construída a partir do meio-fio de concreto pré-moldado, que faz parte do acabamento com 15cm de altura entre o passeio e a rua. As dimensões mais importantes de pedestres para fins de dimensionamento de calçadas são largura e altura do corpo humano. A largura da pessoa caminhando varia entre cerca de 60 cm e 70 cm. A sua altura varia de menos de 1 m até cerca de 2 m. Assim, uma pessoa qualquer, ao caminhar, ocupa uma área máxima de 2 metros por 70 cm, com poucas exceções. Para atender minimamente bem a população, as calçadas devem prover um “corredor” contínuo de espaço livre com pelo menos essas dimensões.

- Art. 296 – A largura dos passeios do logradouro deverá obedecer ao disposto na Lei de Parcelamento de Solo, quanto a hierarquização das vias urbanas. (Lei 3.990/2013)

- Art. 297 – Os proprietários dos imóveis que tenham frente para logradouros são obrigados a pavimentar e manter em bom estado os passeios em frente ao seu lote. (Lei 3.990/2013)

A calçada é composta por uma faixa livre, onde transitam os pedestres, uma faixa de serviço, onde está alocado o mobiliário urbano, e uma faixa de transição, onde se dá o acesso às edificações.

- Faixa de Serviço – largura mínima de 0,70 m
- Faixa livre – largura mínima de 1,20 m
- Faixa de transição – sem largura mínima

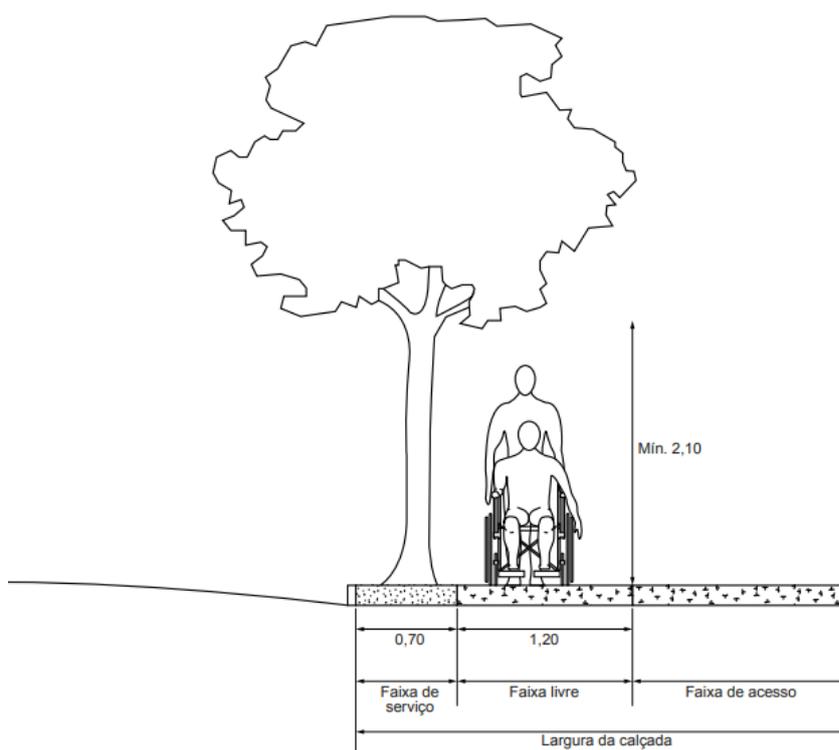
2.5 Definições técnicas

Faixa de Serviço: Utilizado para colocar o mobiliário urbano, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Nas calçadas a serem construídas, a faixa de serviço deve ter largura mínima de 70 cm.

Faixa Livre: Parte livre da calçada reservada à circulação exclusiva de pedestres. É preciso ser contínua, sem degraus, e livre de qualquer obstáculo como, lixeiras, materiais de obra, carros, entre outros.

Faixa de Transição: Espaço de passagem da área pública para o lote. Esta faixa é possível apenas em calçadas com largura superior a 2,00 m.

Figura 1: Padrões da calçada



Fonte: NBR 9050/2015

Rampas: Uma rampa de acessibilidade tem a função de democratizar o uso dos espaços, permitindo o acesso de todos, sem distinção. As rampas e rebaixos devem estar localizados inteiramente dentro da faixa de serviço.

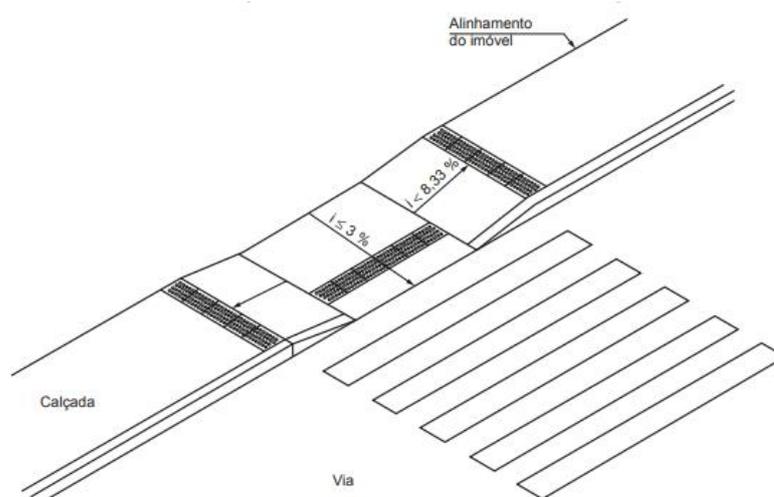
- Art. 311 – A largura das rampas (L) deve estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas. A largura livre mínima recomendável para as rotas acessíveis é de 1,50 m, sendo o mínimo admissível 1,20 m. (Lei 3.990/2013)

- Art. 312 – Quando não houver paredes laterais as rampas devem incorporar guias de balizamento com altura mínima de 0,05 m, instalados ou construídas nos limites da largura da rampa e na projeção do guarda-corpo. (Lei 3.990/2013)

- Art. 316 – No início e término das rampas deverá ter tratamento diferenciado para orientação de pessoas portadoras de deficiências visuais. (Lei 3.990/2013)

Rampas longitudinais: As rampas longitudinais devem ser implantadas em calçadas em que a faixa de serviço não possua comprimento suficiente para acomodar uma rampa transversal ou em calçadas pré-existentes estreitas demais para acomodar uma rampa transversal conforme a NBR 9050/2015.

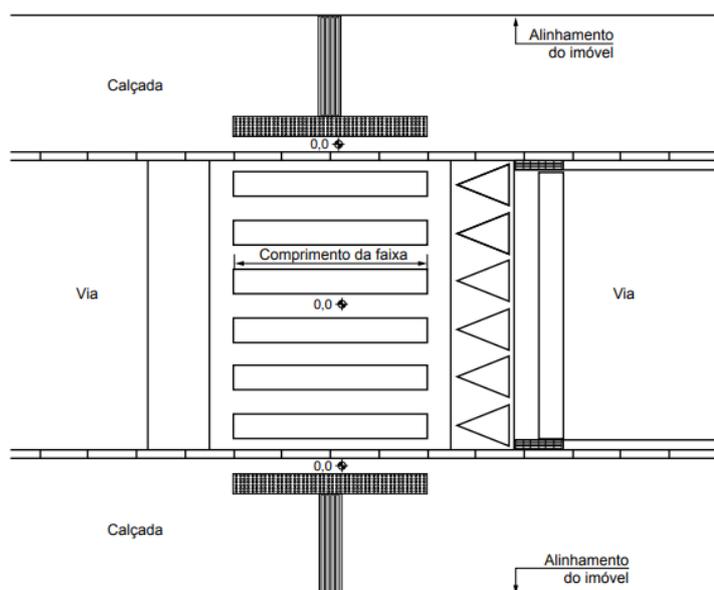
Figura 2: Rampa Longitudinal



Fonte: NBR 9050/2015

- As rampas também podem ser substituídas pela travessia elevada de pedestres, conforme a NBR 9050/2015, para reduzir a velocidade dos carros em uma via. Reformas em calçadas menores que 1,20 m (um metro e vinte centímetros) devem ser objetos de estudo e análise específicos da Secretaria de Obras do município.

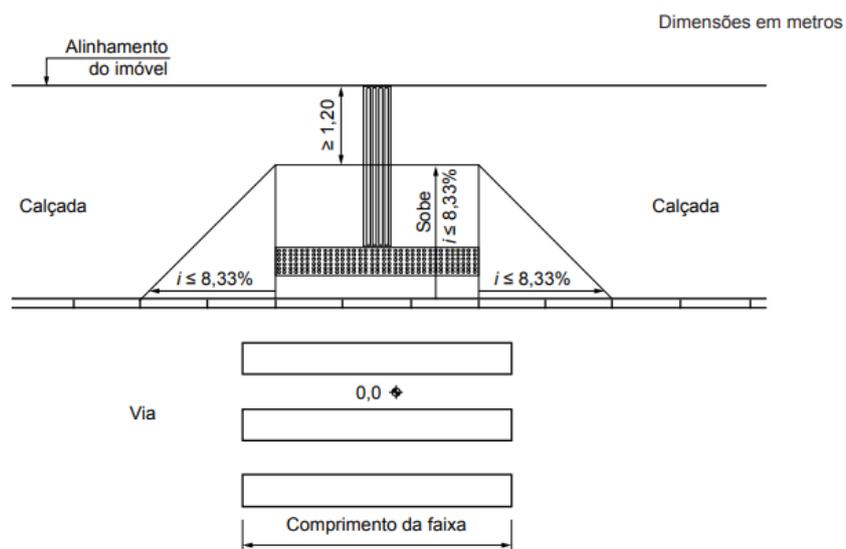
Figura 3: Travessia elevada



Fonte: NBR 9050/2015

Rampas transversais: As rampas transversais devem ser implantadas em calçadas onde se tenha largura igual ou superior a 1,20 m, criando, um corredor livre para garantir o giro de 90° de um cadeirante que esteja sobre ela, de acordo com a NBR 9050/2015.

Figura 4: Rampa Transversal



Fonte: NBR 9050/2015

- As abas laterais deverão ter inclinações iguais a da rampa, sendo de 8,33% (oito por cento e trinta e três centésimos), e poderão ser omitidas quando a rampa estiver entre canteiros e outros obstáculos, conforme a NBR9050/2015.

Inclinação transversal e longitudinal: Calçadas não devem ter degraus nem inclinações transversais acentuadas, e seu material deve atender às prescrições legais. Normas técnicas como a ABNT NBR 9050/2015 e a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (13.146/2015) regulam a construção e definem a inclinação das rampas, bem como seu cálculo. De forma geral, pisos internos podem ter inclinação transversal máxima de até 2%. Se forem externos, esta inclinação é de 3%. Já a inclinação longitudinal (comprimento) precisa ser inferior a 5% (proporção de 1:20). “Inclinações iguais ou superiores a 5%, para desníveis de 80 cm a 1,50 m, já são consideradas rampas e, portanto, devem seguir as diretrizes de cálculo da NBR”.

- Art. 313 – Para rampas em curvas, a inclinação admissível é de 8% e o raio mínimo é de 3 m, medindo no perímetro interno à curva. (Lei 3.990/2013)

2.6 Sinalização tátil

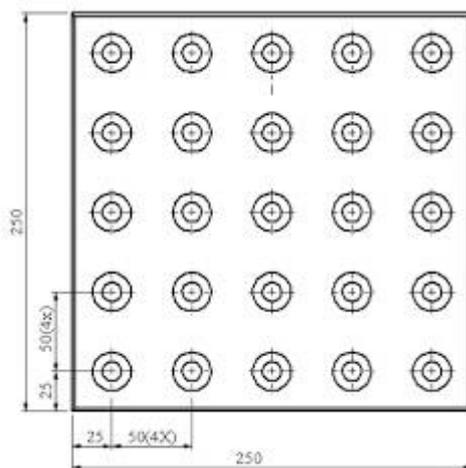
Piso Tátil é o piso caracterizado com textura e cor em destaque com o piso que estiver em derredor. A sinalização tátil no piso pode ser de alerta ou direcional e tem a função de orientar pessoas com deficiência visual ou com baixa visão. Tem como objetivo, auxiliar a caminhada das pessoas, sejam elas deficientes visuais, crianças, idosos, entre outros. Como revestimento de chão, os pisos táteis não funcionam sozinhos e sim com uma composição de peças que caracterizam uma caminhada segura e com autonomia. Portanto, deve ser levado em consideração o desenho universal deste produto, lembrando que o seu significado deve ser evidente e de fácil reconhecimento, expressando uma linguagem simbólica onde quer que se encontrem. É fundamental que a implementação do piso tátil seja realizada levando em conta a usabilidade de seu usuário.

Segundo o manual Calçada para todos (Três Rios RJ – 2020) piso tátil de alerta é um recurso auxiliar as pessoas portadoras de deficiência visual quanto ao seu posicionamento na calçada.

O piso tátil de alerta tem como função principal alertar o deficiente sobre obstáculos que podem não ser identificados devidamente pela bengala guia. Ele consiste em uma placa com mínimo de dimensão de 0,25 x 0,25 m, para pisos que não utilizam o material intertravado, composta por um arranjo de relevos devidamente

espaçados, como define a NBR9050/2015. Os pisos táteis de alerta devem ser instalados perpendicularmente ao sentido do deslocamento e na sinalização de rampas nas calçadas.

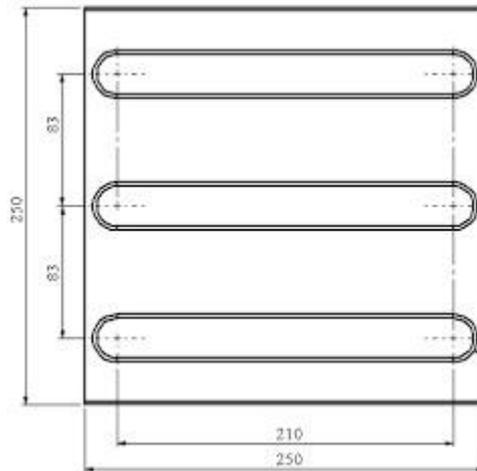
Figura 5: Piso Tátil de alerta



Fonte: NBR 9050/2015

Segundo o manual Calçada para todos (Três Rios RJ – 2020) piso tátil direcional indica o caminho a ser percorrido. O piso tátil direcional tem como função principal direcionar e orientar o deficiente visual à pontos de interesse pela cidade, sendo elemento básico na constituição das rotas acessíveis e de guias direcionais para espaços onde o deficiente visual não consiga encontrar pontos de referências com a bengala. Ele consiste em um conjunto de placas de 0,25 x 0,25 m, para pisos que utilizarem o material intertravado, composta por relevos lineares, regularmente dispostos, conforme a NBR9050/2015.

Figura 6: Piso tátil direcional



Fonte: NBR9050/2015

2.7 Trabalhos relacionados

Nesta seção, apresentaremos alguns dos trabalhos relacionados que foram selecionados em nossa revisão bibliográfica, os quais apresentam pesquisas e propostas que visam a padronização de calçadas com a finalidade de contribuir com a melhora na utilização das calçadas por pedestres de diferentes regiões. Dessa forma, apresentaremos as diferentes abordagens de cada trabalho.

- **Calçadas: Determinação do Índice de Qualidade das Calçadas em Região Central de João Pessoa**

O autor defende que o espaço público é local de livre acesso e gozo de todos os cidadãos e ainda, direito fundamental, assegurado constitucionalmente no direito de ir e vir, bem como no direito de livre manifestação, previstos, respectivamente nos incisos XV e XVI do artigo 5º da Constituição. Ou seja, somente poderá ser restringido ao cidadão, aquilo que for imprescindível para manutenção do Estado de Direito. Para assegurar que a Constituição seja de fato aplicada, o Brasil desenvolveu um programa de acessibilidade urbana, com o intuito de auxiliar na redução de barreiras físicas de acessibilidade ao espaço urbano, barreiras estas que acabam dificultando o deslocamento de pessoas com deficiências e/ou com dificuldades de locomoção. (BRITO NETO, 2017)

O trabalho propõe servir como estímulo e apoio aos governos municipais e estaduais a fim de desenvolver ações que garantam a acessibilidade para pessoas com restrições de mobilidade aos sistemas de transporte, equipamentos urbanos e a circulação em áreas públicas. Incluindo, no processo de construção das cidades, uma nova visão que contemplaria o acesso universal ao espaço público (PROGRAMA BRASILEIRO DE ACESSIBILIDADE URBANA, 2006). (BRITO NETO, 2017)

No Brasil, país em desenvolvimento, a população urbana cresce de forma acelerada, principalmente em regiões metropolitanas, o que acarreta uma disputa na utilização dos espaços urbanos devido ao crescente número de usuários. Dessa forma, cabe às cidades brasileiras definirem ações de planejamento urbano voltados a garantir infraestrutura de qualidade, como por exemplo, em relação às calçadas, que evidenciam conceitos aplicados de espaço público e acessibilidade no dia a dia, pois são elementos utilizados diariamente por toda população brasileira e que, com o passar do tempo, foram perdendo espaço para o cenário viário das grandes cidades, que hoje, aparecem como prioridade em detrimento dos pedestres. (BRITO NETO, 2017)

Os objetivos específicos da pesquisa apresentam uma análise qualitativa de calçadas de uma área central movimentada de João Pessoa e ainda, aborda a normatização atual brasileira em exercício para as questões discutidas, bem como as leis municipais atuantes no município de João Pessoa. (BRITO NETO, 2017)

- **Análise de Acessibilidade em Calçadas, Comércio e Órgãos Públicos na Cidade de Janiópolis - PR**

O trabalho aborda que existe uma parcela da população que sofre com a exclusão social causada, principalmente, pela dificuldade de locomoção e movimentação pela cidade e demais ambientes de uso comum, como por exemplo, usuários de cadeiras de rodas, pessoas que necessitam de muletas, com deficiências visuais e auditivas de diversos níveis ou com deficiências mentais, além de idosos, gestantes, obesos, convalescentes cirúrgicos, mau estado de saúde, baixa condição física e outras condicionantes (BRASIL, 2006). O programa ainda ressalta que várias pessoas têm necessidades especiais para chegar até os terminais e pontos de ônibus ou metrô, entrar nos veículos, realizar seu deslocamento, são as consideradas “Pessoas com Restrição de Mobilidade”.

Na construção do trabalho, foi realizada uma pesquisa de campo na cidade de Janiópolis PR, que demonstrou a importância da acessibilidade em calçadas, órgãos públicos e comércio, analisando se estão de acordo com leis e normas da ABNT. Posteriormente, será apresentado ao poder público, um projeto de melhoria de acessibilidade nas áreas de sua responsabilidade, tais como praças, prédio da prefeitura, hospital e um trabalho junto à associação comercial para conscientizar os empresários da cidade sobre a importância da acessibilidade.

- **Elaboração de um instrumento e avaliação de segurança em calçadas**

O objetivo do trabalho em destaque, desenvolvido por Zanini (2017), foi criar um instrumento de avaliação de segurança em uso para calçadas, utilizando-se a abordagem de desempenho. E, por sua vez, como objetivos específicos, identificou as exigências dos usuários, os requisitos, os critérios, os níveis mínimos exigidos e os respectivos métodos de avaliação de desempenho relativos à segurança em uso de calçadas; realizar uma pesquisa exploratória com aplicação do ensaio com o Pêndulo Britânico, para avaliação da resistência ao escorregamento, e, por fim, levantar e analisar as falhas relativas à segurança encontradas nas calçadas do estudo de caso, um trecho da Avenida Independência, em Porto Alegre. Além disso, foi realizada pesquisa exploratória com aplicação do ensaio com o Pêndulo Britânico, para avaliação da resistência ao escorregamento.

Em relação às delimitações da pesquisa, o estudo do referente trabalho, se posicionou acerca das calçadas pavimentadas em vias públicas compartilhadas com automóveis e em zona urbana. Foram estudados aspectos relativos exclusivamente à segurança em uso. Portanto, outros aspectos como estética, custo, durabilidade e percepção do usuário não foram considerados. (ZANINI, 2017)

Como resultado da pesquisa, foi constatado que existe uma enorme quantidade de falhas, dentre elas, a ausência de um técnico no processo de construção de uma calçada, como uma das principais causas das não conformidades, junto à falta de um documento, preferencialmente uma Norma Técnica, que reúna as informações necessárias para o projeto de calçadas. Desta forma, este trabalho visa contribuir para o tema desempenho de calçadas, com foco nos requisitos relativos à segurança dos usuários. (ZANINI, 2017)

Assim, as exigências dos usuários, no que se refere à segurança em uso, de acordo com a abordagem de desempenho, foram identificadas como sendo segurança ao risco de quedas, segurança ao risco de atropelamentos, segurança ao risco de lesões por choque e acessibilidade.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi uma pesquisa exploratória e descritiva, fundamentada nos conceitos utilizados no estudo desenvolvido pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN RJ), além de manuais para construção de calçadas acessíveis, como o Guia da Prefeitura Municipal de Três Rios RJ (Calçada para Todos).

Segundo (Gil, 2003), a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o campo de estudo. Logo, o trabalho proposto foi desenvolvido, partindo das características presentes nas calçadas no centro da cidade de Três Rios RJ decomposto em positivas e negativas, a fim de identificar os pontos, como: Rampas de acesso, sinalização para pedestre, faixa livre, faixa de serviço, arborização, mobiliário urbano, regularidade de nível, drenagem, manifestações patológicas e iluminação pública, destacando a influência negativa sobre o desempenho final da calçada acessível e sugerindo soluções para cumprir a funcionalidade primordial da calçada. Conforme Goode e Hatt (1979, p. 421-422), o estudo de caso é estabelecido como um método de olhar para a realidade social.

Os participantes da pesquisa foram moradores e especialistas da cidade de Três Rios – RJ, totalizando 45 entrevistados. Os critérios de exclusão consideraram participantes que não moravam na cidade, que estavam a passeio apenas, e ainda, moradores que estivessem residindo por um tempo significativo na cidade, a partir de 4 meses. Os critérios de inclusão compreenderam moradores e especialistas da cidade de Três Rios, apenas.

3.2 Local da pesquisa

As perguntas da pesquisa abrangeram uma área determinada, que está circulada na figura 7. A sede da Prefeitura de Três Rios é um espaço de relevância

indubitável para a cidade. Devido a sua importância, a área delimitada em vermelho na Figura 7, identifica o local onde foi realizado o estudo de caso para realizar a padronização de calçada acessível.

3.3 Materiais e métodos

O material utilizado para a coleta de dados, foram perguntas aplicadas a 45 pessoas da cidade de Três Rios, RJ, entre moradores e especialistas.

Figura 7: Localização da Prefeitura Municipal de Três Rios - RJ



Fonte: Prefeitura de Três Rios

Coleta e Análise de dados

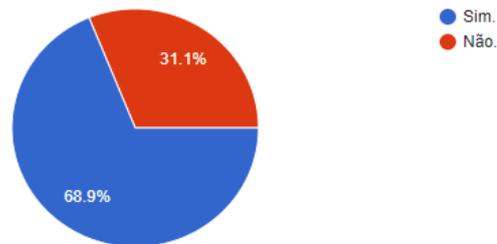
A partir de todo material teórico encontrado pela busca dos seguintes descritores: Construção Civil; Calçada; Padronização das calçadas; Acessibilidade nas ruas, foi feito um levantamento de assuntos que abordassem o estudo, em seguida, foram selecionados os trabalhos que apresentaram maior aproximação com o tema em questão. Feito isso, os dados bibliográficos foram analisados e interpretados, em concomitância com a decodificação das respostas referentes à pesquisa feita.

Por último, e a partir desses dados, a discussão do trabalho foi sendo construída, o que proporcionou a etapa final, a conclusão do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira pergunta, levando em consideração o território demarcado, mostrou o que já era visível, apresentando uma relevância maior para a resposta de presença de calçada em todo o quarteirão, com 68,9%.

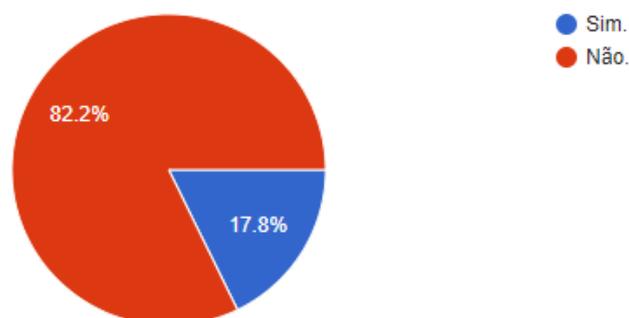
Possui calçada em todo quarteirão?
45 responses



A segunda pergunta é uma das perguntas de grande importância para o trabalho, e mostrou o que já era previsto, que a calçada não possui condições de acessibilidade, sendo confirmada através da maior parte das respostas (quase sua totalidade) com 82,2%.

O que gera mais uma confirmação a respeito da busca de requisitos que se destinem ao acesso favorável a todos na cidade de Três Rios.

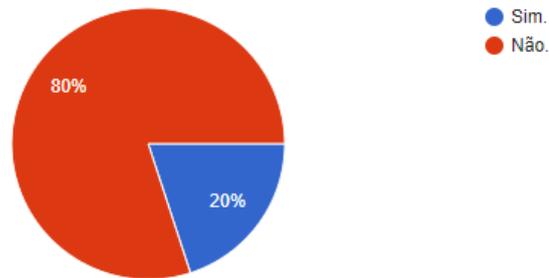
A calçada possui todos requisitos de acessibilidade?
45 responses



A grande maioria detectou que não há a padronização do material utilizado na calçada, acarretando mais um problema em relação à sua estrutura e composição, conferindo 80% das respostas.

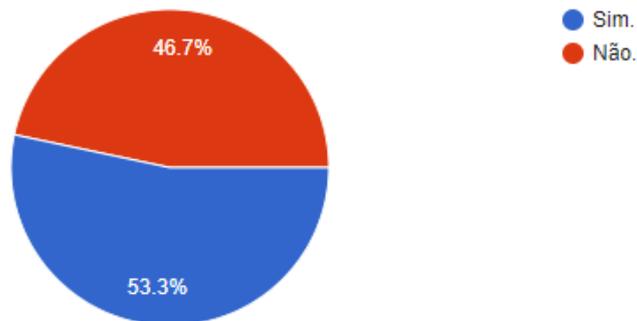
Possui uma padronização no material (piso) utilizado ?

45 responses



Possui largura mínima para o tráfego de pessoas ?

45 responses



No que diz respeito ao processo de arborização das cidades, este é um procedimento de grande contribuição para a população, melhorando o meio ambiente, e, conseqüentemente, a melhora na qualidade de vida dos moradores.

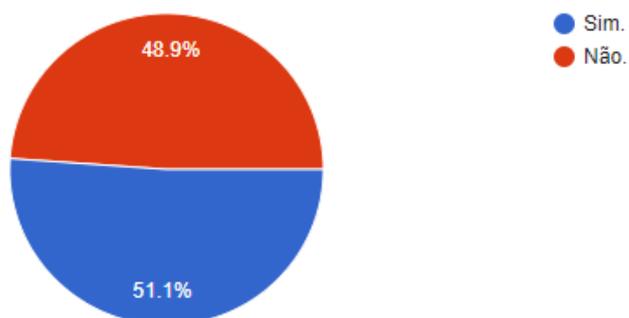
Além de embelezar o ambiente, as árvores têm papel fundamental reduzindo diversos tipos de poluição, tais como: poluição do ar, da água, do solo, visual e sonora. Elas absorvem o gás carbônico gerado por pessoas, fábricas, lixo, automóveis, etc., e nos devolvem o oxigênio, tão essencial à vida. Suas copas densas funcionam como barreiras contra ruídos, ventos, água e luz, e servem de refúgio em dias de sol escaldante ou chuvosos, oferecendo ainda, abrigo e alimento às aves, que são grandes aliadas no controle de insetos vetores de doenças nas cidades.

Portanto, a arborização é imprescindível para a cidade, contribuindo de diversas formas para a população, fazendo com que a temperatura fique mais amena e os passeios ao ar livre mais agradáveis.

Visto isso, a pergunta destinada aos entrevistados referente à arborização na cidade de Três Rios teve certa razoabilidade, apresentando resultados bem parecidos, mostrando quase um empate em relação à porcentagem (figura 7). O que faz com que o processo de arborização seja defendido também.

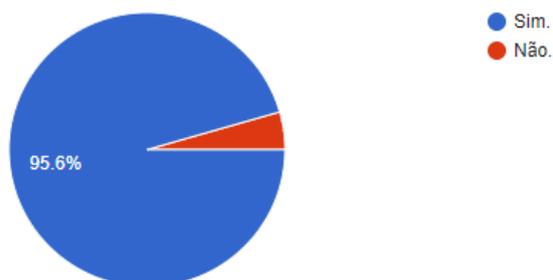
Possui arborização?

45 responses



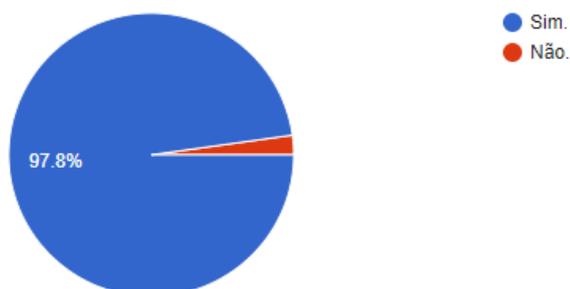
Seria viável uma padronização com todas as devidas normas de acessibilidade?

45 responses



A reforma das calçadas teria um impacto positivo para a cidade de Três Rios ?

45 responses



Sendo assim, diante das respostas adquiridas, através da análise feita em função das principais perguntas que concluíram substancialmente para o trabalho, foi percebido que moradores e especialistas em sua grande maioria (95,6%) concordaram com uma padronização da calçada, com as devidas normas e regras para uma melhor mobilidade urbana.

Nesse contexto, é possível mencionar ainda, o projeto que deu início a este trabalho, o “Calçada para todos”, que foi um estudo elaborado para discutir as condições das calçadas no centro da cidade de Três Rios e propor procedimentos de padronização que deverão ser adotados para que cidadãos e visitantes possam desfrutar de calçadas de qualidade, acessíveis e seguras. Logo, este trabalho deverá seguir os assuntos de acordo com o Código de Obras da cidade de Três Rios – RJ (figura 8).

O objetivo do projeto sobre o manual foi mostrar que é possível a viabilização da padronização de calçada na cidade de Três Rios e apresentar, sobretudo, o conjunto de benefícios que a adoção da melhoria nas calçadas pode promover à população local, principalmente em se tratando de questões de acessibilidade, que é o ponto crucial de motivação da criação do projeto.

Figura 8: Folder Calçada para Todos

PISO TÁTIL DE ALERTA

O piso tátil de alerta tem como função principal alertar o deficiente sobre obstáculos à sua frente que podem não ser identificados devidamente pela bengala. Ele consiste em uma placa com mínimo de dimensão, na cor amarelo, de 0,25 x 0,25 m.



Realização:
Prefeitura Municipal de Três Rios

Promoção:
Programa Calçada para Todos

Apoio Técnico
Firjan
ABCP

Elaboração
Lucas Guimarães Lopes

Colaboradores
Alexandre Luiz Silva Vieira Junior
Elder de Mattos Azara
Ivone Lourdes Fernandes de Abreu
Jauseane Aparecida Vieira Novo
Lucas Guimarães Lopes
Milene Christina Belisário Barbosa
Paulo Roberto Kappler Vaz
Ricardo Rocha Jacinto dos Santos
Simone Reis de Oliveira





PISO TÁTIL DIRECIONAL

O piso tátil direcional tem como função principal direcionar e orientar o deficiente visual à pontos de interesse pela cidade. Ele consiste em um conjunto de placas de 0,25 x 0,25 m.



RAMPAS

Devem ser utilizadas para ligação de locais com diferentes níveis e construídos na direção do fluxo da travessia de pedestres. Em esquinas, devem ter seu início afastado em no mínimo 3,00 em relação a linha do meio fio da rua perpendicular.

RAMPAS TRANSVERSAIS

As rampas transversais devem ser implantadas em calçadas onde se tenha largura igual ou superior a 1,20 m, criando, um corredor livre para garantir o giro de 90° de um cadeirante. As abas laterais deverão ter inclinações iguais a da rampa, sendo de 8,33%, e poderão ser omitidas quando a rampa estiver entre canteiros e outros obstáculos.

RAMPAS LONGITUDINAIS

As rampas longitudinais devem ser implantadas em calçadas em que a faixa de serviço não possua comprimento suficiente para acomodar uma rampa transversal ou em calçadas pré-existentis estreitas demais para acomodar uma rampa transversal.



FAIXA DE SERVIÇO
Serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. As rampas e rebaixos devem estar localizados inteiramente dentro da faixa de serviço. Nas calçadas a serem construídas, a faixa de serviço deve ter largura mínima de 70 cm.

FAIXA LIVRE
É a parte livre da calçada ou do leito carroçável destinada à circulação exclusiva de pedestres. Deve ser contínuo, sem degraus, e livre de qualquer obstáculo como carros estacionados, lixeiras, materiais de obra, entre outros. A altura livre deve ser de no mínimo 2,10 m.

FAIXA DE TRANSIÇÃO
Consiste no espaço de passagem da área pública para o lote. Esta faixa é possível apenas em calçadas com largura superior a 2,00 m.

OBJETIVO

A Prefeitura Municipal de Três Rios tem como objetivo através da elaboração deste manual técnico criar a padronização das calçadas.

O manual objetiva alcançar toda população, independente das suas condições de mobilidade, dando a elas a oportunidade de ir e vir em segurança.



CALÇADA

É DE RESPONSABILIDADE DO MUNICÍPE

Compete, obrigatoriamente, ao proprietário do imóvel, ou ocupante, a execução e conservação de vias de passeio.

Fonte: Prefeitura Municipal de Três Rios

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior parte da cidade de Três Rios sofre com problemas de mobilidade e acessibilidade urbana, tais como a falta de manutenção, infraestrutura, entre outros, fazendo com que esses problemas atinjam a qualidade de vida dos moradores. Deixando para um segundo plano a utilização dos meios não motorizados, e, em particular, na definição de investimentos e infraestrutura que pudessem contribuir para o aumento na utilização do modo a pé.

Portanto, é possível afirmar, que a maior parte dos espaços destinados aos pedestres está destituído de qualquer ação por parte dos órgãos responsáveis pelo

planejamento, projeto, construção, fiscalização e manutenção destes espaços que assegura a acessibilidade para todos.

Diante dos resultados obtidos no trabalho, através da aplicação de perguntas a moradores e especialistas, foi constatado que a população também é a favor da implantação da padronização de calçada no centro da cidade de Três Rios, e, sobretudo, que este processo possui grande viabilização para sua instalação dentro das normas de acessibilidade.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação brasileira de normas técnicas**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/> . Acesso em fevereiro de 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa Brasileiro de Acessibilidade Urbana. Brasil Acessível. 2006. Disponível em: https://www.sinaldetransito.com.br/normas/programa_brasileiro_de_acessibilidade_urbana.pdf . Acesso em fevereiro de 2020.

BRASIL ENGENHARIA. **Acessibilidade em Calçadas**. Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/7543-acessibilidade-em-calcadas-pode-se-tornar-responsabilidade-do-estado>

BRITO NETO, Vicente Pessoa de. **Calçadas: Determinação do índice de qualidade das calçadas em região central de João Pessoa**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa, 2017. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2016.2/calçadas-determinacao-do-indice-de-qualidade-das-calcadas-em-regiao-central-de-joao-pessoa.pdf>. Acesso em setembro de 2020.

CONSTRUGUERRA. **Acessibilidade e padronização de calçadas**. Disponível em: <https://www.construguerria.com.br/acessibilidade-e-padronizacao-calcadas/>. Acesso em março de 2020.

DEFICIENTE CIENTE. Disponível em: <https://www.deficienteciente.com.br/acessibilidade-e-padronizacao.html>. Acesso em março de 2020.

FIRJAN. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/pagina-inicial.htm> . Acesso em: 26 nov. 2020.

FORUM DA CONSTRUÇÃO. **Calçadas e acessibilidade**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=32&Cod=684> . Acesso em março de 2020.

GIL. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em administração. São Paulo: USP. 2003.

GOODE E HATT. **Análise de viabilidade:** um estudo de caso sobre a implantação da produção de papel interfolha em uma distribuidora de produtos.

GUAPÍ A PÉ. **Manual técnico de calçada acessíveis.** Disponível em: <http://guapimirim.rj.gov.br/documents/manual-tecnico-de-calçadas-acessíveis-2/>. Acesso em abril de 2020.

IPIUF. **Manual de Acessibilidade.** Disponível em: http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/26_12_2011_17.31.26.f930687d1baa0226e641b934b6fa8d6c.pdf

MANUAL CALÇADA PARA TODOS. Disponível em: <http://www.tresrios.rj.gov.br/> Acesso em fevereiro de 2020.

NBR 12255/2009. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (13.146/2015).** Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/6257/abnt-nbr12255-execucao-e-utilizacao-de-passeios-publicos-procedimento>. Acesso em março de 2020.

NBR 12255/2009: **Execução e utilização de Passeios Públicos.** Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/6257/abnt-nbr12255-execucao-e-utilizacao-de-passeios-publicos-procedimento>. Acesso em março de 2020.

NBR9050/2015. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/pfdc/temas/inclusao-de-pessoas-com-deficiencia/legislacao/abnt-nbr-9-050-2015/view>. Acesso em fevereiro de 2020.

NBR9050/2020. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Disponível em: <http://www.portaldeaccessibilidade.rs.gov.br/uploads/1596842151Emenda1ABNTNBR9050em03deagostode2020.pdf>

NOVA, Flavia Vila. **Cartilha de Acessibilidade Urbana:** Um caminho para todos. Tribunal de Contas. Estado de Pernambuco. Disponível em: https://www.tce.pe.gov.br/ecotce/docs/cartilha_acessibilidade.pdf . Acesso em: 12 fev. 2020.

PROJETO CALÇADA ACESSÍVEL. **Guia para projetos de espaços públicos.** Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Nova-Cartilha.pdf>

REPOSITÓRIO. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1736>

RCN. **Projeto de padronização de calçadas.** Disponível em: <http://otempodefato.com.br/geral/projeto-de-padroniza%C3%A7%C3%A3o-de-cal%C3%A7adas-1.1996737>

SINCOVAGA SP. **Critérios para padronização de calçadas na cidade de São Paulo.** Disponível em: <https://www.sincovaga.com.br/criterios-para-padronizacao-das-calçadas-na-cidade-de-sao-paulo/>

ZANINI, C. M. **Elaboração de um instrumento de avaliação de segurança em calçadas.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

ASFALTO BORRACHA – MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO ECONÔMICA DE ESTRADAS

ACADÊMICO: Julio Fernandes Ribeiro.

ORIENTADOR: Prof. *M.Sc.* Lucas Machado Rocha.

LINHA DE PESQUISA: Pavimentação asfáltica.

RESUMO

Tendo em vista a alta demanda causada pelo crescimento das cidades, pesquisa-se sobre opções de asfalto que atendam da melhor maneira às necessidades dos usuários. A fim de analisar métodos e materiais tecnológicos usados na construção de estradas, são observados os comportamentos quanto à eficiência e eficácia dos mesmos como substitutos à utilização de materiais e métodos convencionais, além de procurar maneiras para tornar a construção de rodovias um empreendimento mais sustentável e com menor custo de implantação e manutenção. Por intermédio de pesquisas exploratórias e uma abordagem qualitativa, foi possível realizar comparativos de bibliografias teóricas existentes e levantamentos de dados em manuais e normas relacionados à tecnologia da pavimentação. Além disso, foram também realizadas análises de casos específicos de artigos e dissertações. Após as considerações, conclui-se que o Asfalto-Borracha apresenta resultados qualitativos satisfatórios devido à sua maior resistência, além de ser ambientalmente mais viável devido a utilização de pneus – muitas vezes descartados em locais inadequados na natureza. Por esta razão, sua implantação proporciona uma rodovia mais durável, econômica, segura e sustentável para utilização econômica e social.

PALAVRAS-CHAVE: Asfalto-Borracha; Estradas; Pavimentação.

1. INTRODUÇÃO

“O crescimento das cidades e da necessidade de interligação entre elas, além do aumento da população mundial, demanda, cada vez mais, a construção de novas estradas de rodagem que viabilizem o transporte de pessoas e de cargas.”. (REZENDE; COELHO, 2015, p. 158).

Rezende e Coelho (2015, p. 159) afirmam que “Há uma íntima relação entre desenvolvimento socioeconômico e a existência de rodovias”. Geralmente, a qualidade das rodovias ou mesmo a existência destas estão relacionadas ao grau de desenvolvimento econômico e social de uma nação.

Figura 1: Rodovia Br 040.



Fonte: OMENSAGEIRO77, (2015).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a rodovia, em termos estruturais e de uma forma genérica, pode ser abordada segundo duas componentes: a infraestrutura e a superestrutura.

A Infraestrutura rodoviária é constituída por plataforma terraplena, ou seja, toda movimentação de terra, como cortes e aterros; sistemas de proteção e drenagem que respondem pela preservação e durabilidade da via e, ainda, as obras de arte especiais, que correspondem a estruturas tais como pontes, viadutos e túneis (DNIT, 2010).

Já a Superestrutura Rodoviária é constituída pelo pavimento que corresponde ao reforço de subleito, à sub-base, base, binder e à camada de rolamento; às obras complementares e à sinalização, tanto vertical quanto

horizontal, que buscam resguardar a segurança do usuário no tráfego (DNIT, 2010).

Neste trabalho é dada ênfase em partes da superestrutura tendo como abordagens o reforço de base do pavimento utilizando Geogrelha, para maior durabilidade do pavimento, e a utilização de asfalto-borracha na camada de rolamento, destinada a suportar as ações do tráfego e dispersá-las de forma moderada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rodagem. Assim, são proporcionados melhores índices de conforto e estabilidade para os usuários.

O presente trabalho tem como objetivo analisar métodos e materiais tecnológicos usados na construção de estradas, observando seus comportamentos quanto à eficiência e eficácia da utilização dos mesmos como substitutos a utilização de materiais e métodos convencionais, de forma que a construção de rodovias se torne um empreendimento com menor custo de implantação e manutenção.

Além de serem umas das camadas mais importantes do pavimento flexível, visto que proporcionam conforto e segurança para os usuários.

Assim, os capítulos seguintes abordarão a metodologia de fabricação, viabilidade técnica, viabilidade financeira e viabilidade ambiental na construção de estradas, utilizando material não convencional, o Asfalto-Borracha para a Pavimentação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Implantação de Rodovias

O transporte, inserido no processo produtivo com destacada função na atividade meio, posiciona-se com relevância no contexto do desenvolvimento global do País, a par de constituir-se como um grande indutor ao desenvolvimento socioeconômico e em fator de segurança e de integração político-administrativa (DNIT, 2010).

Releva observar que no Brasil o subsetor rodoviário, em termos participativos, apresenta uma predominância absoluta, como decorrência de um processo histórico e face às vantagens comparativas de que o modal rodoviário desfruta. Em razão da estrutura da demanda nacional de transporte, sua distribuição espacial e particularidades, citam-se como exemplos de vantagens competitivas (DNIT, 2010):

A notada flexibilidade e segurança do transporte rodoviário que, aliadas à relativa rapidez e às boas condições de operação, possibilitam tarifas e fretes competitivos com os preços finais das outras modalidades;

A evolução da indústria automobilística, com aumento da capacidade média produtiva da frota nacional de veículos rodoviários de passageiros e de cargas, com ênfase para estes últimos;

A expansão da produção agrícola nacional, em novas e amplas fronteiras, com maior utilização efetiva da frota de caminhões;

O grande desenvolvimento econômico e urbanização acentuada, gerando crescente demanda de transportes de cargas diversificadas;

O aumento da participação do modo rodoviário no transporte integrado, em face do próprio desenvolvimento nacional e, em particular, pelo incremento das exportações.

No Brasil, o transporte rodoviário tem uma participação prevaiente na matriz de transporte de cargas e de passageiros. Segundo dados da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (Geipot), no transporte regional de cargas, em milhões de toneladas por quilômetro útil (TKUs) sua participação é de aproximadamente 61,1%.

Na **Tabela 1** é possível identificar a área territorial de cada região e a extensão das rodovias do Brasil e suas respectivas regiões geográficas.

Analisando a **Tabela 1**, nota-se que as rodovias das regiões Sudeste, Nordeste e Sul apresentam os maiores percentuais de quilômetros pavimentados em relação ao total de quilômetros de rodovias. Essa realidade se consolida devido à íntima relação das rodovias com o desenvolvimento socio-econômico, que é superior nas regiões litorâneas do Brasil. Porém, mesmo nas regiões predominantes, observa-se um grande déficit de pavimentação rodoviária. Essa realidade se agrava quando são analisadas as regiões Norte e Centro-Oeste.

Tabela 1. Área territorial e Extensão das Rodovias do Brasil e por Região Geográfica

REGIÃO	GEOMETRIA DA VIA	EXTENSÃO DAS RODOVIAS - KM	
		TOTAL*	PAVIMENTADAS
BRASIL	8.510.820,6	1.720.700	213.453

NORTE	3.851.991,4	148.028	22.389
NORDESTE	1.551.991,4	445.403	59.9961
SUDESTE	924.565,5	533.795	62.520
SUL	576.743,3	388.079	38.323
CENTRO-OESTE	1.606.239,0	205.395	30.260

Nota: Somatório das rodovias federais, estaduais transitórias, estaduais, municipais pavimentadas, não pavimentadas e planejadas.

Fonte: CNT (2019, p. 158)

Na pesquisa CNT de Rodovias 2019, que investigou um total de 108.863 km de rodovias entre malha federal e as principais estaduais pavimentadas, foram abordadas as seguintes características: Estado geral da via, pavimento, sinalização e geometria da via. Essas características foram identificadas segundo um dos critérios: Ótimo, Bom, Regular, Ruim ou Péssimo.

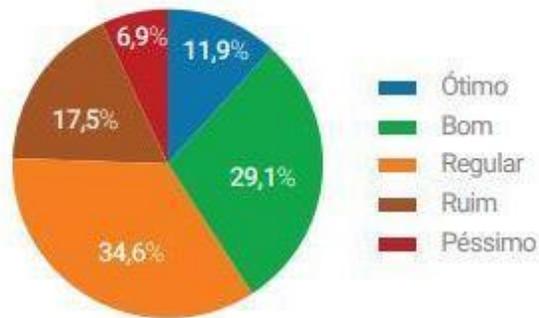
Em relação ao estado geral encontrado, a **Tabela 2** apresenta os valores numéricos encontrados pela pesquisa, enquanto a **Figura 1** apresenta os mesmos dados em um gráfico.

Tabela 2. Classificação do Estado Geral das Vias Analisadas.

ESTADO GERAL	EXTENSÃO TOTAL	
	KM	%
Ótimo	12.951	11,9
Bom	31.714	29,1
Regular	37.628	34,6
Ruim	19.039	17,5
Péssimo	7.531	6,9
TOTAL	108.863	100,0

Fonte: CNT (2019, p. 73)

Gráfico 1. Classificação do Estado Geral das Vias Analisadas.



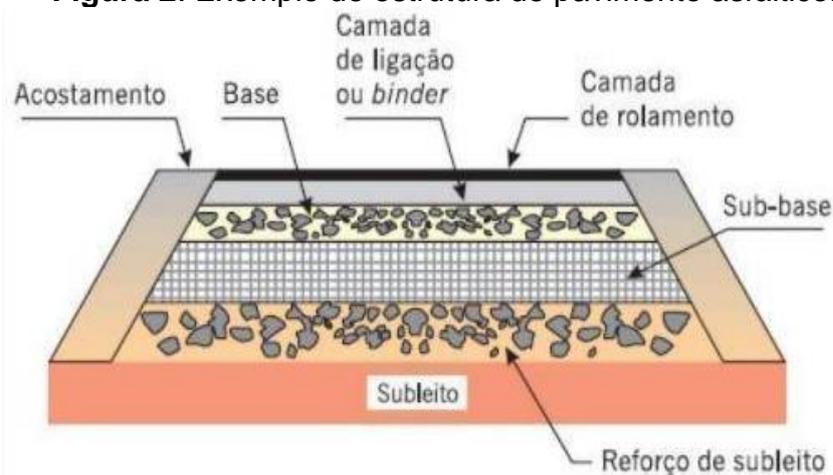
Fonte: CNT (209, p. 73)

Confirma-se, dessa maneira, que as rodovias pavimentadas além de terem uma pequena participação na malha total, apresentam condições insatisfatórias em uma considerável parcela da sua extensão. Os gargalos físicos decorrentes disso, ao aumentar o Custo Brasil, prejudicam todo o sistema logístico e dificultam a competitividade do país no que diz respeito à sua infraestrutura (ROCHA, 2015, p. 61).

Esta seção trata dos materiais ligados à execução de obras rodoviárias pavimentadas, especificamente acerca dos pavimentos flexíveis. Estes são estruturas multicamadas com a finalidade de suportar esforços de uma combinação entre a ação das cargas do tráfego e os efeitos do clima, com variações de temperatura e umidade ao longo do tempo (VILLELA, 2012).

Um modelo esquemático da construção do pavimento flexível pode ser visto na **Figura 1**. Suas partes constituintes são especificadas como:

Figura 2. Exemplo de estrutura de pavimento asfáltico.



Fonte: FILHO (2018, p. 5)

● **Camada de rolamento:** Segundo o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná (DER-PR), camada de rolamento ou “capa asfáltica” é a camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego (DER-PR, 2005);

● **Camada de ligação ou binder:** Camada de ligação é a camada posicionada imediatamente abaixo da “capa”. Apresenta, em relação à mistura para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior porcentagem de vazios, menor consumo de Filer (Material a base de calcário utilizado para aumentar a trabalhabilidade e diminuir a capilaridade e a permeabilidade de argamassas e concretos), (quando previsto) e de ligante. (DER-PR, 2005);

● **Base:** Camada destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços oriundos do tráfego (MARQUES, 2006, p. 7);

● **Sub-base:** Camada de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado (DNIT, 2010);

● **Reforço de subleito:** Camada estabilizada granulometricamente, executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado, utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada de sub-base, originadas pela baixa capacidade de suporte do subleito (DNIT, 2010);

● **Subleito:** É o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. Deve ser considerado e estudado até as profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego (de 60 a 1,50 m de profundidade) (MARQUES, 2006, p. 6).

● **Leito:** É a superfície do sub-leito (em área) obtida pela terraplanagem ou obra de arte e conformada ao greide (perfil longitudinal de uma estrada de rodagem) e seção transversal (MARQUES, 2006, p. 6).

“Concreto Asfáltico (CA) ou Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é um revestimento flexível cuja mistura é executada a quente em usina apropriada, com características específicas, é espalhada e compactada a quente.”. (DNIT, 2006).

Figura 3: Modelo de usina móvel de mistura de Concreto Asfáltico a Quente.



Fonte: (SOUZA, 2017, p. 10)

Após usinagem, o CA é transportado até o local da pavimentação e aplicado com Vibroacabadora de distribuição da massa asfáltica.

Figura 4: Vibroacabadora de Distribuição da Massa Asfáltica.



Fonte: Autor.

Após a aplicação pela vibroacabadora, são utilizados rolos compactadores para selar a superfície asfáltica de modo que a água não penetre em sua estrutura, garantindo a durabilidade do pavimento.

Preferência para rolos pneumáticos.

“Os rolos tandem liso normalmente são evitados pois as rodas lisas formam espécie de ponte sobre as partículas maiores causando pequenas depressões. Podem esmagar partículas maiores causando deterioração do revestimento.”. (MARQUES, 2006, p. 156).

Figura 5: Rolo Compactador Vibratório Tandem.



Fonte: ECIVIL (2019).

Figura 6: Rolo Compactador Pneumático.



Fonte: M&T (2019).

“Anualmente, são geradas cerca de 35 milhões de carcaças de pneus e há mais de 100 milhões de pneus abandonados no país que, reciclados, podem ser utilizados na pavimentação das estradas.”. (DI GIULIO, 2007).

O primeiro impacto positivo no uso de borracha em misturas asfálticas está no ambiente, pois a restauração de pavimento com esse tipo de asfalto pode usar até mil pneus por quilômetro, o que reduz o depósito desse material em aterros ou fora deles, diz o pesquisador Luciano Specht, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuíapud DI GIULIO, 2007).

As primeiras tentativas de se utilizar borracha de pneus inservíveis em asfalto datam da década de 1950. Entretanto, o desempenho do material resultante não instigou os pesquisadores a continuarem os testes experimentais. Na

década seguinte, o engenheiro de materiais Charles McDonald atravessava os Estados Unidos em um trailer para inspecionar rodovias quando utilizou uma mistura de pó de pneu com asfalto para selar trincas no teto do seu veículo. Ele observou que, com o passar do tempo, a mistura emborrachada não oxidava, ao contrário daquelas com asfalto convencional. O engenheiro, então, experimentou a mistura de pó de pneu e asfalto quente para os usuais serviços de tapa-buracos. Em 1963, começaram a ser publicados os primeiros artigos científicos apontando para as qualidades do novo material que surgia (DI GIULIO, 2007).

De forma geral, pode-se verificar que em muitos pavimentos, após um curto período, os defeitos começam a aparecer na superfície de rolamento, causando desconforto, reduzindo a segurança e aumentando os custos para os usuários. Os principais tipos de defeitos que ocorrem nos pavimentos são as trincas por fadiga e o acúmulo de deformação permanente nas trilhas de rodas. Uma das causas da ocorrência acentuada de deformação permanente nas trilhas de rodas é a baixa resistência ao cisalhamento das misturas asfálticas, que depende da susceptibilidade térmica do ligante asfáltico e do esqueleto dos agregados minerais. (FILHO, 2004).

Há várias décadas, alguns pesquisadores vêm desenvolvendo novas técnicas de modificação do asfalto, sendo a sustentabilidade um dos temas mais abordados. Atualmente, propõe-se então a incorporação de borracha reciclada de pneus inservíveis, como aditivos, com a finalidade de melhorar as propriedades do ligante e minimizar o impacto ambiental decorrente da destinação de pneus (ROSA; SANTOS; et al, 2012, p. 32).

A Borracha proporciona um aumento da flexibilidade, tornando a mistura asfáltica mais resistente ao envelhecimento e ao aparecimento de deformações (trilhas de rodas). Quando comparado ao pavimento convencional, o pavimento com asfalto-borracha apresenta maior durabilidade. Além disso, quando utilizada uma curva granulométrica adequada, reduz o nível de ruído causado pelo fluxo de veículos e auxilia na drenagem em dias de chuva. Pode-se dizer que uma pista com asfalto-borracha proporciona maior conforto, economia e segurança aos usuários, além do desempenho e da durabilidade serem superiores aos de uma pista convencional (ODA; et al, 2005, p. 2).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso caracteriza-se como um estudo exploratório. Pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver,

esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 1995, p. 27). Tendo abordagem qualitativa, são realizados: comparativo de bibliografia teórica existente, levantamento de dados em manuais e normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), do Departamento de Estradas de Rodagem (DER), e da Confederação Nacional de Transportes (CNT), relacionados à tecnologia de pavimentação.

As características técnicas abordadas são em função das normas “DNIT 112/2009-ES. Pavimentação Flexível – Cimento Asfáltico Modificado por Borracha de Pneus Inservíveis pelo Processo Vida Úmida do Tipo “Terminal Blending.” e “DNIT 031/2006-ES. Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico.” Que apresentam metodologia de dimensionamento dos pavimentos, bem como os valores quantitativos e qualitativos para confecção de material adequado para pavimentação.

As características financeiras abordadas são em função do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) na versão de Abril de 2020, onde o mesmo apresenta os valores de custos de implantação do Asfalto-Borracha, do Asfalto de Petróleo convencional e o custo de manutenção de pavimentos asfálticos. A partir desta análise do SICRO, são realizados cálculos de custo de manutenção em função do tempo de desgaste de cada tipo de pavimento, obtendo novos valores percentuais de manutenção em função do tempo de uso de cada pavimento.

A exposição dos resultados será em tabelas e gráficos, visando otimizar a compreensão do leitor.

Também são realizadas análises de casos específicos de artigos e dissertações para obtenção de conclusão geral, cuja finalidade é aplicada principalmente à economia na construção e manutenção de estradas, mas também à viabilidade técnica e ambiental utilizando material tecnológico não convencional.

Os subitens deste tópico serão referenciados exclusivamente por normas e manuais vigentes do DNIT, visando padronização, compatibilidade e garantindo a qualidade das informações apresentadas.

Os materiais constituintes do concreto asfáltico com asfalto-borracha são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (filer), cimento asfáltico e Melhorados de Adesividade (dope), se necessário (DNIT, 2009, p. 2-3).

Tabela 3 – Materiais Constituintes do Concreto Asfáltico com Asfalto-Borracha.

MATERIAL	DESCRIÇÃO
Agregado Graúdo Fragmentos são, duráveis, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.	Deve ser Pedra Britada, Escória, Seixo Rolado, preferencialmente Britado, ou outro material indicado em normas complementares.
Agregado Miúdo Deve ser resistente, livre de torrões de argila e de substâncias nocivas.	Deve ser Areia, Pó de Pedra, ou ambos.
Material de Enchimento (Filer) Deve ser colocado em todas as misturas na proporção de no mínimo 0,5%. Deve estar seco e isento de grumos.	Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, como Cimento Portland, Cal Extinta, Pós-calcários, etc.
Cimento Asfáltico Podem ser empregados os seguintes tipos de asfalto: AB-8 (Faixas A, B, C e Gap Graded). AB-22 (Gap Graded).	Deve ser utilizado o Asfalto-borracha via úmida, do tipo “Terminal Blending”.
Melhorador de Adesividade (dope) A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade deve ser definida por métodos definidos em diversas normas técnicas apresentadas na norma DNIT 112/2009-ES.	Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados graúdos ou miúdos, deve ser empregado melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto.

Fonte: (DNIT, 2009, p. 4)

A composição do concreto com asfalto-borracha deve satisfazer aos requisitos da **Tabela 4** com as respectivas tolerâncias, no que diz respeito à granulometria e aos percentuais do ligante asfáltico, determinados pelo projeto da mistura (DNIT, 2009, p. 4)

Tabela 4 – Tolerâncias de Granulometria.

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando				
		Faixas Contínuas			Faixa Descontínua	Tolerâncias máx
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	GAP GRADED	
2"	50,8	100	-		-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100		-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100		-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	90 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	78 - 92	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	28 - 42	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	14 - 24	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	8 - 17	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	5 - 11	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	2 - 7	± 2%
Asfalto solúvel no CS ₂ (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 8,0 Camada de rolamento	5,0 - 8,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Fonte: (DNIT, 2009, p. 5)

A faixa usada deve ser aquela cujo diâmetro máximo é inferior a 2/3 da espessura da camada. As porcentagens de ligante se referem à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total (DNIT, 2009, p. 5).

Devem ser observados os valores limites para as características especificadas na **Tabela 5**.

Tabela 5 – Características de Composição da Mistura de Concreto Afaltico com Asfalto-Borracha.

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Rolamento GAP GRADED	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	65-78	65 - 78	65 – 78
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	800	700	700
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,75	0,50	0,65

Fonte: (DNIT, 2009, p. 5)

As misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela **Tabela 6**:

Tabela 6 – Relação Betume/Vazios e Mínimos de Vazios do Agregado Mineral.

Tamanho máximo nominal	VAM			
	Vazios 3 %	Vazios 4 %	Vazios 5 %	Vazios 6 %
1 ½" – 37,5 mm	10	11	12	13
1" – 25 mm	11	12	13	14
¾" – 19 mm	12	13	14	15
½" – 12,5 mm	13	14	15	16
3/8" – 9,5 mm	14	15	16	17
Nº 4 – 4,75 mm	16	17	18	19
Nº 8 – 2,36 mm	19	20	21	22
Nº 10 – 1,18 mm	21,5	22,5	23,5	24,5

Fonte: (DNIT, 2009, p. 5)

A quantidade e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução e do produto devem ser estabelecidas segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97. (DNIT, 2009, p. 10).

“A verificação final da qualidade do revestimento de Concreto Asfáltico (Produto) deve ser efetuada através das determinações, executadas de acordo NORMA DNIT 112/2009-ES 10 com o Plano de Amostragem Aleatório.”. (DNIT, 2009, p. 9).

A Espessura da Camada deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$, em relação às espessuras de projeto (DNIT, 2009, p. 10).

A verificação dos alinhamentos do eixo e dos bordos deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes

às estacas da locação. Os desvios verificados não devem exceder ± 5 cm (DNIT, 2009, p. 10).

A verificação do acabamento da superfície: durante a execução deve ser feito em cada estaca de locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas. O acabamento longitudinal da superfície deve ser verificado por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta, devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94 e DNERPRO 182/94), ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. O Quociente de Irregularidade - QI deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens/km ($IRI \leq 2,7$ m/km). (DNIT, 2009, p. 10).

As condições de segurança do revestimento de concreto asfáltico acabado devem ser determinadas por meio de métodos e equipamentos de medida de textura para avaliação da resistência à derrapagem. Para avaliação desta resistência devem ser utilizados o Ensaio do Pêndulo Britânico, de acordo com o Método ASTM E 303/93 (1998) e o Ensaio de Mancha de Areia, de acordo com o Método ASTM E 965-96 (2006), ambos citados no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, do DNIT, 2006 (DNIT, 2009, p. 10).

“Ensaio de Mancha de Areia: $0,6 \text{ mm} \leq HS$ (Altura da Mancha de Areia) $\leq 1,2$ mm.”. (DNIT, 2009, p. 10).

Ensaio do Pêndulo Britânico: VRD (Valor de Resistência à Derrapagem) ≥ 47 . Além da microtextura e macrotextura, medidos pelo Pêndulo Britânico e Mancha de Areia, a resistência à derrapagem pode ser avaliada por meio de quaisquer dos equipamentos contemplados (ou homologável) na Norma ASTM E-1960 (2001) ((DNIT, 2009, p. 10).

Esta Norma avalia o Índice Internacional de Atrito IFI (International Friction Index), cujos valores mínimos de IFI recomendados são:

- Valor de IFI (F60) $\geq 0,22$ para obras rodoviárias novas (DNIT, 2009, p. 10).
- Valor de IFI (F60) $\geq 0,15$ para pavimentos restaurados (DNIT, 2009, p. 10)

Concreto Asfáltico (CA)

Os subitens deste tópico serão referenciados exclusivamente por normas e manuais vigentes do DNIT, visando padronização, compatibilidade e garantindo a qualidade das informações apresentadas.

“Os materiais constituintes do concreto asfáltico são agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (filer), cimento asfáltico (ligante)” (DNIT, 2006, p. 4).

Tabela 7: Materiais Constituintes do Concreto Asfáltico.

MATERIAL	DESCRIÇÃO
Agregado Graúdo	Pode ser pedra britada, escória, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material indicado nas Especificações Complementares na norma DNIT 031/2006-ES.
<p>Agregado Miúdo</p> <p>Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).</p>	Pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos ou outro material indicado nas Especificações Complementares na norma DNIT 031/2006-ES.
Cimento Asfáltico	<p>Podem ser empregados os seguintes tipos de cimento asfáltico de petróleo:</p> <ul style="list-style-type: none"> – CAP-30/45 ; – CAP-50/70 ; – CAP-85/100
Material de Enchimento (filer)	Deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, etc; de acordo com a Norma DNER-EM 367.

Fonte: DNIT (2006, p. 4).

A composição do concreto com asfalto-borracha deve satisfazer aos requisitos da **Tabela 8** com as respectivas tolerâncias, no que diz respeito à granulometria e aos percentuais do ligante asfáltico, determinados pelo projeto da mistura (DNIT, 2006, p. 5).

Tabela 8 – Tolerâncias de Granulometria.

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Fonte: (DNIT, 2006, p. 5).

A faixa usada deve ser aquela cujo diâmetro máximo é inferior a 2/3 da espessura da camada. As porcentagens de ligante se referem à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total (DNIT, 2006, p. 5).

Devem ser observados os valores limites para as características especificadas na **Tabela 9**.

Tabela 9 – Características de Composição da Mistura de Concreto Afaltico.

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 – 82	65 – 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

Fonte: (DNIT, 2006, p. 5)

As misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela **Tabela 10**:

Tabela 10 - Relação Betume/Vazios e Mínimos de Vazios do Agregado Mineral.

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	m m	
1½"	38,1	13
1"	25,4	14
¾"	19,1	15
½"	12,7	16
3/8"	9,5	18

Fonte: (DNIT, 2006, p. 5)

O número e a freqüência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da produção e do produto são estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, de acordo com a **Tabela 11** de controle estatístico de resultados da Norma DNER-PRO 277 (DNIT, 2006, p. 12).

Tabela 11 – Tabela de Amostragem Variável.

N	5	6	7	8	9	10	11	12
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16
A	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10

Tabela 11 – Tabela de Amostragem Variável. - CONTINUAÇÃO

n	13	14	15	16	17	19	21
K	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
A	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

Fonte: (DNIT, 2006, p. 12).

Onde:

n= nº de amostras

k= Coeficiente Multiplicador

α = Risco do Executante

Verificação do Produto

“A verificação final da qualidade do revestimento de Concreto Asfáltico (Produto) deve ser exercida através das seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Aleatório.”. (DNIT, 2006, p.10).

A Espessura da Camada deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras de projeto (DNIT, 2006, p.11).

“A verificação do eixo e dos bordos deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Os desvios verificados não devem exceder $\pm 5\text{cm}$.”. (DNIT, 2006, p. 11).

A verificação do Acabamento da Superfície: durante a execução deve ser feita em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5cm, quando verificada com qualquer das réguas. O acabamento longitudinal da superfície deve ser verificado por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o Quociente de Irregularidade - QI deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens/km ($\text{IRI} \leq 2,7$) (DNIT, 2006, p. 11-12).

As Condições de Segurança do revestimento de concreto asfáltico acabado: deve apresentar Valores de Resistência à Derrapagem - VDR ≥ 45 quando medido com o Pêndulo Britânico (ASTM-E 303) e Altura de Areia – $1,20\text{mm} \geq \text{HS} \geq 0,60\text{mm}$ (NF P-98-216-7). Os ensaios de controle são realizados em segmentos escolhidos de maneira aleatória, na forma definida pelo Plano da Qualidade (DNIT, 2006, p. 12).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando dois trechos de cada tipo de pavimento foi verificado maior desgaste por parte do asfalto convencional. Como os dois modelos estiveram sob ação das mesmas intempéries, pode-se associar os defeitos somente ao tipo de material utilizado (SANCHES et al, 2012, p. 59).

Após 7 anos de utilização da via em estudo, fez-se uma análise visual e chegou-se à conclusão que aproximadamente 70% do trecho com CAP-50/70 sofreu algum tipo de manutenção, enquanto o asfalto-borracha precisou somente de 10% de reparo (SANCHES et al, 2012, p. 59).

Para comparação dos custos no período atual, foi consultado o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do DNIT do estado do Rio de Janeiro, versão de Abril de 2020.

“Vale ressaltar que o custo de manutenção é o mesmo para o asfalto convencional e o os asfalto-borracha, uma vez que a manutenção se dá da mesma forma para ambas as formas de pavimentação.”. (SANCHES et al, 2012, p. 59).

Segue tabelas com Custos de Execução e Manutenção de ambos os tipos de Pavimento.

Tabela 12 – Custos de Unitários de Execução e Manutenção de Pavimentos.

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO (R\$)
1		EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM ASFALTO CONVENCIONAL COM PREPARO DE BASE		
1.1	4011219	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida	m³	7,1
1.2	4011454	Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	116,02
2		EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM ASFALTO BORRACHA COM PREPARO DE BASE		
2.1	4011219	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida	m³	7,1
2.2	4011472	Concreto asfáltico com borracha - faixa GAP GRADED - brita comercial	t	145,29
3		MANUTENÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO		
3.1	4915703	Correção de defeitos com mistura betuminosa	m³	143,05

Fonte: DNIT, 2020

Observando a Tabela 12, percebemos incoerência entre as unidades de medida de cada item, impossibilitando a soma de custo total do pavimento.

Portanto torna-se necessária a transformação das unidades de toneladas (t) para metros cúbicos (m³).

Esta conversão é possível utilizando o valor da densidade do asfalto que possui a seguinte fórmula:

$$d=m/v$$

onde:

d= Densidade.

m= Massa.

v= Volume.

Foi utilizada a densidade 2,34t/m³ por se tratar do valor máximo esperado para a densidade de uma mistura asfáltica no teor ótimo da dosagem pelo método Marshall (DNIT, Edital nº0074/13-12).

Deste modo, substitui-se na equação:

$$2,34 = 1/v$$

$$v = 1/2,34$$

$$v = 0,42735\text{m}^3$$

Portanto, o volume-te de asfalto em uma tonelada é 0,42735m³

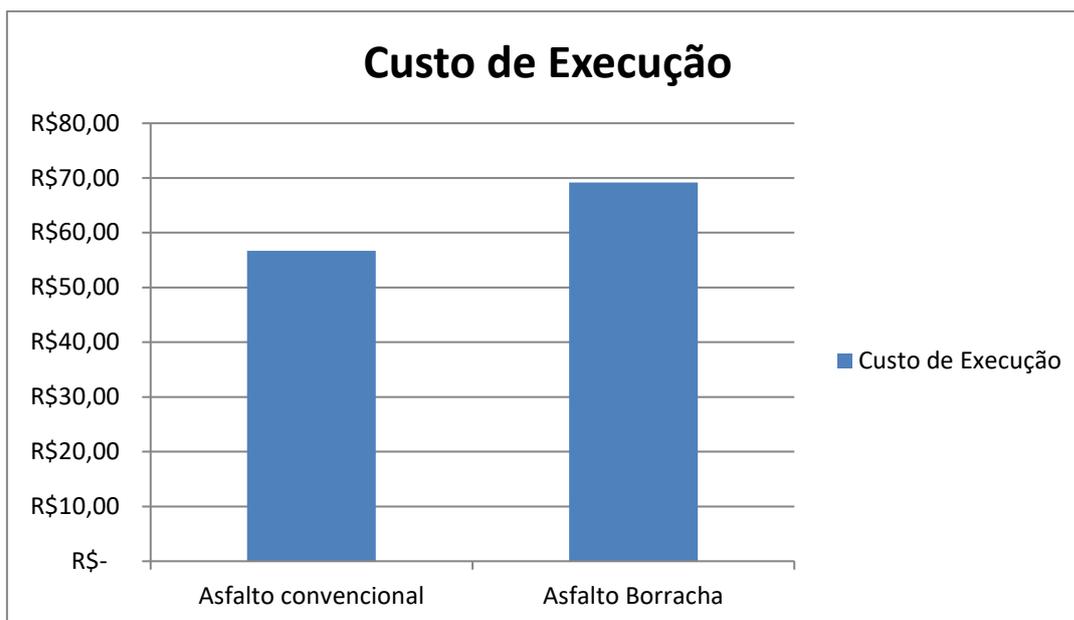
Multiplica-se os custos dados em toneladas, pelo volume encontrado e obtém-se a **Tabela 13**.

Tabela 13 – Custos de Unitários de Execução e Manutenção de Pavimentos – Valores em m³.

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO (R\$)
1		EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM ASFALTO CONVENCIONAL COM PREPARO DE BASE	m ³	56,681147
1.1	4011219	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida	m ³	7,1
1.2	4011454	Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	m ³	49,581147
2		EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM ASFALTO BORRACHA COM PREPARO DE BASE	m ³	69,1896815
2.1	4011219	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida	m ³	7,1
2.2	4011472	Concreto asfáltico com borracha - faixa GAP GRADED - brita comercial	m ³	62,0896815
3		MANUTENÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO		143,05
3.1	4915703	Correção de defeitos com mistura betuminosa	m ³	143,05

Fonte: Autor.

Gráfico 2 – Custo de Execução de Pavimentos Asfálticos.



Fonte: Autor.

Em primeira análise, observa-se que o custo de execução do Asfalto-Borracha é percentualmente 22,07% maior que o Asfalto Convencional.

Porém, os níveis de desgaste na via, como citado anteriormente, foram maiores no trecho pavimentado com Asfalto Convencional, onde foi necessária manutenção em 70% da área pavimentada. Em contrapartida, no trecho pavimentado com Asfalto-Borracha, foi necessária manutenção em somente 10% da área pavimentada. Multiplicando o custo unitário de manutenção pelo percentual de manutenção realizada, encontram-se novos valores de manutenção

Portanto, os novos valores encontrados como custos de manutenção são

1) Manutenção do asfalto-borracha: $R\$ 143,05/m^3 \times 0,10 = R\$ 14,30/m^3$

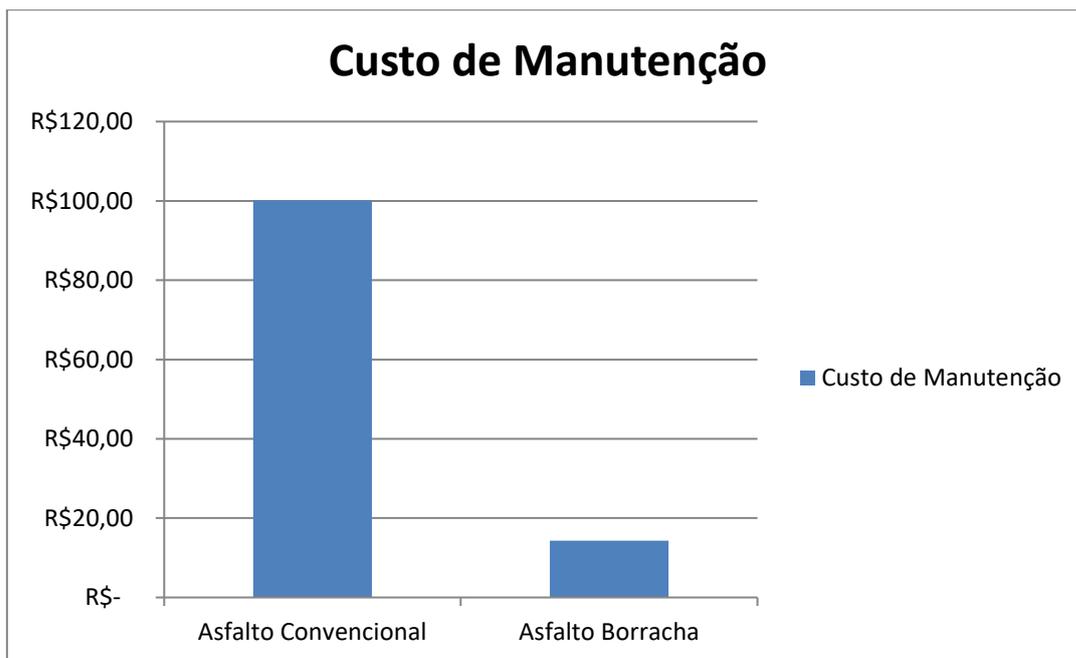
2) Manutenção do asfalto convencional: $R\$ 143,05/m^3 \times 0,70 = R\$ 100,13/m^3$

Tabela 14 – Custo de Manutenção de Pavimentos.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO (R\$)
1	Asfalto Convencional	m ³	100,13
2	Asfalto Borracha	m ³	14,3

Fonte: Autor.

Gráfico 3 – Custo de Manutenção de Pavimentos.



Fonte: Autor.

Analisando os novos valores de manutenção, confirma-se a teoria de maior vida útil do pavimento de Asfalto-Borracha, visto que a manutenção necessária é menor que a manutenção necessária do Asfalto Convencional.

Após análise isolada de custos de execução e manutenção, torna-se necessária a análise do somatório de custos para comprovação de viabilidade técnico-financeira, visto que a pavimentação é um serviço executado com objetivo de longo prazo.

1) Execução + Manutenção de Asfalto-Borracha: R\$69,18/m³ + R\$14,30/m³ = R\$83,48/m³

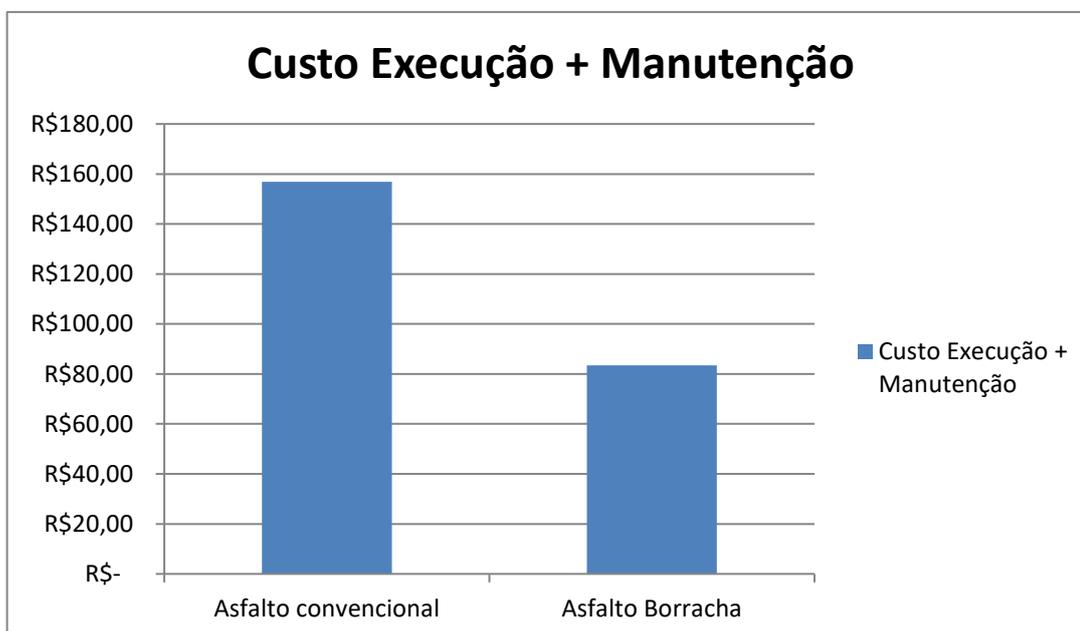
2) Execução + Manutenção de Asfalto Convencional: R\$56,68/m³ + R\$100,13/m³ = R\$156,81/m³

Tabela 15 – Custo Execução + Manutenção de Pavimentos.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO (R\$)
1	Asfalto Convencional	m ³	156,81
2	Asfalto Borracha	m ³	83,48

Fonte: Autor.

Gráfico 4 – Custo Execução + Manutenção de Pavimentos.



Fonte: Autor.

Analisando o somatório dos custos de manutenção e execução, verifica-se que o Pavimento em Asfalto Convencional tem um custo 81,33% maior que o Pavimento em Asfalto-Borracha devido ao menor custo de manutenção no período de 7 anos de utilização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um país como o Brasil, onde o modal rodoviário é predominante, é necessária a implantação de tecnologias que evoluam sua qualidade, visto a grande demanda necessária devido à qualidade insatisfatória do estado geral das rodovias brasileiras.

O Asfalto-Borracha apresenta resultados qualitativos satisfatórios devido à sua maior resistência a deformações permanentes como trilhas de rodas e menor índice de fissuras, pois a borracha proporciona maior resistência ao cisalhamento, ao envelhecimento e às deformações, além de proporcionar menor nível de ruídos causados pelo fluxo de veículos e auxiliar na drenagem de águas pluviais na rodovia.

Apesar do custo inicial da pavimentação com Asfalto-Borracha ser 22,07% maior que a pavimentação com Asfalto Convencional (CAP 50/70), o período de vida útil do Asfalto-Borracha é 30% maior, o que recompensa essa diferença de valor devido à menor necessidade de manutenção.

Segundo análise apresentada nesse trabalho, o custo de Execução e Manutenção de uma pavimentação utilizando Asfalto Convencional (CAP 50/70) é 81,33% mais caro que a pavimentação realizada com Asfalto-Borracha considerando o período de utilização de 7 anos e esse percentual tende a crescer com o passar do tempo devido ao desgaste acelerado do Asfalto Convencional em relação ao Asfalto-Borracha.

Além da viabilidade econômica, ressalta-se a viabilidade ambiental, visto que a construção de rodovias, além dos próprios veículos que trafegam pelo território nacional, causa grandes impactos ambientais. O Asfalto-Borracha utiliza grandes quantidades de pneus descartados muitas vezes em locais inadequados na natureza, tornando uma construção mais sustentável para o meio ambiente.

Portanto, conclui-se que a implantação do pavimento utilizando Asfalto-Borracha proporciona uma rodovia mais durável, econômica, segura e sustentável para utilização econômica e social.

REFERÊNCIAS

77,O Mensageiro. **Rodovia BR040**. O Mensageiro 77, Como as Rodovias são Numeradas. Agosto de 2015. Disponível em: <BR-116, BR-381, etc: como as rodovias são numeradas – O Caminhante (wordpress.com)> Acesso em 16 de Novembro de 2020.

BARROS, Verônica Altef; PADILHA, Norma Sueli. **Construção Sustentável e Meio Ambiente de Trabalho**. Revista do Direito do Trabalho e Meio Ambiente do Trabalho. Vol.02, nº2, pp.58-78, Julho-Dezembro de 2016. ISSN: 2525-9857. Disponível em: <<https://indexlaw.org/index.php/revistadtmat/article/view/1233/1664>> Acesso em 01 de Maio de 2020.

Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa CNT de Rodovias 2019**. Dezembro de 2019. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf>> Acesso em 02 de Julho de 2020.

Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná - DER/PR. DER/PR ES-P 15/05 - **Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado a Quente Com Asfalto Polímero**. Especificações de Serviços Rodoviários. pp. 23, Dezembro de 2005. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/pdf_Pavimentacao/ES-P15-05CAUQcomAsfaltoPolimero.pdf> Acesso em: 02 de Junho de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **1º Caderno de Perguntas e Respostas relativas ao Edital Nº0074/13-12** pp.2, Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/anexo/Caderno/Caderno_edital0074_13-12_0.pdf> Acesso em 17 de Novembro de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 112/2009-ES. **Pavimentação Flexível – Cimento Asfáltico Modificado por Borracha de Pneus Inservíveis pelo Processo Vida Úmida do Tipo “Terminal Blending” – Especificação do Material**. pp.6, Setembro de 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-material-em/dnit111_2009_em.pdf> Acesso em 09 de Outubro de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 031/2006-ES. **Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico – Especificação de Serviço**. pp.13, Setembro de 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit031_2006_es.pdf> Acesso em 09 de Outubro de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 112/2009-ES. **Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico com Asfalto-Borracha, Via Úmida, do Tipo “Terminal Blending” – Especificação de Serviço**. pp.13, Setembro de 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit112_2009_es.pdf> Acesso em 09 de Outubro de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Publicação IPR-742. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. 3ª Edição, 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/742_manual_de_implantacao_basica.pdf> Acesso em 15 de Maio de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Sistema de Custos Referenciais de Obras**. Rio de Janeiro, Abril de 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/sudeste/rio-de-janeiro/2020/abril/abril-2020>> Acesso em 5 de Novembro de 2020.

DI GIULIO, Gabriela. **Vantagens Ambientais e Econômicas no Uso de Borracha em Asfalto**. Inovação Uniemp. v. 3, n. 3, p. 12-15, 2007. Disponível em: <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000300008&lng=e&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em 30 de Junho de 2020.

DUKE, Marilan Pedro. **Concreto Asfáltico Drenante com Fibras de Celulose, Ligante Modificado por Polímero e Asfalto-Borracha**. Infraestrutura e Gerência Viária. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Florianópolis. Abril de 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103024/222704.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 25 de Junho de 2020.

ECIVIL. **Rolo Compactador Tandem**. ECIVIL -Dicionário da Construção Civil, 2019; Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-rolo-compactador-tandem.html>>. Acesso em 16 de Novembro de 2020.

Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Estudo de Transporte Regional de Cargas**. Disponível em: <<http://geipot.gov.br/>> Acesso em 25 de Junho de 2020.

FILHO, José Moacir de Mendonça; ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. **Estudo Comparativo entre Pavimentos Flexível e Rígido na Pavimentação Rodoviária**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 146-163, Junho de 2018. ISSN:2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimentos-flexivel>> Acesso em 01 de Julho de 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª edição, Editora Atlas, 1995. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>> Acesso em 02 de Julho de 2020.

M&T, Mercado & Tecnologia. Rolos Compactadores – Garantia de Qualidade. **Revista M&T, 2019**; Disponível em: <<http://www.revistamt.com.br/Materias/Exibir/garantia-de-qualidade>> Acesso em 16 de Novembro de 2020.

MARQUES, Geraldo Luciano de Oliveira. **Notas de Aula da Disciplina Pavimentação**. Universidade Federal de Juíz de Fora (UFJF). Faculdade de Engenharia, Departamento de Transportes e Geotecnia. TRN032. Versão 2006. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2009/03/Notas-de-Aula-Prof.-Geraldo.pdf>> Acesso em 02 de Junho de 2020.

ODA, Sandra; NASCIMENTO, Luiz Alberto Herrmann; EDEL, Guilherme. **Aplicação de Asfalto-Borracha na Bahia**. Trabalho Técnico Científico. Apresentado no 3º Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP. Outubro de 2005. Salvador, BA. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0672_05.pdf> Acesso em 29 de Junho de 2020.

REZENDE, Elcio Nacur; COELHO, Hebert Alves. **Impactos Ambientais Decorrentes da Construção de Estradas e Suas Consequências na Responsabilidade Civil**. Revista do Mestrado em Direito. Vol.09, nº2, pp. 155-180, Julho-Dezembro de 2015. ISSN:1980-8860. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rvmd/article/viewFile/5880/4238>> Acesso em 23 de Março de 2020.

ROCHA, Cristiane Fursel. **O Transporte de Cargas no Brasil e Sua Importância Para a Economia**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI). Departamento de Ciências Administrativas, Contábeis, Econômicas e da Comunicação (DACEC). Curso de Ciências Econômicas. Ijuí, 2015. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3003/O%20Transporte%20de%20Cargas%20no%20Brasil%20e%20sua%20Import%C3%A2ncia%20para%20a%20Economia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 30 de Junho de 2020.

ROSA, Ana Paula Gonçalves; SANTOS, Roberto Aguiar dos; CRISPIM, Flavio Alessandro; RIVA, Rogério Dias Dalla. **Análise Comparativa entre Asfalto Modificado com Borracha Reciclada de Pneus e Asfalto Modificado com Polímeros**. Teoria e Prática na Engenharia Civil. nº20 pp.31-38. Novembro de 2012. Disponível em: <http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art4_N20.pdf> Acesso em 30 de Junho de 2020.

SANCHES, Felipe Gustavo; GRANDINI, Fernando Henrique Bueno; JUNIOR, Orlei Baierle. **Avaliação da Viabilidade Financeira de Projetos com Utilização do Asfalto-Borracha em Relação ao Asfalto Convencional**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Curso de Engenharia de Produção Civil. Curitiba, 2012. Disponível em <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/750/1/CT_EPC_2012_1_11.PDF> Acesso em 09 de Outubro de 2020.

SOUZA, Everton. **Análise de Adequação da NR12 em uma usina de Asfalto**. Universidade do Vale dos Rios dos Sinos. Unidade Acadêmica de Pós Graduação. Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. São Leopoldo, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6948/Everton%20da%20Silva%20Souza_.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 16 de Novembro de 2020.

REUTILIZAÇÃO, RECICLAGEM E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO URBANO-AMBIENTAL

ACADÊMICAS: Hellen Diane Castilho Patricio e Kelly de Moura Pereira.

ORIENTADOR: Prof. *M.Sc.* Silane Mattos Peres.

LINHA DE PESQUISA: Saneamento e Meio Ambiente.

RESUMO

A construção civil é um sinônimo de desenvolvimento, sendo assim, uma das atividades socioeconômicas mais importantes no Brasil, pois movimenta a economia, gerando empregos e lucros aos municípios. Embora seja algo bastante positivo, essa atividade traz consigo um dos principais problemas da atualidade, a grande produção de resíduos que poluem as cidades, que quando dispostos de forma desordenada, afetam o meio ambiente de forma negativa. O presente estudo baseia-se em uma pesquisa bibliográfica, qualitativa e de estudo de caso. Seu objetivo é o entendimento das consequências urbanas e ambientais que ocorrem devido à disposição incorreta dos resíduos, enfatizando de que forma pode-se realizar a gestão dos mesmos assim como sua reutilização. A reciclagem e reutilização dos resíduos de construção pode gerar uma moderação nos gastos com materiais, podendo proporcionar melhor custo benefício, além de não agredir o meio ambiente. Gerenciar os resíduos, reutilizar o que for possível tentando ao máximo diminuir as perdas, devem ser itens a serem levados em conta durante todas as fases de qualquer projeto (elaboração, execução, finalização). Por fim, pode-se afirmar que tratar os resíduos da construção civil é favorável, assim como adquirir novas tecnologias. São questões que quando aplicadas, trarão benefícios ao meio ambiente e à economia do país.

Palavras-chave: Construção; Destinação Final; Resíduos.

INTRODUÇÃO

A construção civil hoje é um dos principais setores da economia Brasileira, devido a esse avanço nota-se uma grande quantidade de entulhos produzidos por essas obras, evidenciando um grande desperdício desses materiais; que depois são descartados de forma irracional em locais como terrenos baldios, margens de rios e arroios, na periferia em geral, gerando uma série de problemas ambientais e sociais (ALVES & DREUX, 2015).

Os resíduos de construção civil são tipos de materiais que são utilizados em obras e quando não tem mais uma utilidade no canteiro, são descartados como lixo. Para que não sejam descartados de forma incorreta precisam ser tratados adequadamente, seja para sua reutilização, reciclagem ou descarte correto. O descarte irregular desses resíduos pode gerar problemas sérios ao ambiente, como a contaminação dos solos e conseqüentemente podem afetar as águas superficiais e subterrâneas, além do impacto negativo na qualidade de vida da população.

A indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, quando considerada a significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país pela qual é responsável e também pelo contingente de pessoas que, direta ou indiretamente, emprega. Por outro lado, esta indústria é responsável por cerca de 50% do CO₂ lançado na atmosfera e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo (JOHN, 2000).

Existem vários métodos de reaproveitar os resíduos de construção, alguns resíduos podem ser reutilizados até na execução da própria obra, gerando uma economia no orçamento de gastos com materiais, além de minimizar os impactos ambientais. Além do reaproveitamento, podemos realizar melhor planejamento na fase de construção, reduzindo a produção destes.

O grande problema ocorre quando não se tem como reaproveitar o resíduo e o mesmo precisa ter uma destinação para seu descarte. Com a alta produção destes, muitas cidades não tem local adequado para o descarte, ocasionando o despejo em locais inapropriados, como por exemplo: encostas de rios e propriedades abandonadas, contribuindo na poluição do meio ambiente prejudicando também a qualidade de vida humana.

A crescente geração de resíduos sólidos resultantes de construções civis, demolições e reformas vem exigindo cada vez mais soluções diversificadas de forma

a reduzir o descarte de materiais e encaminhamentos para os aterros. Tem-se necessária, também, a potencialização do uso dos resíduos na geração de matérias-primas secundárias através da reciclagem, com vistas a redução da exploração dos recursos naturais não-renováveis, de maneira que contribuam nas condições ambientais dos espaços urbanos (FRIGO, SILVEIRA, 2012).

Para Azevedo, Kiperstok e Moraes (2006), o principal problema dos resíduos de construção civil, do ponto de vista ambiental, é a sua disposição irregular, incentivando a criação de pontos de despejo inadequados.

A finalidade do presente trabalho é estudar quais tipos de resíduos podem ser gerados através de obras de construção civil, como também a reutilização dos mesmos. Busca-se também verificar a gestão responsável pelas empresas de construção civil que atuam em Três Rios, procurando reconhecer os resíduos gerados, expondo as práticas adotadas sejam elas a destinação final ou a reutilização desses materiais, tendo em vista a ação realizada para que possam diminuir os impactos ambientais e socioeconômicos no contexto urbano-ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), tem-se a definição de resíduo sólido como “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.”

Ainda falando da norma, os resíduos sólidos possuem uma classificação, que é feita levando em conta a identificação do processo que lhes deu origem, sua constituição e característica, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. São classificados conforme abaixo:

Resíduos classe I - Perigosos: são os que apresentam algum tipo de risco à saúde ou causam danos ao meio ambiente quando manuseados ou descartados incorretamente, contendo elementos com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Inflamabilidade – um resíduo sólido é caracterizado como inflamável: (código de identificação D001).

Corrosividade – resíduo é caracterizado como corrosivo: (código de identificação D002).

Reatividade – um resíduo é caracterizado como reativo: (código de identificação D003).

Toxicidade – o resíduo é caracterizado como tóxico se apresenta uma amostra representativa dele.

Patogenicidade – o resíduo é caracterizado como patogênico: (código de identificação D004).

Resíduos classe II – Não perigosos;

Resíduos classe IIA – Não inertes: resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, não se enquadra nos tipos e classificação dos outros resíduos, temos como exemplo a garrafa de plástico, papel e lixo orgânico.

Resíduos classe IIB – Inertes: aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, (ABNT, 1987b) e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, (ABNT, 1987c) não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem n.º 8 (Anexo G da NBR 10004, ABNT, 1987a), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Para melhor entendimento, pode-se seguir o fluxograma abaixo:

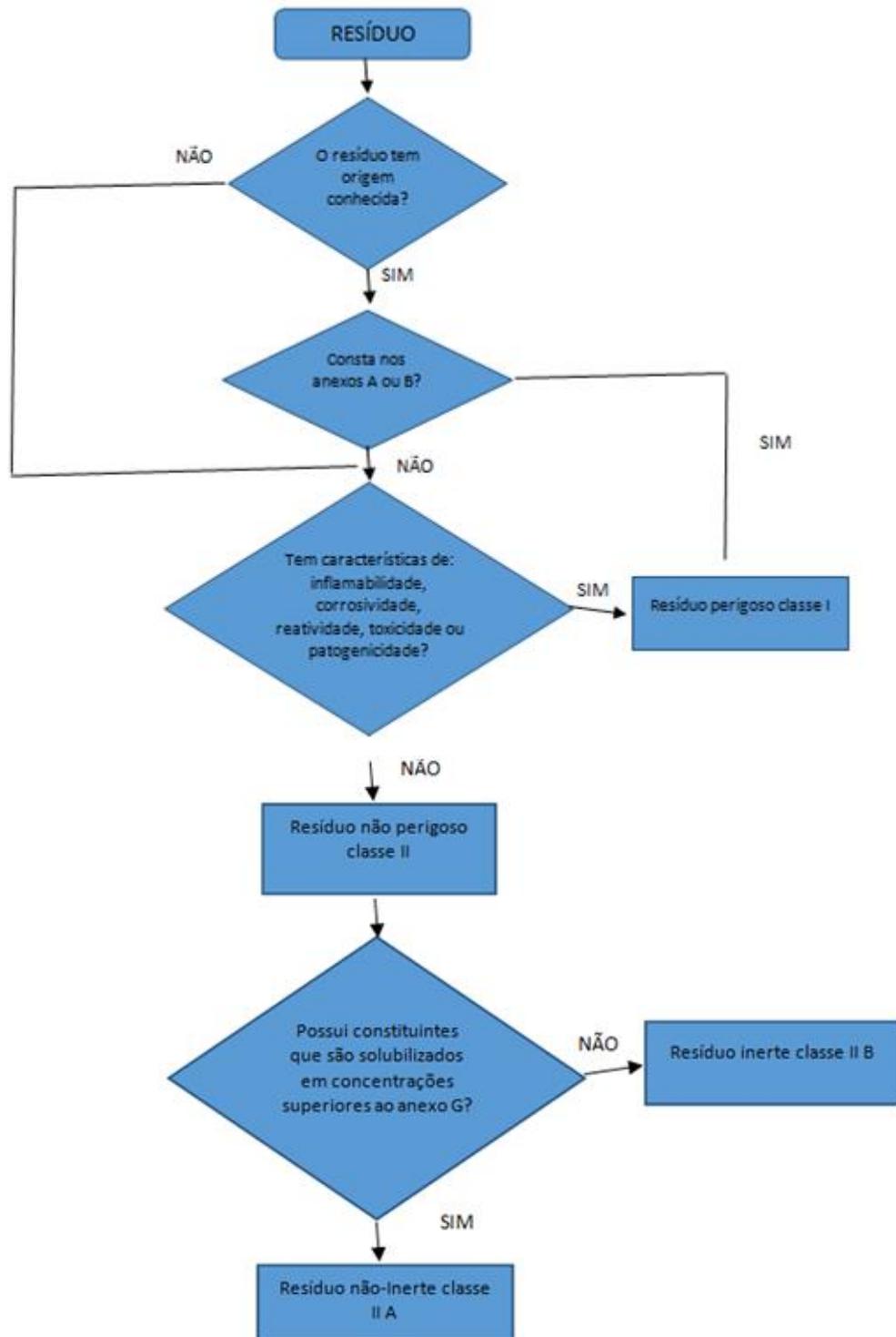


Figura 1: Caracterização e classificação de resíduos resíduos. Fonte: Adaptado de ABNT NBR 10004, p.iv.

Porém existem outras formas de classificar o resíduo conforme sua origem, ou seja, sua fonte geradora, que são elas:

- Resíduos urbanos: Compreendem os materiais gerados nos domicílios e resíduos de limpeza urbana;

- Resíduos Industriais: resíduos resultantes dos processos produtivos das indústrias;
- Resíduos agrícolas: resíduos gerados na agricultura e na pecuária;
- Resíduos de Serviços de saúde: Gerados em hospitais, clínicas, laboratórios, consultórios em geral, etc.
- Resíduos da Construção civil: Resíduos gerados nas obras de construção e demolição de estruturas físicas;
- Resíduos radioativos: materiais sólidos, líquidos ou gasosos contaminados por radionuclídeos.

Conforme a resolução CONAMA 307, Art 2º (2002), tem-se como definição de resíduos da construção civil:

são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), gerou um Panorama de resíduos sólidos no Brasil referente a 2017/2018 ao qual consegue-se ter uma ideia da quantidade de resíduo coletado do setor de Construção civil. Segundo a mesma, destaca-se que tais dados referem-se à quantidade coletada pelos municípios. Como nessa área o responsável por recolher os resíduos é o gestor da obra, os números aqui apresentados refletem, em sua maioria, apenas aquilo que foi abandonado em vias e logradouros públicos.

Os resíduos de construção e demolição (RCD) representam grande parte dos resíduos sólidos produzidos no meio urbano, fazendo com que seja necessário a implantação de métodos que possam ajudar a minimizar os impactos urbano-ambientais.

De acordo com Fraga (2006), o crescente processo de urbanização do Brasil nos últimos anos, aliado a um crescimento econômico relativamente estável, evidenciam o grande volume de RCC produzido nas cidades, consoante com o observado em regiões densamente povoadas de outras nações. Mostram também que as municipalidades não estão estruturadas para o correto gerenciamento de um volume tão significativo de resíduos, nem para os inúmeros impactos por ele criados.

Quantidade total de RCD coletados pelas cidades no Brasil			
2017		2018	
Per Capita (kg/habitante/dia)	Total (toneladas/dia)	Per Capita (kg/habitante/dia)	Total (toneladas/dia)
0,594	123.421	0,585	122,012

Quadro 1: Quantidade total de RCD coletados pelas cidades no Brasil. Fonte: Abrelpe/IBGE

Os dados revelam que, em 2018, foram geradas no Brasil 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos, um aumento de pouco menos de 1% em relação ao ano anterior. Desse montante, 92% (72,7 milhões) foi coletado, sendo que 122.012 referem-se a resíduos da construção civil. Por outro, evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas junto aos locais de geração.

Os resíduos da construção civil são classificados, para os efeitos da Norma 15113 e em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307.

Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.

Quanto a destinação, esses resíduos podem ser reciclados e reutilizados na execução da própria obra, como também podem ser destinados a área de tratamento ou aterro com propósito de serem conservados para futuras utilizações.

Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros. Devem ser separados e destinados a suas utilizações específicas, de modo que possam ser reciclados e reutilizados.

Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso. Para o transporte, armazenagem ou destino

final desses resíduos devem ser seguidas as legislações e normas ambientais vigentes.

Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Esses materiais são prejudiciais a saúde e ao meio ambiente, portanto, as leis e normas devem estabelecer a forma correta para ser descarte, transporte ou armazenamento.

Para John (2000, p. 5):

Na origem da sociedade industrial, o desenvolvimento econômico tem significado a transformação da natureza de maneira a melhorar a qualidade de vida da parcela da população beneficiada. Dentro desta sociedade a função da construção civil é a transformação do ambiente natural no ambiente construído, adequado ao desenvolvimento das mais diversas atividades.

O setor da construção civil é bastante representativo no país, sendo responsável por obras e serviços de diferentes tipos, como de edificações industriais, comerciais e residenciais e não residenciais, obras de infraestrutura, dentre outros. Vale citar que o Brasil desenvolve, há alguns anos, programas de moradias, que visam suprir a demanda habitacional, sendo este fator mais um intensificador da geração de resíduos. O gráfico da Figura abaixo enfatiza a importância do setor da construção civil na economia do país, afetando diretamente o Produto Interno Bruto (PIB). (FERREIRA & MOREIRA, 2013)

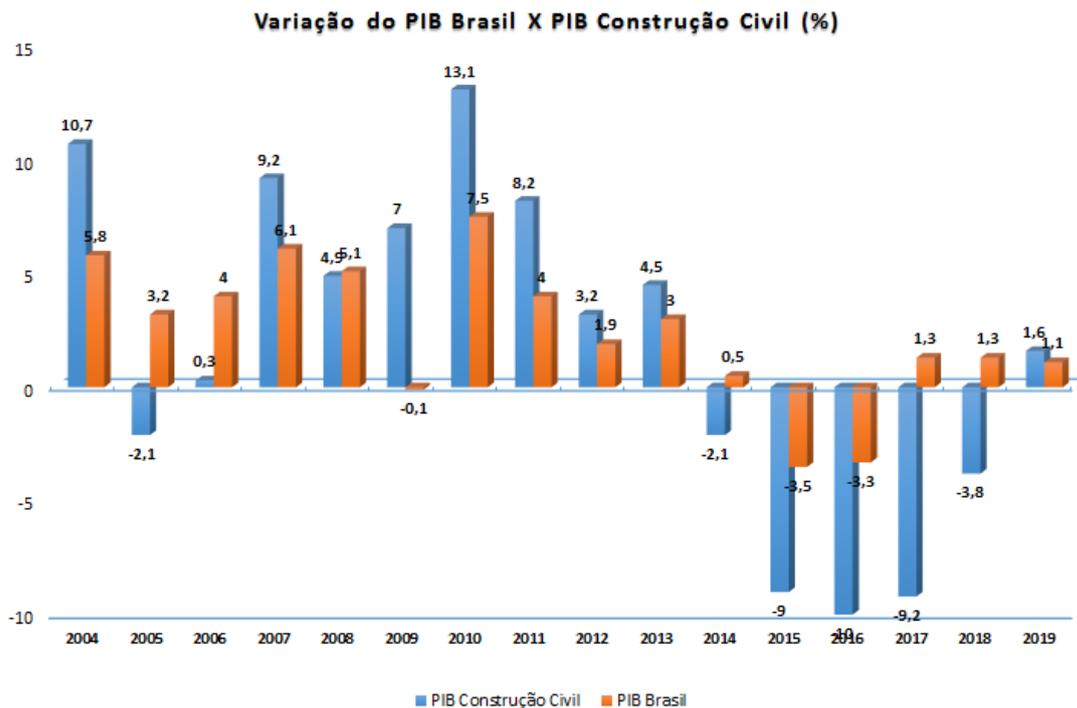


Figura 2: Crescimento da Indústria de construção, em % a.a. Fonte: Adaptado de Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2013.

Segundo Guedes e Fernandes (2013), com a problemática gerada pelo aumento dos resíduos sólidos em âmbito nacional, os governos, cada vez mais, preocupam-se com a preparação das empresas e das populações para atuarem face dessa realidade, e, como ação corretiva e preventiva, algumas normativas foram elaboradas.

Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002 – Gestão de resíduos da construção civil, estabelecendo critérios e diretrizes a serem seguidos. Os resíduos de construção civil são definidos como os procedentes das obras de reformas, construções e demolições, também inserindo como resíduos os resultantes de preparo de pavimentação asfáltica, concreto, tubulação, como também a escavação de solos e terrenos.

- NBR 10004/2004 – Resíduos sólidos - Classificação
- NBR 15112/2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação. Regulamenta formas de gerenciamento e recebimento dos RCDs e Resíduos Volumosos (RVs) nas Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs), tendo em vista que

cada município deve promover um local adequado seguindo a norma. Porém essa norma pode não se fazer presente em municípios de pequeno porte em razão a sua extensão, número de habitantes e Pib.

- NBR 15113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.

- NBR 15114/2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. É aplicada somente à RCDs que podem ser transformados em agregados para serem utilizados em obras de edificação e infraestrutura desde que já tenham passado pela triagem.

- NBR 15115/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Tem como objetivo estabelecer procedimentos para utilização de agregados reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC) em obras de pavimentação para reforçar as camadas de subleito, sub-base e base do pavimento.

- NBR 15116/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Tem como objetivo estabelecer requisitos para utilização de agregados reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCC) em obras de pavimentação para reforçar as camadas de subleito, sub-base e base do pavimento.

Em concordância com Soares e Caitano (2018), a sustentabilidade ocupa lugar de destaque nos fóruns e pautas mundiais de líderes políticos, influenciadores e tomadores de decisões. Sempre na busca por pesquisa, desenvolvimento e adequações entre as necessidades humanas e restrições naturais, assumindo um compromisso com o futuro. De mesmo modo é na indústria da construção civil. Diversas pesquisas são produzidas para auxiliar tanto no campo gerencial quanto no campo operacional no que se refere à inovadoras técnicas construtivas que busquem minimizar os impactos gerados pelas atividades e otimizar o uso dos recursos e matérias primas não renováveis utilizadas.

Conforme pesquisa feita por Morand (2016), a reutilização de materiais, elementos e componentes se torna possível a partir da escolha dos sistemas e tecnologias de construção durante a fase de projeto. Os resíduos produzidos numa obra podem ser reutilizados desde que sejam utilizados procedimentos adequados. Na busca de mais racionalização, procura-se especificar materiais e equipamentos com maior durabilidade e maior número possível de utilizações.

A reciclagem é, depois da redução, a melhor alternativa para minimizar o impacto que o ambiente pode sofrer com o consumo de matéria prima e a geração desordenada de resíduos. Nos últimos anos a reciclagem de resíduos tem sido incentivada em todo o mundo, seja por questões políticas, econômicas ou ecológicas. A reciclagem de resíduos de construção diminui também os problemas com o gerenciamento dos resíduos sólidos dos municípios, pois proporciona um crescimento da vida útil dos aterros, a diminuição dos pontos de descarte clandestinos e a redução dos custos de gerenciamento de resíduos. Somado a isso, haverá um melhor bem estar social e ambiental (LEITE, 2001, p. 3).

A construção civil é uma das áreas que mais produzem resíduos sólidos nas cidades, e devido a isso há uma necessidade de procurar formas eficazes para minimizar os danos que esses resíduos possam causar. A reciclagem é uma delas, e é uma prática ainda não tão consensual entre as empresas, porém é capaz de gerar benefícios no âmbito social, econômico e principalmente ambiental.

3. METODOLOGIA

A metodologia científica trata de método e ciência. É o estudo sistemático e lógico dos métodos empregados nas ciências, seus fundamentos, sua validade e sua relação com as teorias científicas. Em geral, o método científico compreende basicamente um conjunto de dados iniciais e um sistema de operações ordenadas adequado para a formulação de conclusões, de acordo com certos objetivos predeterminados. (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

O presente estudo foi desenvolvido no Município de Três Rios, que possui população de 77.432 habitantes, com população estimada para o ano de 2019 de 81.804 habitantes (IBGE, 2010). No município é perceptível o alto índice de edificações em fase de construção, o que acaba por elevar a densidade demográfica do município e a procura por moradias e áreas comerciais. Além disso é uma área estratégica, pois a cidade é cortada por duas grandes rodovias federais (BR-040 e BR-393).

O estudo foi dividido em três etapas. A primeira etapa foi baseada na realização de uma ampla revisão bibliográfica através de pesquisa em algumas publicações de artigos, teses, dissertações, TCC, manuais, cartilhas, NBR's e na legislação vigente, utilizando-se do portal: Google Acadêmico, Web of Science e Scielo.

A segunda etapa, sendo bastante necessária, foi a coleta de dados referente aos agentes geradores e coletores de resíduos, assim como fazer avaliações quantitativas

destes e as áreas de disposição final em empresas que realizam atividades de construção civil, tudo isso com o objetivo de embasar melhor o estudo e também as considerações finais.

A coleta de dados, segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 165), é a etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos

“São vários os procedimentos para a realização da coleta de dados, que variam de acordo com as circunstâncias ou com o tipo de investigação”. (LAKATOS e MARCONI, 2003, p. 166)

A última etapa contempla compilar os dados levantados em campo, analisar e formular conclusões. Seguindo as três etapas, a pesquisa definida é do tipo exploratória, utilizando a pesquisa de campo e a pesquisa bibliográfica.

O Método de coleta se baseou em um questionário que foi inserido no *Google Drive* e o *link* compartilhado com empresas e autônomos que prestam serviços de construção civil na região, durante o período de 01 de outubro a 27 de outubro de 2020. Foram compartilhados para cerca de 25 empresas e 12 destas responderam. O objetivo do questionário foi de avaliar o nível de gestão de resíduos em que essas empresas se encontram e também qual o nível de conhecimento das mesmas, acerca dos resíduos gerados também por elas. Os principais pontos abordados pelo questionário foram: destinação dos resíduos da construção civil e também perguntas voltadas a gestão dos mesmos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

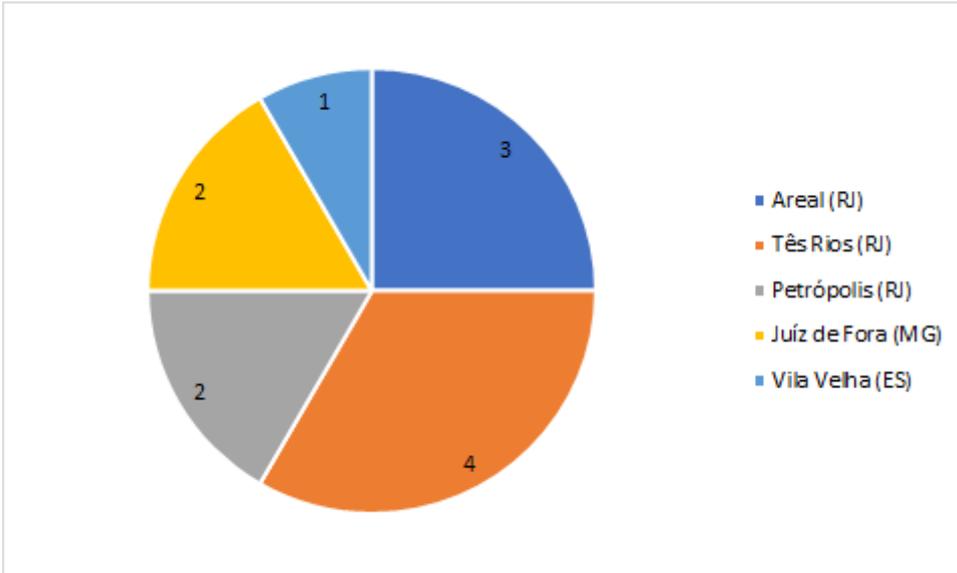


Figura 3: Cidades às quais empresas e autônomos informaram sua localidade.

Fonte: Autoria própria.

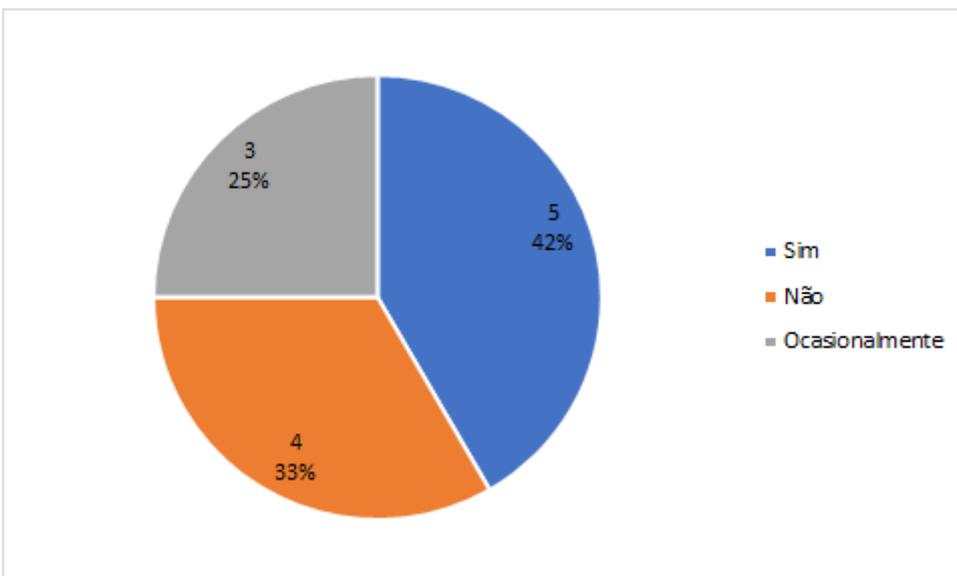


Figura 4: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: "A empresa ou autônomo realiza algum tipo de separação dos resíduos de construção civil gerados?"

Fonte: Autoria própria.

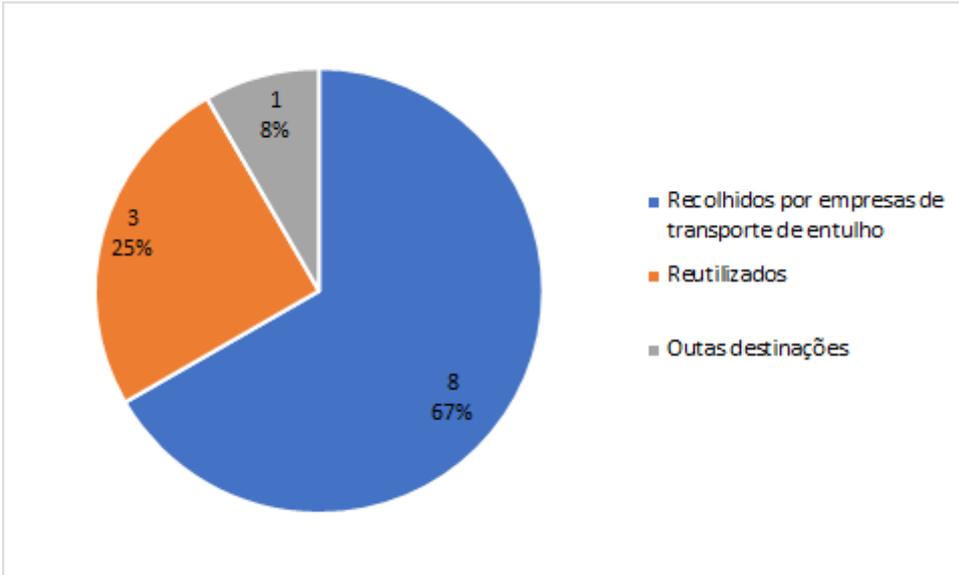


Figura 5: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “O que é feito com os resíduos produzidos no canteiro de obras?”.

Fonte: Autoria própria.

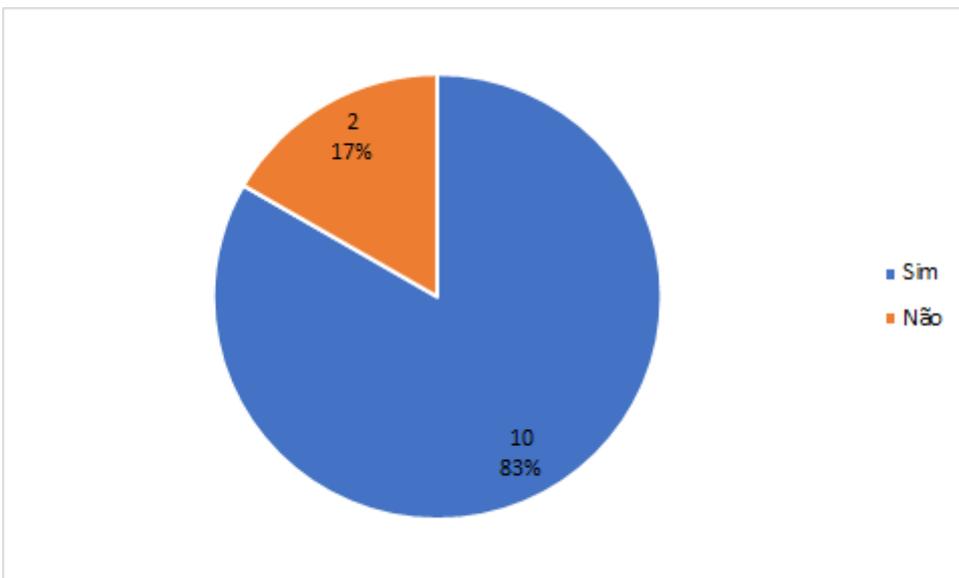


Figura 6: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “Seus funcionários foram treinados quanto ao correto descarte e/ou separação dos resíduos provenientes das obras?”.

Fonte: Autoria própria.

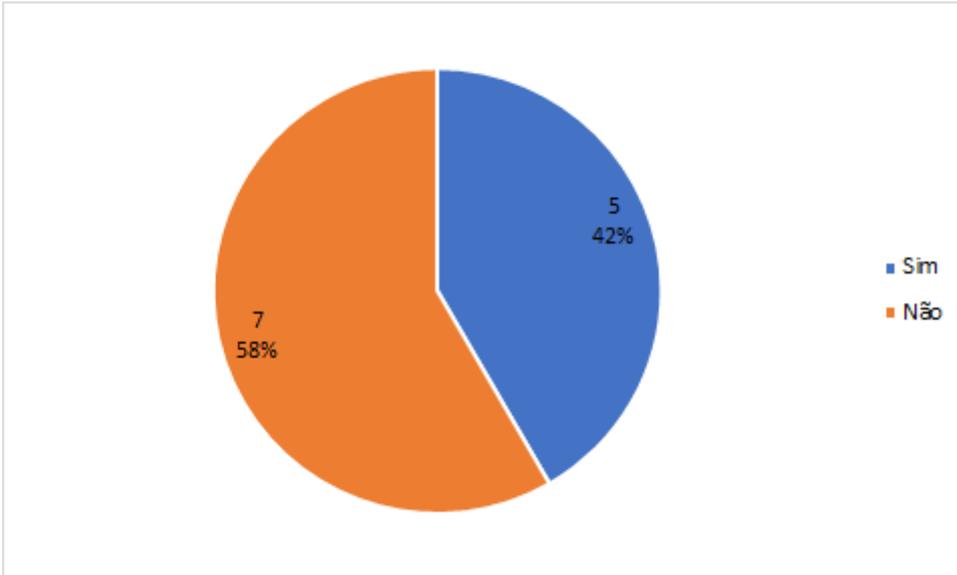


Figura 7: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo já recebeu algum tipo de informação através de órgãos públicos sobre as obrigações quanto ao correto descarte e destinação dos resíduos de construção civil?”.

Fonte: Autoria própria.

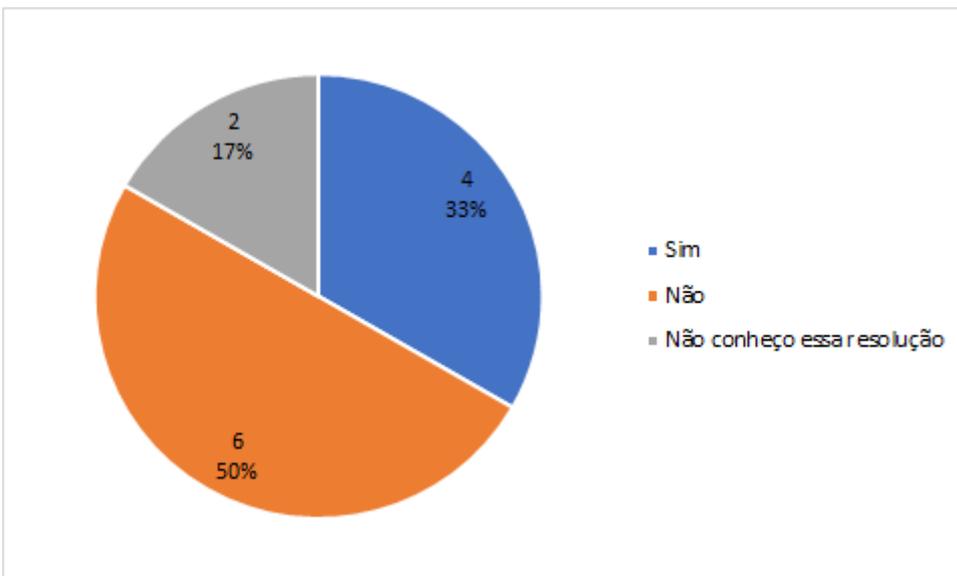


Figura 8: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo possui alguma gestão de resíduos de construção civil no que diz respeito a resolução CONAMA 307/2002?”.

Fonte: Autoria própria.

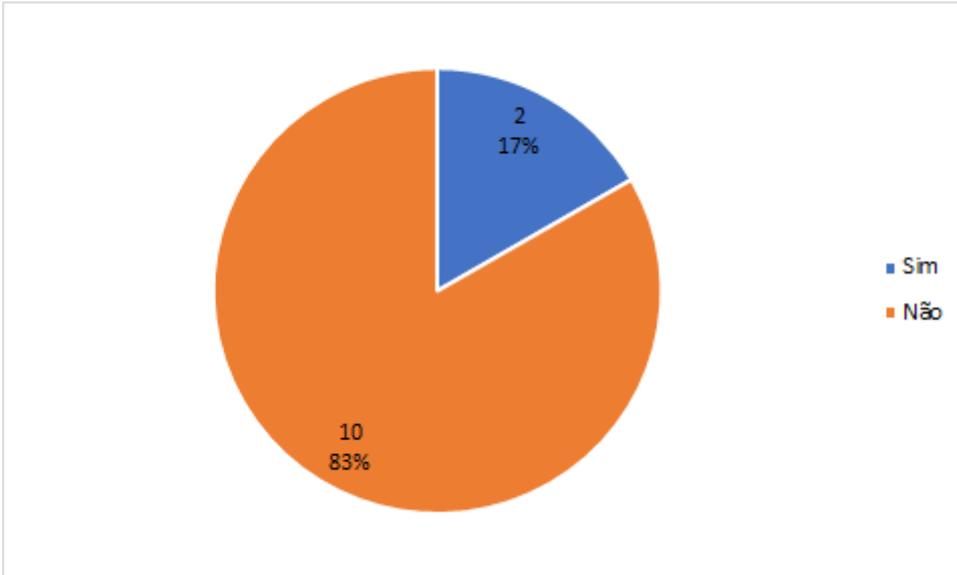


Figura 9: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo utiliza de alguma tecnologia para tratar os resíduos provenientes das obras?”.

Fonte: Autoria própria.

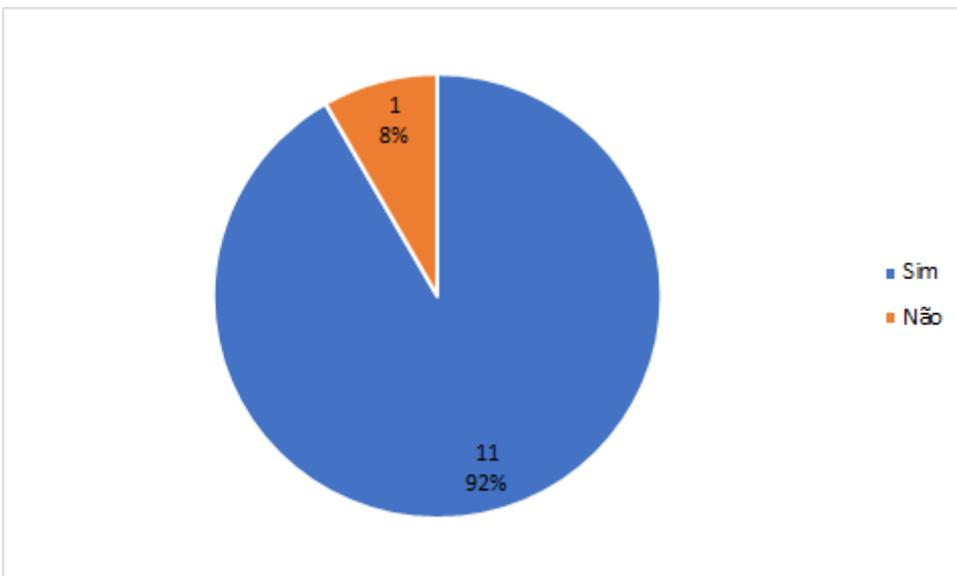


Figura 10: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo conhece as leis de preservação ambiental?”.

Fonte: Autoria própria.

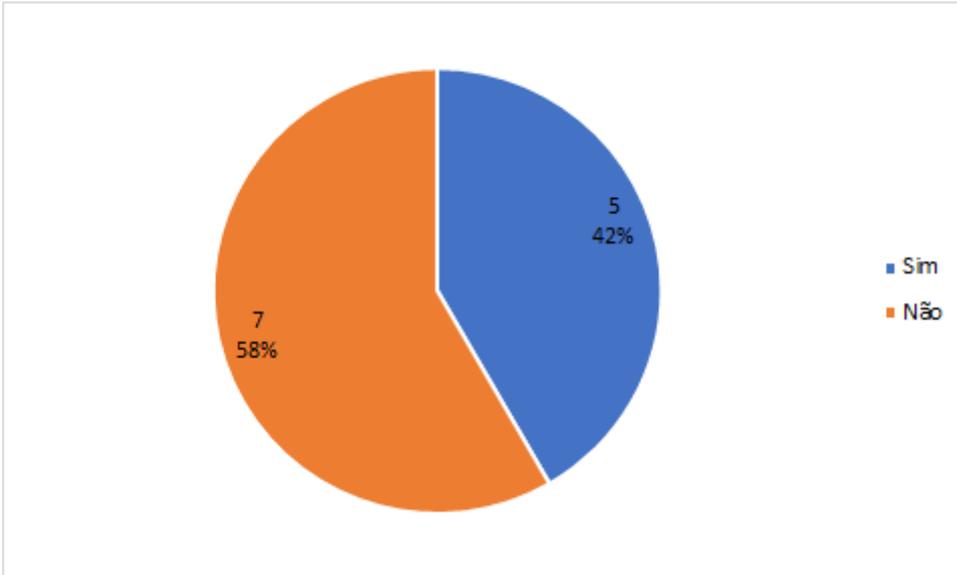


Figura 11: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa/autônomo possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos?”.

Fonte: Autoria própria.

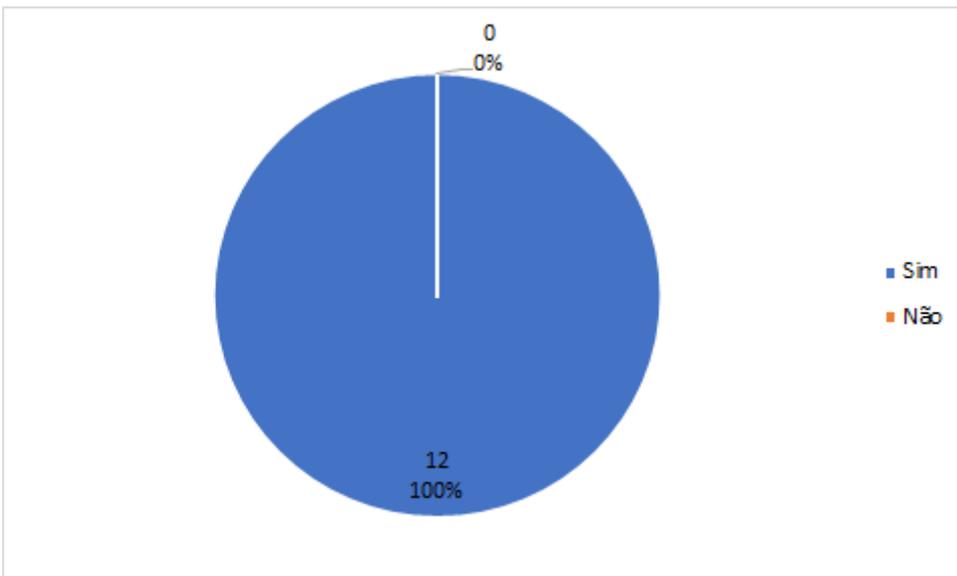


Figura 12: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo é a favor em aderir ações que diminuam os impactos causados ao meio ambiente?”.

Fonte: Autoria própria.

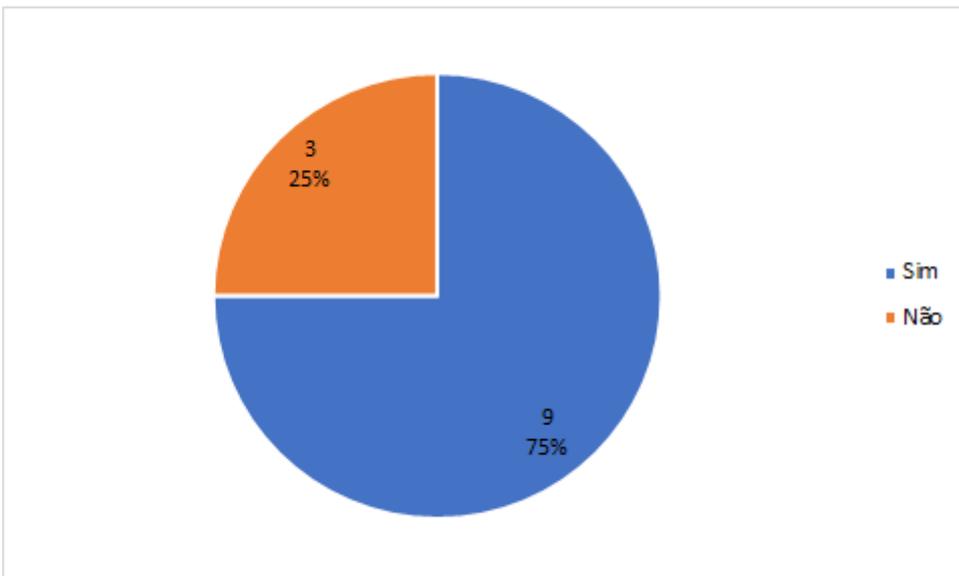


Figura 13: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo utiliza algum tipo de material sustentável nas construções?”.

Fonte: Autoria própria.

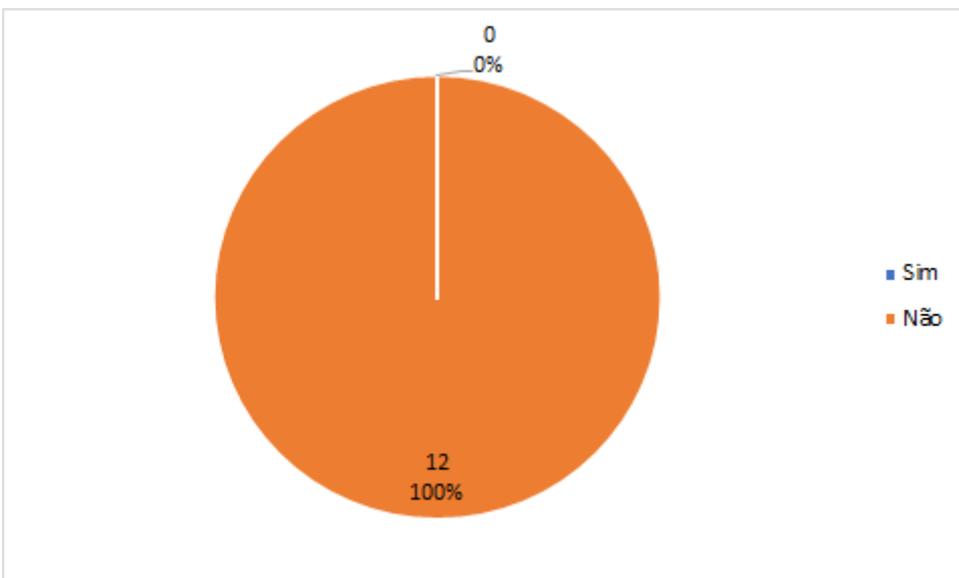


Figura 14: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo já foi multada(o) e/ou notificada(o) por algum órgão fiscalizador?”.

Fonte: Autoria própria.

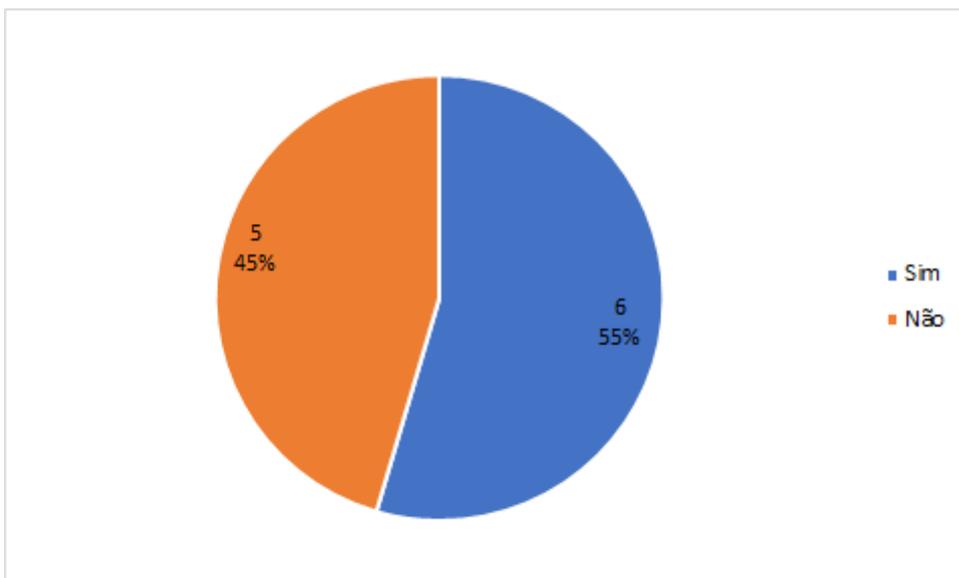


Figura 15: Respostas das empresas e autônomos a pergunta: “A empresa ou autônomo procura informações ou proporciona treinamentos sobre a reciclagem dos materiais?”

Fonte: Autoria própria.

Com relação aos resultados do questionário, foi possível analisar que a maioria das empresas separam de forma adequada os resíduos de construção civil, mas parte destas não seguem por esse caminho, ou seja, não aderem a separação dos mesmos e sendo a minoria as que optam pela separação dos RCC's de modo esporádico. Essa questão da separação é algo suma importância, pois uma vez que é possível verificar o que pode ser reaproveitado e o que deverá ser descartado, os materiais a serem reaproveitados podem ser implantados na execução da própria obra, o que gera um resultado satisfatório em relação ao orçamento e principalmente a sustentabilidade.

Um outro ponto que chamou atenção foi o fato de o questionário ser respondido por empresas e autônomos de diversos estados como, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, sendo que em todas elas não houve nenhuma fiscalização por parte dos órgãos competentes. Entretanto, 92% das empresas estão cientes das leis de preservação ambiental, portanto, caso a fiscalização exerça sua função de forma eficaz, as empresas e autônomos agiriam de forma correta, pois estariam cientes de suas obrigações para com o meio ambiente.

Segundo Martins (2010), desde quando a construção civil evoluiu juntamente com o nível estrutural das obras, passou-se a ter uma apropriada dúvida quanto a

segurança e qualidade das mesmas. Nas décadas anteriores não se tinham Órgãos que fossem responsáveis pela fiscalização, assim fez-se necessário que estes existissem para que as obras atingissem um grau de qualidade e segurança elevado.

Com isso também foi possível verificar que há oportunidades hoje no mercado para empresas que se interessam por realizar gestão dos resíduos provenientes das obras, visto que na pesquisa em questão foi possível entender que mais de 50% delas não possuem planos de gerenciamento de resíduos, o que pode ser uma ótima oportunidade para empreendedores que realizam esse tipo de trabalho, uma vez que a questão dos resíduos hoje em dia é algo que tende a ser mais cobrado por conta degradação ambiental.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tratar os resíduos de construção civil é algo de grande relevância, não só ambiental como também no meio urbano. Reciclar, reutilizar, reduzir, significa que o empreiteiro está atuando de maneira correta e sustentável, se adequando às Normas vigentes, tornando seu empreendimento benquisto. Para que isso seja possível o gerenciamento correto dos materiais no canteiro de obras é imprescindível, pois, ajuda a conter maiores gastos e desperdícios de materiais beneficiando todo o projeto com soluções adequadas e sustentáveis.

Os resíduos sólidos que a obra gera, podem ser reciclados e utilizados no próprio canteiro de obra. Com a implantação de equipamentos para reciclagem não apenas reduz os custos, mas ajuda a preservar os recursos naturais e minimizar os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil. Ressaltando que os agregados naturais são recursos finitos e esgotáveis, portanto visualizando um futuro que a substituição pela reciclagem deixará de ser algo opcional e passará a ser obrigatório (SILVA; SANTOS; ARAÚJO, 2017).

O estudo realizado, sob o objetivo principal de analisar a postura adotada pelas empresas de construção civil frente aos resíduos gerados e seus impactos ao ambiente, foi de grande eficácia, pois saber qual a situação das empresas do setor em relação ao meio ambiente facilitará que o município, Órgãos Ambientais, Sindicatos e Empresas do setor tomem providências para a implantação da Gestão Ambiental na indústria da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 10004:2004 - Segunda edição 31.05.2004. RESÍDUOS SÓLIDOS - CLASSIFICAÇÃO. Disponível em: <[ABNT NBR 10004](#)> Acesso em: 28 abr. 2020.

ALVES, Jefferson; DREUX, Virginia Paiva . **Resíduos da construção civil em obras novas**. Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas, v. 1, n. 1, p. 53-65, 12 fev. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.17564/2359-4942.2015v1n1p53-65>> Acesso em: 03 nov.2020.

AZEVEDO, Gardênia Oliveira David de; KIPERSTOK, Asher; MORAES, Luiz Roberto Santos. **Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro , v. 11, n. 1, p. 65-72, mar. 2006 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000100009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 06 jul. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2002. Resolução Conama nº 307. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>> Acesso em: 15 maio 2020.

FERREIRA, Aline Ribeiro Lessa; MOREIRA, Hélinah Cardoso. **Análise crítica da gestão de resíduos de construção civil: estudo de caso do município do rio de janeiro**. 2013. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

FRAGA, Marcel Faria. **Panorama da Geração de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte: Medidas de minimização com base em Projeto e Planejamento de Obras**. 2006. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FRIGO JP, Silveira DS. **Educação ambiental e construção civil: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR**. Monografias Ambientais. 2012; 9(9): 1938-1952.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1º Edição: 2009.

GUEDES, G. G.; FERNANDES, M. **Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil no Distrito Federal**. Revista Universitas Gestão e TI, v. 3, n. 1, p. 39-50, jan. / jun.2013.Disponível em: <<https://www.arqcom.uniceub.br/gti/article/viewFile/2176/2034>>Acesso em: 15 jun. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <[IBGE | Cidades@ | Rio de Janeiro | Três Rios | Panorama](#)> Acesso em: 09 jun. 2020.

JOHN, Vanderley. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. Disponível em: https://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf> Acesso em: 14 abr. 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**, São Paulo, Atlas, 2003.

LEITE, Mônica. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MARTINS, RUI FILIPE DOS SANTOS. **Fiscalização de Obras: Caderno de Encargos para Postos de Abastecimento de Combustíveis**. 2010. 128f. Dissertação (Mestrado Integrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2010. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57719/1/000141375.pdf>> Acesso em: 28 out. 2020.

MORAND, FERNANDA GUERRA. **Estudo das principais aplicações de resíduos de obra como materiais de construção**. Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Engenharia Civil, 2016. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017420.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2020.

SILVA, Welighda Christia; SANTOS, Gilmar Oliveira; ARAÚJO, Weliton Eduardo Lima de. **RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: CARACTERIZAÇÃO, ALTERNATIVAS DE REUSO E RETORNO ECONÔMICO**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, ano 2017, v. 6, n. 2, p. 286-301, jul. 2017. DOI 10.19177/rgsa.v6e22017286-301. Disponível em:

<http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3790/3172>. Acesso em: 30 out. 2020.

SOARES, Gabriel Henrique Nascimento; CAITANO, Yuri De Alcantara. **Análise de gerenciamento de resíduos gerados pela construção civil no município de Anápolis Goiás em obra multifamiliar e unifamiliar**.

(Bacharel, Engenharia Civil, 2018). Disponível em:<[UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG](#)> Acesso em: 23 jun. 2020.

PREVENÇÃO DE ACIDENTES NOS TRABALHOS EM ALTURAS

ACADÊMICOS: Leonardo Colimódio Alvim; Paulo Roberto da Silva.

ORIENTADOR: Prof. *Esp.* Leonardo Martins Sleutjes.

LINHA DE PESQUISA: Qualidade de vida e segurança no trabalho.

RESUMO

Um dos maiores geradores de óbitos em empresas está diretamente relacionado com acidentes que coincidem com queda de materiais e/ou de pessoas. O risco de acidente envolvendo trabalho em altura está presente em diversos tipos de atividades e em ramos distintos de trabalho econômicos. O objetivo deste trabalho tem como âmbito geral avaliar as medidas preventivas de segurança do trabalho em relação às atividades executadas em altura em atividades de manutenção e reforma predial em uma empresa de metalurgia ao qual existem diversos tipos de trabalho em altura. Identificar e evidenciar as principais deficiências dos dispositivos de proteção analisados seja elas, Equipamentos de proteção individual (EPI) ou coletiva (EPC). Foram registradas as atividades de trabalho em altura, juntamente com uma aplicação de um checklist onde aborda disposições da NR35, foram confrontadas e verificadas quanto às conformidades e não conformidades. Os principais resultados apresentados são que, enquanto aos dispositivos de proteção individual a empresa atende as especificações de aplicação, já em relação aos dispositivos de proteção coletiva e estrutural ainda são sistemas limitados ou ineficazes para as atividades em altura e quanto aos procedimentos de trabalho e treinamento ainda existe um déficit de aplicação por conta da falha de acompanhamento técnico e implementação por conta dos trabalhadores, uma vez que foram treinados. Contudo, será viável perceber a aplicabilidade das normas se as mesmas estão sendo cumpridas, fazendo uma análise de conformidades e não conformidades em relação às legislações que tratam de segurança do trabalho.

PALAVRAS-CHAVES: Trabalho em Altura; Queda em Altura; Conforme; Não Conforme.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Anuário Estatístico da Previdência Social (2017), no Brasil foram registrados cerca de 550 mil acidentes de trabalho, deste um total de 30.115 ocorreram na construção civil, representando 5,5% dos acidentes de trabalho, ainda sim com uma representação de queda de 6,2% em relação ao AEAT (2016), ainda sim são números bem expressivos. (PREVIDENCIA SOCIAL, 2020).

Entretanto, dispor de elementos que garantam a qualidade da construção não é suficiente para garantir a qualidade na execução da obra. Isto somente é possível caso se considere também a qualidade no recebimento de materiais e equipamentos e a qualidade na execução dos serviços de cada etapa da obra. (SOUZA, 1995).

A Norma Regulamentadora 35 (NR 35) define que: Trabalho em altura é toda atividade realizada acima de 2,00m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda. Os trabalhos em altura envolvem riscos de quedas de escada, telhados, poços e queda de material. As fatalidades geradas por quedas de diferença de nível são problemas grave, que influenciam não somente na economia privada, mas também na publica e nas questões sociais do individuo acidentado.

Segundo Corrêa e Ayres (2001), as quedas com diferença de nível apresentam podem ser causadas por diversas eventualidades aos quais geralmente os trabalhadores estão expostos a condições inseguras em seus postos de trabalho, como; Exercendo funções próximas a rede elétrica e tendo o contato, mal subido ou desequilíbrio em beirais acima de em altura onde não existe proteção, obstáculos na frente de trabalho, fazendo com que o trabalhador desloque se em locais com risco de queda, ineficácia ou falha nos dispositivos de proteção coletivos; execução de trabalho com métodos que não estejam conforme as normativas vigentes.

Tempos atrás no Brasil, em meados de 2012 os trabalhos em alturas eram regulamentados por normas distintas, sempre apontando e visando somente a utilização dos equipamentos de proteções individuais e nos coletivos, e não se pensava em gestão de segurança e ou procedimento de trabalho (REVISTA PROTEÇÃO, Ed. 247 de Julho de 2012).

Com a publicação da NR 35, os trabalhos em altura passaram a possuir requisitos de prevenção de acidentes como o planejamento, a organização e a execução por meio da análise de risco, o estabelecimento de procedimentos seguros, a qualificação do trabalhador (REVISTA PROTEÇÃO, Ed. 247 de Julho de 2012).

O objetivo deste trabalho tem como âmbito geral avaliar as medidas preventivas de segurança do trabalho em relação às atividades executadas em altura ou onde haja risco de quedas com diferença de nível nas atividades de manutenção e reforma de uma empresa de metalurgia. Identificar e evidenciar as principais deficiências dos dispositivos de proteção analisados seja elas, Equipamentos de proteção individual (EPI) ou Equipamentos de proteção coletiva (EPC).

Reconhecer e identificar os riscos no ambiente de trabalho; Avaliar os níveis de segurança que evitem acidentes, se os mesmos são eficazes ou não; Compreender quais as necessidades de melhorias ou adequações de condições de trabalho; Concluir este trabalho com um conceito formado da importância do planejamento e a gestão tratando se de trabalho em altura.

Mediante a experiência na área e nas atividades praticas em trabalho em altura, foi observado, o quão é de risco eminente de morte devido a procedimentos de trabalho em altura errados ou mal estruturados. É notável que em sua maior parte, as situações geradoras de tais acidentes são de irrelevância das empresas se tratando de condições seguras de trabalho. O tema ainda se é ainda pouco discutido entre práticas empresarias e no meio acadêmico, não se encontra estudos aprofundados que apontem soluções para eliminar os riscos em sua totalidade, os focos sempre estão em torno da redução dos riscos e não sua eliminação.

A pesquisa aponta falhas na falta de investimento ou na eficácia de aplicação práticas dos procedimentos, não são situações ou apontamentos cegos, mas demonstra com facilidade em que uma das maiores causas de queda em altura, são causadas por negligencia, sejam por partes da contratante ou da contratada a executarem tais atividades.

Este trabalho de pesquisa exploratória aponta algumas situações as quais normalmente não são discutidas nos meios acadêmicos ou pelos profissionais da área, este trabalho poderá auxiliar nos posteriores trabalhos, artigos ou pesquisas científicas ou profissionais da área, a identificarem com mais precisão e clareza situações que podem vir a gerar ocorrências sejam elas incidentes ou acidentes do trabalho, com isso podendo implementar ou discutirem ideias para possíveis soluções de ações preventivas.

Teoricamente conseguimos apontar a relevância da pesquisa exploratória uma vez que se colhem dados pré-disponíveis e se consegue montar e nortear os

processos de trabalho, com planos de ações, checklist dentre outras ações para eliminar riscos de acidentes.

Uma vez estruturado teoricamente os procedimentos de trabalho, na prática podemos aplicar verdadeiramente o processo e visualizar com facilidade e mostrar os resultados se forem eficazes ou não para melhoria contínua do processo. Isso devido ter sido verificado, analisado e planejado toda uma estrutura para construção dos procedimentos de trabalho.

A fase de desenvolvimento da pesquisa exploratória será apresentada o corpo teórico do tema ao final da apresentação teórica, onde haverá o copilado de uma base de informações, onde poderão ser elaborados os procedimentos a serem executados na prática.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com SEGURANÇA DO TRABALHO NWN (2020), A segurança do trabalho se faz como propósito, antecipar, reconhecer e avaliar as probabilidades de ocorrências de acidentes nos ambientes de trabalho, conseqüentemente abrandar ou erradicar as chances de possíveis causas ou riscos das mesmas, incluindo também as doenças ocupacionais que possam vir a surgir devido às realizações das tarefas laborais, garantindo a extensão da integridade física e a capacidade laboral do trabalhador. Como encargo, a Segurança do Trabalho, possui função programar e implementar formas para melhorar as condições de trabalho nos ambientes laborais e torna-las mais seguras. Constantemente pensando em formas de adequação e melhorias para maior segurança dos colaboradores das empresas.

No entanto, Saliba (2011) afirma que a segurança do trabalho é o estudo que busca prevenir acidentes de trabalho decorrentes dos fatores de risco existentes nos locais de trabalho. Locais esses que encontra-se diversas situações que provocam acidentes de trabalho. Desta forma a segurança do trabalho tende a avaliar e examinar os riscos de forma que consiga eliminar os mesmos ou diminuir-lós, preservando a integridade do colaborador no decorrer das suas atividades nos setores de frente de trabalho. Qualquer instituição legal é obrigada a tomar medidas preventivas e a gerenciar doenças profissionais e os acidentes de trabalho. Portanto, a tarefa da empresa é buscar orientação técnica para cumprir os requisitos de segurança nas frentes trabalhistas. Portanto, a segurança ocupacional regula a prática dos direitos e

obrigações dos empregadores e empregados por meio de legislação e normativas. Nessas leis e normas, os trabalhadores recebem apoio jurídico, que se tornarão tarefas nesses departamentos para ajuda lós a prevenir acidentes e/ou ferramentas para doenças ocupacionais. Garantindo um ambiente mais saudável e reduzido de ocorrências de acidente.

Para ARAUJO (2016), Segurança e Saúde ocupacional andam juntas e se tratada de formas separa ou com a inexistência ou ineficácia de uma delas os índices estatísticos continuaram a aparecer não havendo redução de acidentes do trabalho ou desencadeamento de doenças profissionais. Dado tal importância, para essas duas matérias, o autor afirma que, amplia a melhora de qualidade de vida do proletariado, assim como aumenta sua produtividade na empresa, evitando assim custos e desperdícios.

Segundo a FUNDACENTRO (1ª Edição, 2004), Higiene ocupacional foi deliberada para caracterizar as ações e gestão de avaliações ambientais, foi concluída durante uma conferencia internacional em Luxemburgo, que aconteceu em junho de 1986. Participaram desse confronto representante da Comunidade Econômica Européia (CEC), membros da Organização Mundial da Saúde (OMS), Líderes da Comissão Internacional de Saúde Ocupacional (ICOH) e representante da American Conference of Governamental Industrial Hygienists (ACGIH).

Ainda na FUNDACENTRO (1ª Edição, 2004), classifica Higiene Ocupacional como ciência devida, as avaliações e a metodologia de pesquisa e trabalho, são baseadas em coletas de dados físicos, químicos, biológicos, considerando as individualidades dos trabalhadores e os aspectos das diversas atividades e localidade do trabalho, tudo isso através da medicina e a engenharia. Os resultados são baseados em fatos comprovados tecnicamente e cientificamente de forma empírica.

No entanto SALIBA (2011), Higiene ocupacional apresenta o reconhecimento, antecipação, avaliação e gestão de riscos como: químicos, físicos, biológicos e ergonômicos encontrados e avaliados nos postos laboratoriais ou frente de trabalho, que são capazes de prejudicar diretamente a saúde dos colaboradores e as condições ambientais do trabalho. Os riscos físicos são: ruído, calor, radiação ionizante, radiação não ionizante, frio. Já os agentes químicos podem ser: gases, vapores, poeira, fumo. E os agentes biológicos podem ser: bactérias, fungos entre outros.

A Sociedade Britânica de Higiene Ocupacional (2012), afirma que: Higiene Ocupacional é a prevenção de riscos à saúde descendente do ambiente de trabalho, pelo do reconhecimento, avaliação e controle de riscos.

Assim, podemos definir que as citações podem ser distintas, variadas definições de termos em seus conceitos, mas todas as citações acima buscam prevenir, proteger e desenvolver a saúde dos trabalhadores no ambiente de trabalho.

A área da construção civil abrange todas as atividades de produção e construção. Incluindo neste campo, o planejamento e design, implementação e manutenção, restauração de diferentes segmentos, como edifícios, estradas, portos, canais, tuneis, edifícios, instalações de forma geral, fundações e estruturas diversas. Geralmente, não inclui atividades relacionadas a operações, como gestão de sistema de transporte, operação de estações de tratamento e outros (Ministério da Educação, Brasília 2000).

Segundo Sant'Anna (SIENG, 2017), afirma que, na NR18, são regulamentadas as condições de trabalho e meio ambiente de trabalho construção civil. Estabelecendo diretrizes administrativas, planejamento e implementação com o objetivo de executar medidas de controle e gestão de segurança preventiva no processo. Na verdade, é a NR18 que estipula os procedimentos, equipamentos e ações a serem seguidos em todas as atividades realizadas nos canteiros ou frente de trabalho. Esta norma contém 27 capítulos, especificamente sobre como assegurar a segurança dos trabalhadores. O resumo inclui principalmente os seguintes capítulos: Demolição; Escavações; Estrutura de Concreto; Estruturas Metálicas; Andaimos e Plataformas de Trabalho; Máquinas, Equipamentos e Ferramentas Diversas; entre outras.

Ainda em Sant'Anna (SIENG, 2017), diz que o objetivo da NR18 é garantir que a segurança do trabalho esteja acima de tudo. Por isso, os trabalhadores estão totalmente proibidos a entrada ou permanecer nos canteiros de obra sem a garantia das medidas prescritas pela NR18 e adaptadas a fase em que se encontra a obra. Não é exagero dizer que a NR18 é a regulamentação mais importante para as atividades de canteiro de obras. Para a Norma Regulamentadora 18, as atividades da indústria da construção civil e as seguintes atividades e serviços são consideradas na NR4 no quadro I, como: Demolição; Reparo; Pintura; Limpeza; Manutenção de edifícios em geral, de qualquer número de pavimentos ou tipo de construção, inclusive manutenção de obras de urbanização e paisagismo.

Saliba (2011), afirma que uma das atividades mais longevas do mundo é a construção Civil. E ao longo dos tempos surgiram várias mutações no seu logístico produtivo introduzindo novas técnicas e métodos de maquinário e processos, contudo a mão de obra por toda via foi a principal fonte de execução do trabalho. Sempre expostos a riscos no ambiente de trabalho localizados nos canteiros de obra. Com a deficiência de gestão dos riscos no ambiente de trabalho, os seus processos de trabalho, treinamento dos trabalhadores, e os não cumprimentos das normativas de leis vigentes ligadas à segurança do trabalho, nos setores da construção, causou enumeradas ocorrências de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho, possibilitando em inúmeras situações ocorrência de perda de membros ou óbitos.

Ainda em Saliba (2011), diz que: A Construção Civil apresenta um grande número de acidentes do trabalho por se tratar de laboração econômica dinâmica. Os riscos são diversos e conforme o status da obra em que encontra-se as atividades laborais, tais como: escavação, demolição, alvenaria, entre outros.

Segundo a FUNDACENTRO (2000, p.46), fala que os canteiros de obras “não possuem organização e higiene, os trabalhadores exercem suas funções aos meios de entulhos e resíduos dos materiais, assim como muitas das vezes fazem suas refeições, ferramentas são encontradas distintamente em diversos lugares espalhados e sem nenhuma organização dos setores, instalações elétricas provisórias feitas de modo a criarem riscos de acidente, iluminação precária provocando desconforto ergonômico e criando riscos adicionais”.

Conforme a FUNDACENTRO (2011), na construção civil, existem diversas maneiras e situações de executar atividades laborativas de grande risco com probabilidade de ocorrência de acidente. As deficiências e falta de proteções em locais de risco de quedas de diferença de níveis é uma das causas principais do apresentado elevado número de acidentes fatais, fazendo vítimas na casa de centenas de trabalhadores ao longo dos anos como apontam as estatísticas brasileiras.

Segundo o site OnSafety (2020), informa que: Dados extraídos do Observatório digital de Saúde e Segurança do Trabalho (SmartLab), nos anos de 2012 e 2018, foi registrado aproximadamente 4,5 milhões de ocorrência envolvendo trabalhadores no Brasil, desses quase 100 mil foram dentro da Indústria da Construção Civil. Outros dados que alertam, são os números de acidentes com vítimas fatais no mesmo período que somam próxima a 32 mil acidentes no Brasil, desse último 2.666 mortes

foram registradas, projetando uma média de 381 ocorrências com trabalhadores que vieram a óbito.



Gráfico 01: Número de Óbitos na Construção Civil
Fonte: AEAT (INSS, 2020)

Ainda no site OnSafy (2020), descreve essa estatística como muito crítica; pois apresentam uma série de diversidade de ambientes de trabalho de acordo com os tipos de edificações ou canteiros de obras e expõem os trabalhadores a diversos riscos ambientais, agravando assim a situação na indústria da construção. No entanto, desde que o setor preste mais atenção e priorize a saúde e segurança ocupacional no canteiro de obras, pode se realizado a redução à incidência de acidentes de trabalho. No âmbito da construção civil, a prevenção de acidentes de trabalho é uma das primeiras medidas que os profissionais de segurança e saúde ocupacional devem adotar.

O artigo 19 da lei 8.213, de Julho de 1991, define acidente do Trabalho, como:

Art. 19. Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. (Brasil, 1991).

Os acidentes são causados. As causas geradoras desses acidentes têm uma necessidade de serem analisadas, não especificamente, mas sim em um contexto que

considere várias causas, e ainda que não sejam somente atribuídas a falhas humanas ou atos inseguros (COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B.,2009).

Ainda em Costa, M. A. F; Costa, M. F. B. (2009) afirma que, somente os acidentes que causam lesão no trabalhador a serviço da empresa são considerados pela lei para fins de benefício da Previdência Social.

No entanto, para Saliba (2011, p. 28) o mesmo afirma que “do ponto de vista prevencionista, todos os acidentes, independente de causar lesão, devem ser considerados para fins estatísticos e de investigação das causas.”

O acidente pode ser visualizado como sucessivas eventualidades não programadas que podem ser resultantes de um conjunto de causas fatorais de não conformidades no processo de produtivo. “(...) os acidentes ocorridos no trabalho normalmente são resultados da combinação de condições físicas inseguras e ações inseguras” (HINZE, 1997, apud CRUZ, 1998, p.01).

Como exemplo pode ser diversos fatores geradores de acidente, como: treinamento ineficaz ou impróprio, falta de atenção, comportamento fora de padrão (imprudência), instruções indevidas, condições inseguras e outros que em que sua grande parte uma deficiência nos gerenciamentos. “Os acidentes geralmente resultam de interações inadequadas entre o homem, à tarefa e o seu ambiente” (ABRANTES, 2004, p.155).

Segundo Borges e Peixoto (2011) os acidentes se destoam em: Acidente típico, que se define juridicamente como infortúnio do trabalho gerado por causa violenta, portanto, é o acidente comum ou imprevisto. Exemplos: esmagamento de membros, batidas contra, quedas. Acidente de trajeto, é o acidente que durante o percurso iniciado de sua casa em direção ao local de trabalho ou inversamente, não importa o meio de transporte desde que seja em horários e trajetórias compatíveis com os laborais. Acidente causado à doença de trabalho, é a modificação ou alteração hormonal ou orgânica, que se evolui devido às atividades a serem executadas o pelo colaborador ao qual está exposto a determinados agentes ambientais, como: vibração, poeiras, vírus.

Segundo a previdência social (2020), somente no ano de 2018, ocorreram 23.909 acidentes típicos no estado do Rio de Janeiro, ou seja, quando o trabalhador está exercendo uma atividade em função da empresa.

Tabela 01: Ocorrência de Acidentes do Trabalho Estado do Rio de Janeiro

MESES	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO																	
	Com CAT Registrada																	
	Total									Motivo								
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Total	42.192	37.863	37.526	37.606	32.927	32.608	27.557	24.281	23.909	8.620	7.505	7.677	1.429	1.141	1.022	4.586	4.936	4.918
Janeiro	3.542	3.296	3.345	3.131	2.884	2.935	2.385	2.148	2.190	644	618	663	102	118	82	411	412	410
Fevereiro	3.517	2.942	2.690	3.114	2.587	2.318	2.300	1.854	1.732	682	649	524	132	84	62	403	355	372
Março	3.818	3.424	3.248	3.359	2.981	2.817	2.521	2.184	2.063	732	684	673	106	113	81	459	443	431
Abril	3.730	2.917	3.062	3.339	2.510	2.636	2.392	1.794	1.945	807	653	605	140	63	86	391	407	426
Mai	3.586	2.914	3.208	3.196	2.409	2.746	2.323	1.991	1.970	745	353	670	128	65	106	390	505	462
Junho	3.771	3.113	3.107	3.330	2.637	2.676	2.375	1.967	1.950	808	585	635	147	85	91	441	476	431
Julho	3.650	3.330	3.171	3.287	2.928	2.764	2.371	2.077	2.023	803	732	643	113	119	98	363	402	407
Agosto	3.471	3.535	3.459	3.065	3.125	2.994	2.231	2.287	2.190	692	722	713	142	116	91	406	410	465
Setembro	3.380	3.222	3.090	2.990	2.852	2.694	2.241	2.044	1.959	658	677	667	91	131	68	390	370	396
Outubro	3.249	3.341	3.222	2.934	2.940	2.863	2.126	2.141	2.086	708	707	668	100	92	109	315	401	359
Novembro	3.163	2.890	2.962	2.859	2.509	2.566	2.052	1.877	1.868	684	548	617	123	84	81	304	381	396
Dezembro	3.315	2.939	2.962	3.002	2.565	2.599	2.240	1.917	1.933	657	577	599	105	71	67	313	374	363

Fonte: DATAPREV (2020)

Segundo Oliveira e Milaneli (2012), existem ao menos 3 maneiras de gerar riscos para que se ocorra um acidente do trabalho, exemplos como: Risco Genérico; Risco Específica do Trabalho e Risco Genérico agravado. No primeiro é de forma expositiva ao risco. No segundo apresentado, o sujeito homem trabalhador por si é um risco específico. Por fim as circunstâncias do meio ambiente e condições de trabalho se define pelo risco genérico agravado.

No entanto Costa, M. A. F.; Costa, M. F. B.(2009). Define que, os acidentes do trabalho acontecem por inúmeras situações e são dois grandes grupos: atos inseguros e condições inseguras. Atos inseguros, procedimento ou atitudes do colaborador contrárias às normas de segurança que se expõem a riscos a sua integridade física e saúde e dos demais colegas de trabalho. Esses atos são geradores de acidentes no meio do trabalho como um todo. Portanto, o agente causador de acidente como o humano. Exemplos de atos inseguros: não utilização de EPI, improvisação de ferramentas, operar equipamento sem capacitação, negligência as sinalizações do ambiente de trabalho.

Ainda em Costa, M. A. F.; Costa, M. F. B.(2009), afirma que condição insegura é peculiar ao setor ou posto de trabalho, são erros ou ineficácia de funcionamento em equipamentos e instalações físicas no ambiente de trabalho que expõem os colaboradores em risco, e a integridade física ou a saúde do desses. Podemos citar como exemplo: arranjo físico inadequado, piso escorregadio, falta de proteção nas máquinas e equipamentos, cabeamento elétrico irregular, andaimes quebrados. É fundamental que todo acidente seja analisado de várias possíveis causas.

Segundo Saliba (2011) a segurança do trabalho constitui se em ser a ciência que busca prevenir acidentes de trabalho causados por fatos existentes nos ambientes laborais do trabalho. Nesses locais há várias situações de risco que podem provocar acidentes de trabalho. Sendo assim a segurança do trabalho busca analisar, pesquisar e entender tais riscos, para que posteriormente se proponha formas de extinção ou diminuição dos mesmos, prevenindo a integridade dos trabalhadores durante suas tarefas no local de trabalho.

Ainda em Saliba (2011), o autor afirma que, a segurança do trabalho é um conjunto de ações que consiste em implantar e programar a prevenção de acidentes do trabalho visualiza e estuda as estruturas, as máquinas e equipamentos, e os processos de trabalho nas suas execuções de atividade e as condições ambientais do trabalho no qual o colaborador atua frequentemente.

Completando Costa, M. A. F.; Costa, M. F. B.(2009), afirmam que higiene ocupacional pode ser considerada como a existência de agentes que possibilitam chances de prejudicar a saúde do trabalhador, feito se necessário avaliar a existência de agentes químicos, físicos, ainda, a presença de estresse ambiental e social no ambiente de trabalho.

A ergonomia segundo Scaldelai, Oliveira, Milaneli, Oliveira e Bolognesi (2012) relaciona se as interações do trabalhador com o meio e os elementos do sistema, a ideologia da ergonomia e aperfeiçoar o bem estar e o melhor desempenho do trabalhador, preocupa se com as condições psicológicas e fisiológicas em relação aos postos de trabalho, considerando as características e necessidades do trabalhador.

A psicossociologia de acordo com Oliveira (2012) referencia se as perdas psicológicas que o trabalhador vem a sofrer no ambiente de trabalho e os geradores causem improdutividade e ineficácia do trabalhador, ou seja, insatisfação seguida de riscos no ambiente de trabalho.

No entanto, para Costa, M. A. F.; Costa, M. F. B.(2009), a prevenção vem a ser caracterizada como: identificação dos riscos nos postos de trabalho; Avaliação dos riscos; Escolha de medidas para prevenção e proteção; Vigilância e avaliação das medidas adotadas.

O termo “Trabalho em Altura”, é definido e caracterizado, segundo a NR35, toda e qualquer atividade praticada em níveis elevados acima de 2,0m (dois metros) referente ao nível inferior, onde exista possibilidade de queda de materiais ou trabalhadores (Brasil, 2016b).

Segundo Camargo et al. (2018), existem algumas aplicações de gestão, como: técnicas, educacionais, medicas e outros, como o intuito de prevenir ocorrências, excluindo condições diversas á segurança do trabalhador, obtendo exercícios de prevenção determinadas pelas Normas Regulamentadoras, que são quesitos exigidos pelo ENIT (Escola Nacional de Inspeção do Trabalho).

No entanto, Baptista; Ussan (2016), afirmam que; A gestão de segurança está relacionada aos fatores de controle de atividades e aos aspectos dessas atividades de trabalho, exceto questões jurídicas, para atingir o nível adequado de segurança. Isso envolve manter o pessoal capacitado e habilitados através de treinamento eficaz, e com acompanhamento de exames complementares para validar as condições físicas e mentais do trabalhador, antemão do exercício em altura. Além disso, também inclui tarefas burocráticas, como manter registros de funcionários e equipamentos. Implementar Análise Preliminar de Riscos e fornecer emissão de autorização de trabalho (PT).

Uma gestão de segurança deve obter um sistema de trabalho onde deve ser considerado, não só as condições ambientais, mas também as condições dos trabalhadores envolvidos na atividade. Trabalhadores que planejam, organizam e executam serviços, incluindo as avaliações de saúde durante as atividades considerando os históricos clínicos (YONEKUBO; MACHALOSKI, 2017)

Segundo Moraes Juniro (2004), complementa que, é de grande valia que tenha profissionais de diversas disciplinas, pessoal multidisciplinar, que trabalhem no desenvolvimento de gestões e sistemas para melhor segurança das atividades em altura. Devem apoiar a realização dos trabalho essenciais da empresa, proteger o meio, não somente compreender as teorias ou padrões de referencias de normas, mas também entender a realidade e a cultura da empresa.

Segundo a FUNDACENTRO (2011), na construção civil são apresentadas em seus processos de manutenção ou construtivos, atividades que envolvem exposições a riscos de queda, como exemplos:

- Atividades em areas periféricas de lajes;
- Acesso ás caixas de elevadores;
- Trabalho em vãos de rampas ou escadarias;
- Construção e montagem de telhados e/ou coberturas;

- Trabalho em andaimes de diversos tipos;
- Montagem de elementos estruturais;
- Trabalhos em confecção de ferragens, fôrmas e concretagem;
- Instalação, inspeção e manutenção em máquinas de içamentos;
- Limpeza e Manutenção em fachadas de edifícios.

Ainda na FUNDACENTRO (2011), afirma que, as quedas podem acontecer por diversos motivos relacionados entre si, chamados de riscos adicionais conforme define a NR35. Condições inseguras somadas a características inerentes de trabalhadores como desatenção, falta de concentração nas atividades durante o trabalho em altura, também conjugado com uso incorreto dos equipamentos, podem gerar quedas. Além, o setor de trabalho onde se é feita determinada atividade pode ser gerador de acidentes, como: iluminação precária, superfície escorregadia, buracos nas superfícies que servem como base de apoio, uso de andames em inteperies providos a queda.

Segundo Corrêa e Ayres (2001), as quedas por trabalho em altura, demonstram diversas causas como perda de equilíbrio nas periferias das lajes, contato ou indução por metais em redes de energia elétrica, o não isolamento e a obstrução de áreas de circulação, falha ou ineficácia de dispositivos de proteção, como guarda corpo mal instalado ou rutil, métodos de trabalho executados inapropriadamente. Normalmente na construção civil os andaimes são utilizados nas atividades de manutenção e limpeza de fachadas de edifícios, reforma e revestimentos. E os riscos de acidentes por queda no ato dessas atividades são elevados. E por desconhecimento ou omissão dos responsáveis que executam essas atividades, esses serviços não seguem as normativas de segurança, criando o local tedencioso a grandes possibilidades de quedas dos trabalhadores e/ou de materiais e equipamentos.

Andaimes estabelecem medidas protetivas coletivas essenciais ao decorrer as etapas e fases das obras, evitam graves acidentes devidos á queda de alturas (SALIBA, 2011). Dessa forma, a falta de dimensionamento eficaz e correto dos equipamentos e a utilização correta para as atividades que forem determinadas, podem gerar quedas dos trabalhadores ao longo a da execução dos trabalhos.

De acordo com o site Agência Brasil (2018), em 2017, das quase 350.000 CAT's (Comunicação de Acidente do Trabalho) geradas pelas empresas, aproximadamente 37.100 eram relacionados a quedas de diferencial de nível, ou seja,

10,6% dos registros. Os acidentes de trabalho com óbitos neste mesmo ano apresentam 14,49% da totalidade. Das quase 1200 mortes em atividades laborais registradas em 2017, 161 foram geradas por quedas. Os dados mostram seus maiores incidências de quedas, que são causadas na construção civil, no transporte de cargas e em hospitais. Normamento sempre relacionados com diversos tipos de andaimes, escadarias e veículos motorizados.

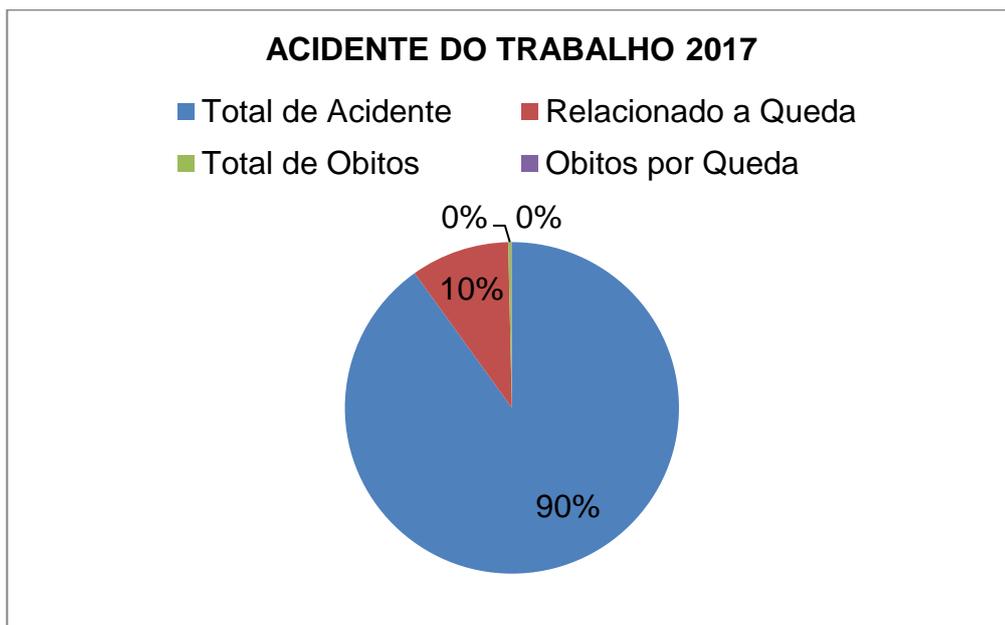


Gráfico 02: Acidente do Trabalho em 2017 (Emissão de CAT's)
Fonte: Autores (2020)

Roque(2011) relaciona algumas fundamentais causas que motivam a queda de altura, como: Perda de equilíbrio, passo em falto, escorregões; Falta de proteção; Falha na instalação ou dispositivos de segurança; aproximação acidental com linhas vivas de alta tensão; Procedimento de trabalho não conforme, incapacidade laborativa ou a não habilitação para exercer a atividade. Também podendo ser mencionado a desinformação, treinamento ineficaz ou a falta do mesmo, equipamentos de proteção individual (EPI) ou (EPC) equipamentos de proteção coletivos, em mau estado de conservação.

Razente (2007, p.33) nos instruir que, não apenas quando há perigo de queda dos trabalhadores, mas também quando há perigo de projeção de materiais, entulhos, peças, ou qualquer objeto que venha a causar possivelmeten acidentes em transeuntes proximos a atividade. Medidas coletivas devem ser tomadas para enviar quedas de grandes altitudes.

A transformação no campo da arquitetura no século 20 foi o resultado do desenvolvimento de materiais de construção e tecnologia de trabalho aéreo. No entanto, nos Estados Unidos na década de 1920, os trabalhadores não tinham procedimento de trabalho que fosse seguro para protegê-los na execução de atividades em altura. (CONSTRUÇÃO 360º, 2020).

Segundo JRS Service (2012), Na construção da ponte Golden Gate, e San Francisco, Califórnia, foi utilizado um sistema de proteção eficaz. O especialista em pontes suspensas Joseph Strauus pediu a todos os trabalhadores que usassem; Capacetes, Óculos anti-reflexo, cordas de segurança e creme ao enfrentar a ventania. No entanto, o maior impacto na segurança dos funcionários e na eficiência do trabalho é a instalação de redes de segurança. A ponte foi concluída com antecedência, com um orçamento inferior a U\$ 1,3 milhões.

Ainda em JRS Service (2012), afirma que empresas relacionadas á área de construção começaram a priorizar as operações em grandes altitudes. Entretanto, somente em 1998 a tecnologia de segurança foi aprimorada ao trabalhar em altura. As empresas multinacionais de telecomunicações instaladas no Brasil exigem que as empresas que os prestam serviços melhorem seus sistemas de segurança para que os trabalhadores em grandes alturas atendam aos padrões dos EUA e da Europa.

No passado, devido à falta de orientação profissional das empresas na compra de equipamentos ou ao desinteresse em fornecer aos funcionários treinamento especializado em trabalho em altura, fatores de segurança estavam em segundo plano (JRS SERVICE, 2012).

Netto (2014), afirmou que as normas técnicas são “documentos voluntários, resultados de consenso e gerado por organizações técnicas da sociedade, como exemplo a Associação de Normas Tecnicas Brasileiras (ABNT). A NR18 é representada por medidas de proteção contra quedas de altura, devido aos avanços em diversas areas houve a necessidade da elaboração da NR35. Aprovado em março de 2012, as qualificações e treinamentos entraram 01 ano apos vigor da normativa. Foi desenvolvida e aprovada para preencher o declinio da altura incluindo muitas empresas e setores industriais, como os de telecomunicções, energia e montagem e desmontagem estrutural.

Segundo o site, HERCULES (2017), os empregadores desempenham um papel muito importante no trabalho em altura e no cumprimento das diretrizes e normas NR35. Portanto, é muito importante que ele esteja ciente de suas responsabilidades

e cumpra seus deveres quando os trabalhadores forem expostos a locais de suspensos com altura superior a 2 metros.

Ainda em HERCULES (2017), o autor afirma que, entender a NR35, e suas diretrizes e informações é essencial para a execução segura de operações em altura. Empregadores e trabalhadores, precisam estar cientes de suas responsabilidades para que tudo corra bem e com segurança. Manter se atualizado tem sempre um efeito de eficácia; pois o mercado de segurança é muito ativo.

A NR 35, emitida em 2012, envolve trabalho em altura e é um instrumento legal projetado para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que participam direta e indiretamente de serviços e atividades de alta altitude. Esse padrão é um complemento à NR18 para operações em grandes altitudes, pois envolve o desenho de medidas para planejar, organizar e realizar atividades em grandes altitudes para minimizar e eliminar os riscos enfrentados pelos trabalhadores no trabalho (Brasil, 2012).

Esta norma especifica as responsabilidades dos empregadores, e os empregadores devem implementar as medidas de proteção especificadas nesta norma. Envolve as responsabilidades dos trabalhadores durante a execução de suas atividades e a correta implementação de medidas e disposições legais emitidas pelos empregadores. Este guia também aborda as qualificações e o treinamento dos trabalhadores que realizarão serviços em grandes altitudes. Além do uso correto dos equipamentos de proteção individual e acessórios usados neste serviço, também comprova que a necessidade e a obrigação de planejar, organizar e executar atividades estão comprometidas com o treinamento trabalhador. E sistema de ancoragem (Brasil, 2012).

A NR 35 (2012), estabelece o seguinte:

35.1.1 Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

Esta Norma especifica os requisitos mínimos e as medidas de proteção envolvidas no planejamento, organização e execução de operações de alta altitude para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores direta ou indiretamente envolvidos nesta atividade. (JORNAL SEGURITO, Ed 78, 2013).

De acordo com Sobral (2013), O trabalho em altura é considerado qualquer atividade realizada a uma distância de 2,00m (dois metros) ou mais do nível do solo, e exista o risco de queda. Esta norma é complementada pela norma técnica oficial formulada pela autoridade competente e, na ausência ou omissão, complementada pela norma internacional aplicável. A implementação desta norma é reduzir os dados estatísticos de acidentes relacionados à estatura relacionados às atividades de trabalho no Brasil, itens que são aleatoriamente restringidos por outras reservas naturais e às vezes causam confusão na interpretação do texto, como: NR10, NR12, NR18. NR33 E NR34.

Segundo Cardoso (2014), os primeiros equipamentos individuais surgiram na era dos primatas, eles usavam peles de animais como vestimenta para se aquecerem e se protegerem do clima frio. Já na idade média, teve um desenvolvimento importante, os cavaleiros começaram a produzir armaduras de aço para se protegerem de projeções das lanças.

Ainda em Cardoso (2014), as produções artesanais tomaram espaços em diversos seguimentos, no ramo metal, das mineradoras e fundições. Com isso, deram se também a evolução e continuidade nos surgimentos do EPIs. Atualmente obtemos uma gama de variedades de equipamentos, para todos os segmentos e necessidades e a cada dia se descobrem mais itens no mercado, para melhor atender e adequar a tais fins., que procuram alcançar a meta de: Eliminar ou reduzir os riscos de acidente, proteger o bem mais valioso que temos, ou seja, nossa vida. Na Construção Civil é caracterizar por seus inumeros acidentes no trabalho, acontecem em escala quantitativa como as de variações. Podemos afirmar isso devido às exposições (váriadas e dinamicas) a fatores de risco que os trabalhadores se encontram, exemplos como: esforços repetitivos, ruídos, calor e altura.

Segundo Silva (2012,p.1), nota sobre:

Os empregadores devem estar dispostos a fornecer informações sobre a construção de práticas de segurança por meio de exposições orais ou visuais (por exemplo, DDS, conferências, pôsteres, revistas). Os funcionários usarão essas informações para aprender medidas de prevenção de acidentes no canteiro de obras. É importante lembrar que a negligência dos funcionários pode causar danos aos seus colegas, fato que nos torna mais vigilantes no treinamento em prevenção de acidentes.

Ainda com o autor, as maiores causas de acidentes, ocorrem devido a desatenção dos trabalhadores. No entanto, a utilização dos equipamentos em qualquer local ou hora, seja no canteiro de obras ou frente de trabalho, é essencial como forma preventiva de ocorrências de acidente que por ventura é causado pelo próprio trabalhador ou por outrem colaborador disperso das atividades. (SILVA, 2012, p.1).

Com isso compreendemos que os EPIs, são indispensáveis e de grande valia nas empresas como um todo. E a mesma tem como dever distribuí-las a todo e qualquer funcionário e equipamentos específicos para cada qual atividade.



Figura 01 – Capacete de Segurança
Fonte: Cardoso (2014).

Conforme observado por, Dupont (2016, p. 1) relaciona que “os elmos medievais” originaram os capacetes como forma de proteção. A partir disso, deram origem a evolução de estudos e pesquisas importantes para a prevenção contra impactos, batidas contra, choque elétrico e entre outros.

Seguimos abaixo com representação de outros tipos e modelos de equipamentos de proteção individual.



Figura 02 – Óculos de proteção
Fonte: Equipamentos de Proteção (2015)



Figura 03 – Protetores Auriculares tipo concha e Plug de inserção
Fonte: Equipamentos de Proteção (2020)



Figura 04 – Mascaras de proteção respiratória
Fonte: Equipamentos de Proteção (2020)



Figura 05 - Luvas de couro, PVC e Nitrílica; Botas de PVC, Botinas e Sapatos de Segurança.
Fonte: Equipamentos de Proteção (2020)



Figura 06 - Corda de vida para trabalhos em altura
Fonte: Equipamentos de Proteção (2020)

Segundo a NR 18, no item 18.23, exigir cintos de segurança "O cinto de segurança do tipo paraquedista, deve ser usado em atividades a mais de 2,00 m (dois metros) de distância do solo, caso contrário, os trabalhadores correm o risco de cair." (BRASIL, 2012).



Figura 07 - Cinturões do Tipo Paraquedista
Fonte: ALTISEG (2020)

Foi observado por, Ramos (2015), que relacionados com as imagens apresentadas anteriormente, podemos identificar os EPI's contra quedas obtiveram uma evolução considerável, prototipos que atendem a todos os tipos de atividades e custos de investimentos.

A figura 8, apresenta um modelo o trava-quedas, é um dispositivo de segurança para cordas dinamicas com 12mm de espessura, possui travas internas para atividades de acesso vertical. Em caso de queda o backup é ascionado impedindo a queda do trabalhador. A ancoragem pode ser feita pelo ponto do dorso (ponto traseiro) ou peitoral (ponto frontal) nos cinturões tipo paraquedista. (ATHENAS, 2017).

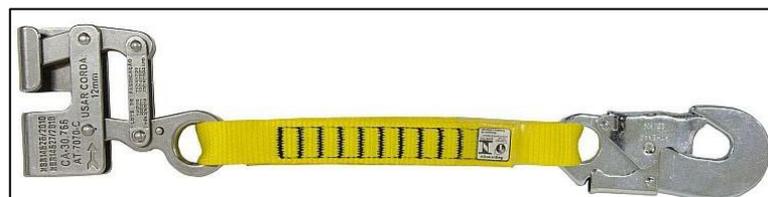


Figura 8 – Trava-quedas
Fonte: Athenas (2020)

Segundo a FUNDACENTRO (2003), indispensável é as instalações de proteções de forma que atenda coletivamente os trabalhadores, quando existir risco de queda. Basicamente são as recomendações primordiais que devem ser adotadas como procedimentos técnicos. Os dispositivos ou equipamentos coletivos de proteção priorizam como medidas preventivas, a eliminação ou redução de risco de quedas de pessoas ou materiais, quando houver diferença de nível.

A FIOCRUZ (2020), afirma que; equipamento de proteção coletiva (EPC), o próprio nome já o define, são dispositivos que envolvem coletivamente sistema de proteção para todos os trabalhadores envolvidos em um risco em comum. Como exemplo é citado pelo autor uns invólucros insonorizados para fontes e ruído, ventilação nos locais de trabalho, proteção de partes móveis e muitos outros.

Nas edificações civis, os andaimes devem ser utilizados para a realização de determinadas tarefas em várias etapas da obra ou manutenção, porém, os andaimes devem atender às normas da NR18, para garantirem a segurança geral dos trabalhadores. A norma regulamentadora que estipula os requisitos operacionais de andaimes é a NR18, em seu item 18.15, especifica o tamanho de tais estruturas e que se ajusta de forma adequada para suportar a carga de trabalho (BRASIL, 2018).

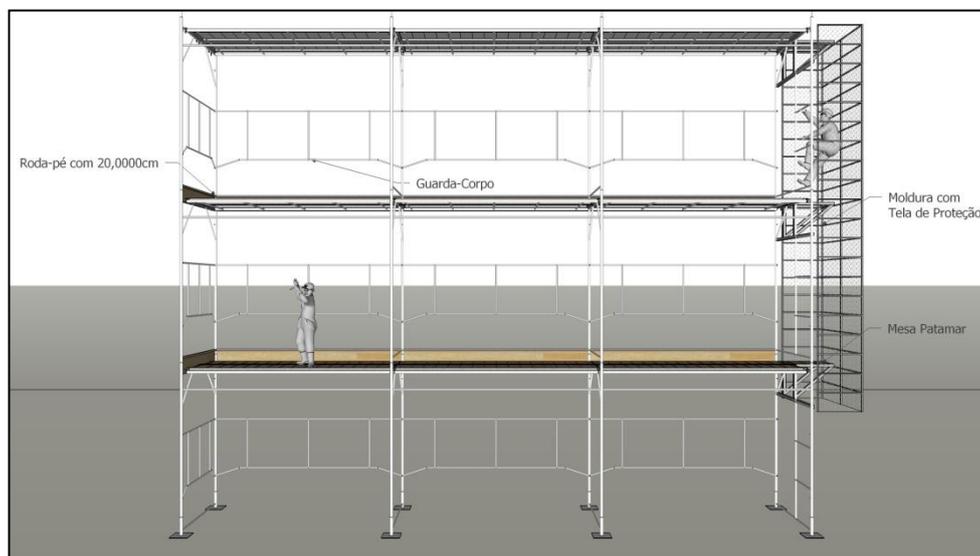


Figura 9 – Andaime tipo Fachadeiro
Fonte: Arte Autor (2020)



Figura 10 – Linha de
Fonte: JVR



Vida
SERVICE (2020)

Figura 11 – Escada Marinheiro
Fonte: Autor (2020)

3. METODOLOGIA

A pesquisa exploratória será desenvolvida com base em um estudo de caso, no qual serão acompanhados em uma empresa de metalurgia, mas com atividades de manutenção predial (Conforme a NR18: 18.1.2 - Consideram-se atividades da Indústria da Construção as constantes do Quadro I, Código da Atividade Específica, da NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho e as atividades e serviços de demolição, reparo, pintura, limpeza e manutenção de edifícios em geral, de qualquer número de pavimentos ou tipo de construção, inclusive manutenção de obras de urbanização e paisagismo).

Conforme Martins e Lintz (2007, p15), “a pesquisa” bibliográfica procura explicar e discutir um tema ou um problema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicas e etc. Por meio de literatura específica, como por exemplo, das Normas Regulamentadoras NR6 – Equipamentos de Proteção individual; NR18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil; NR35 - Segurança e Saúde no Trabalho em Altura foram possíveis levantar e analisar o problema em estudo com uma visão mais técnica.

Serão registradas as atividades de trabalho em altura, bem como: documentações necessárias para atividade, exames médicos específicos, treinamentos exigidos, procedimentos de segurança e equipamentos e dispositivos utilizados. Serão verificados quanto às conformidades e inconformidades das atividades em relação à legislação de segurança do trabalho. As coletas de dados foram nos períodos de Maio e Junho de 2020, conforme previamente agendado no cronograma de atividades, as informações foram coletadas com acompanhamento dos responsáveis direto pela manutenção (Gerente de Manutenção e/ou encarregado de manutenção predial). Foi aplicado um checklist (tabela 03) composto por 81(oitenta e um) itens, abordando as disposições da norma regulamentadora 35. A aplicação foi presencial, acompanhada pelos profissionais envolvidos na atividade. Adicionalmente, foram coletadas as imagens fotográficas para melhor ilustrar a situação das atividades. Foram registradas 3 ordens de serviços (manutenção) que serão nomeadas pelas atividades afins. De forma geral as avaliações pelo checklist serão avaliados como Conforme (C), Não Conforme (NC) e Não Aplicável, sendo

atribuída pontuação pelas marcações de conformidade como índice de qualidade na pesquisa, ou seja, quanto maior a conformidade, melhor as condições de trabalho se tratando de atividades em altura. O resultado foi dividido em cinco classificações, conforme a tabela 02:

Tabela 02: Classificação ao Atendimento das Normas

<u>PONTUAÇÃO</u>	<u>CLASSIFICAÇÃO</u>
<u>00,0 – 20</u>	<u>Péssimo</u>
<u>20,1 - 40</u>	<u>Ruim</u>
<u>40,1 - 60</u>	<u>Regular</u>
<u>60,1 - 80</u>	<u>Bom</u>
<u>80,1 - 100</u>	<u>Ótimo</u>

Fonte: Adaptado de www.fiocruz.br

Tabela 03: Check List de Conformidades

CHECK-LIST TRABALHO EM ALTURA - NR 35					
DADOS DA INSPEÇÃO					
LOCAL: Galpões de Produção 19 / 20 / 21; Salas Comerciais			DATA: 05/05/2020		
INSPECTOR: Paulo Roberto da Silva			TELEFONE:		
RESPONSÁVEL PELO LOCAL: Leandro Francisco da Silva			TELEFONE:		
TELEFONES DE EMERGÊNCIA:					
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO: Manutenção Calhas Pluviais / Manutenção Barramento Elétrico /					
Manutenção do Telhado de Cobertura (Folha galvanizada)					
Nº	DESCRIÇÃO	Condições			Observações
		SIM	NÃO	NA	
1	Em todo trabalho que envolve risco de queda acima 2 m são obedecidos a NR 35?		X		
2	A empresa desenvolve regularmente atividades de trabalho em altura?	X			
3	Existem procedimentos operacionais para as atividades rotineiras de trabalho em altura?	X			
4	Existe na empresa estudo prévio das condições no local onde será executado o trabalho em altura?	X			
5	A empresa adota medidas necessárias para realização de um trabalho seguro?	X			
6	A empresa adota providências necessárias para acompanhar o cumprimento das medidas de proteção estabelecidas nesta Norma para empresas contratadas?		X		
7	Os trabalhadores tem acesso a informações atualizadas sobre os riscos e as medidas de controle?	X			
8	A empresa garante que qualquer trabalho em altura só se inicie depois de adotadas as medidas de proteção definidas na NR 35?		X		
9	A empresa assegura a suspensão dos trabalhos em altura quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível?		X		
10	A empresa estabelece um sistema de autorização dos trabalhadores para trabalho em altura?	X			
11	A empresa assegura que todo trabalho em altura seja realizado sob supervisão, cuja forma será definida pela análise de riscos de acordo com as peculiaridades da atividade?	X			
12	A empresa assegura a organização e o arquivamento da documentação prevista na NR 35?	X			
13	Os trabalhadores cumprem os procedimentos expedidos sobre trabalho em altura, colaborando com empregador ?		X		

33	Os treinamentos iniciais, periódico e eventual para trabalho em altura podem ser ministrados em conjunto com outros treinamentos da empresa	X			
34	A capacitação é realizada preferencialmente durante o horário normal de trabalho, e o tempo de treinamento é válido para todos os efeitos como tempo de trabalho efetivo?	X			
35	O treinamento é ministrado por instrutores com comprovada proficiência no assunto, sob a responsabilidade de profissional qualificado em segurança no trabalho?	X			
36	Ao término do treinamento é emitido certificado contendo o nome do trabalhador, conteúdo programático, carga horária, data, local de realização do treinamento, nome e qualificação dos instrutores e assinatura do responsável?	X			
37	O certificado é entregue ao trabalhador e uma cópia arquivada na empresa?	X			
38	A capacitação é anexada ao no registro do empregado?	X			
39	Todo trabalho em altura é planejado, organizado e executado por trabalhador capacitado e autorizado?	X			
40	A empresa avalia o estado de saúde dos trabalhadores que exercem atividades em altura?	X			
41	Os exames e a sistemática de avaliação são integrantes do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO estão nele consignados?	X			
42	A avaliação é efetuada periodicamente, considerando os riscos envolvidos em cada situação?	X			
43	A aptidão para trabalho em altura está consignada no atestado de saúde ocupacional do trabalhador?	X			
44	A empresa mantém cadastro atualizado que permita conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador	X			
45	Todo trabalho em altura é realizado sob supervisão, cuja forma será definida pela análise de risco de acordo com as peculiaridades da atividade?		X		
46	A execução do serviço considera as influências externas que possam alterar as condições do local de trabalho já previstas na análise de risco?	X			
47	Todo trabalho em altura é precedido de Análise de Risco?	X			
A ANÁLISE DE RISCO (AR) FEITA PELA EMPRESA, ALÉM DOS RISCOS INERENTES AO TRABALHO EM ALTURA, CONSIDERA:					
48	O local em que os serviços serão executados e seu entorno?	X			
49	O isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho?		X		
50	O estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem?		X		
51	As condições meteorológicas adversas?	X			

52	A seleção, inspeção, forma de utilização e limitação de uso dos sistemas de proteção coletiva e individual, atendendo às normas técnicas vigentes, às orientações dos fabricantes e aos princípios da redução do impacto e dos fatores de queda?	X			
53	O risco de queda de materiais e ferramentas?		X		
54	Os trabalhos simultâneos que apresentem riscos específicos?	X			
55	O atendimento aos requisitos de segurança e saúde contidos nas demais normas regulamentadoras?	X			
56	Os riscos adicionais?	X			
57	As condições impeditivas?	X			
58	As situações de emergência e o planejamento do resgate e primeiros socorros, de forma a reduzir o tempo da suspensão inerte do trabalhador?	X			
59	A necessidade de sistema de comunicação?	X			
60	A forma de supervisão?	X			
61	As atividades de trabalho em altura não rotineiras estão previamente autorizadas mediante Permissão de Trabalho?	X			
62	Para as atividades não rotineiras as medidas de controle são evidenciadas na Análise de Risco e na Permissão de Trabalho?	X			
63	A Permissão de Trabalho é emitida, aprovada pelo responsável pela autorização da permissão, disponibilizada no local de execução da atividade e, ao final, encerrada e arquivada de forma a permitir sua rastreabilidade?	X			
64	A Permissão de Trabalho tem validade limitada à duração da atividade, restrita ao turno de trabalho, podendo ser revalidada pelo responsável pela aprovação nas situações em que não ocorram mudanças nas condições estabelecidas ou na equipe de trabalho	X			
65	Os Equipamentos de Proteção Individual - EPI, acessórios e sistemas de ancoragem são especificados e selecionados considerando-se a sua eficiência, o conforto, a carga aplicada aos mesmos e o respectivo fator de segurança, em	X			
66	Na seleção dos EPI são considerados, além dos riscos a que o trabalhador está exposto, os riscos adicionais?	X			
67	Na aquisição e periodicamente são efetuadas inspeções dos EPI, acessórios e sistemas de ancoragem, destinados à proteção de queda de altura, recusando-se os que	X			
68	Antes do início dos trabalhos é efetuada inspeção rotineira de todos os EPI, acessórios e sistemas de ancoragem?	X			
96	São registrado o resultado das inspeções, na aquisição, periódicas e rotineiras quando os EPI, acessórios e sistemas de ancoragem forem recusados?		X		

70	Os EPI, acessórios e sistemas de ancoragem que apresentarem defeitos, degradação, deformações ou sofrerem impactos de queda são inutilizados e descartados, exceto quando sua restauração for prevista em normas técnicas nacionais ou, na sua ausência, normas internacionais?	X			
71	O cinto de segurança é do tipo paraquedista e dotado de dispositivo para conexão em sistema de ancoragem?	X			
72	O sistema de ancoragem está estabelecido pela Análise de Risco?		X		
73	O trabalhador permanece conectado ao sistema de ancoragem durante todo o período de exposição ao risco de queda?	X			
74	O talabarte e o dispositivo trava-quadras são fixados acima do nível da cintura do trabalhador, ajustados de modo a restringir a altura de queda e assegurar que, em caso de ocorrência, minimize as chances do trabalhador colidir com estrutura inferior?	X			
75	O absorvedor de energia apresenta fator de queda maior que 1?	X			
76	O absorvedor de energia apresenta talabarte maior que 0,9m?	X			
77	O ponto de ancoragem, é selecionado por profissional legalmente habilitado, tem resistência para suportar a carga máxima aplicável, é inspecionado quanto à integridade antes da sua utilização?	X			
78	O empregador disponibiliza equipe para respostas em caso de emergências para trabalho em altura? Observação: A equipe pode ser própria, externa ou composta pelos próprios trabalhadores que executam o trabalho em altura, em função das características das atividades.		X		
79	O empregador assegura que a equipe possua os recursos necessários para as respostas a emergências?		X		
80	As ações de respostas às emergências que envolvam o trabalho em altura constam no plano de emergência da empresa?		X		
81	As pessoas responsáveis pela execução das medidas de salvamento estão capacitadas a executar o resgate, prestar primeiros socorros e possuir aptidão física e mental compatível com a atividade a desempenhar?		X		
NOTA:					
Legenda					
SIM: Conforme (em ordem) NÃO : Não Conforme (Condição insatisfatória / Danificado)					
Responsável:					

Fonte : Adaptação Segurança do Trabalho NWM (2020)

O gráfico 03 mostra os resultados da avaliação de conformidade dos itens analisados na lista de verificação. Um total de 81 itens foi revisado, mostrando que a maioria deles cumpre as regulamentações esperadas. É determinado que 77% dos regulamentos da norma são totalmente atendidos e 22% não são totalmente atendidos.

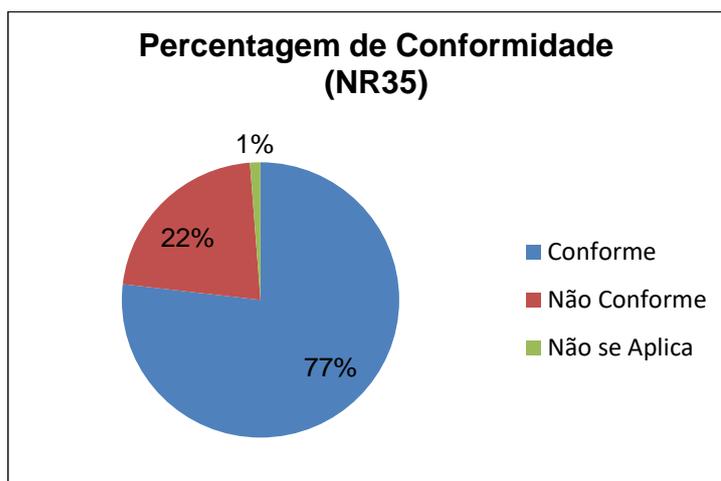


Gráfico 03: Percentagem de Conformidade do Check List

Fonte: Autores (2020)

Os itens que não atendem aos requisitos estão relacionados aos sistemas de ancoragem e verificação de EPI. Alguns locais precisam ser estudados para instalar sistemas de ancoragem fixos para tornar o serviço mais prático e seguro. Além disso, embora o EPI tenha sido inspecionado antes do uso, o sistema de registro de verificação do EPI ainda estava implementado, mas não havia documento para controlar a inspeção.

As falhas que ocorrem também estão relacionadas a pontos de ancoragem, onde não existem registros de pesquisa, portanto, a precisão e a integridade da carga máxima permitida são incertas. Outra não conformidade é a deficiência e inexistência de equipamentos de resgate em grandes altitudes, mesmo que o trabalho de resgate seja realizado por uma equipe externa, a empresa não fornecerá nenhum equipamento em caso de emergência.

Para analisar as atividades de trabalho em altura, e as aplicabilidades das medidas protetivas, coletivas e individuais, que neutralizem ou reduzam o risco de

queda de pessoas e/ ou materiais, foram feitas vistorias nas frentes de trabalho e acompanhado pelo responsável de supervisionar e designar as atividades e por um profissional de segurança do trabalho. Os profissionais esclareceram os métodos de segurança a serem aplicados durante as tarefas, esclarecendo as dúvidas quanto á segurança do trabalho na empresa.

As frentes de trabalho são de uma empresa do setor de metalurgia, onde tem como sua como “Missão”, Transformar o aço em benéfico do homem. E a visão da empresa é: Consolidar a marca pela excelência e habilidade na transformação de Ferro e Aço. A empresa tem como modelo de gestão participativo e com visão holística compartilhada. São essas palavras utilizadas pelo responsável entrevistado.

O carro chefe dessa indústria e o trabalho de conformação de bobinas de aço em materiais usuais, como tubos, perfil, telhas, calhas dentre outros. Está no ramo desde 1974, sua matriz encontra se na cidade de Três Rios/RJ, mas possui revendas em várias cidades, como; Petrópolis/ RJ, Juiz de Fora/MG, Contagem/MG, Belo Horizonte/ MG.

A planta industrial de Três Rios/RJ possui um território construído de 23.124,58 m², nos galpões 19, 20 e 21, com um pé direito de 14m de altura; 3.253,38 m² no galpão 32, com um pé direito de 12m de altura; 1.726,3 m² nos galpões 17 e 18 com um pé direito de 12m de altura; totalizando aproximadamente 29.000,00 m² de área construída.

Até o atual momento a planta industrial de Três Rios possui 213 funcionários entre os setores comerciais, administrativos, operacionais e de manutenção.

Abaixo demonstramos um quadro demográfico dos funcionários da empresa, observa se facilmente que em sua maioria são de pessoas entre 26 a 45 anos, ou seja, uma empresa com muitos jovens e na sua soberania do sexo masculino.

Gráfico A: Gráfico de Coluna

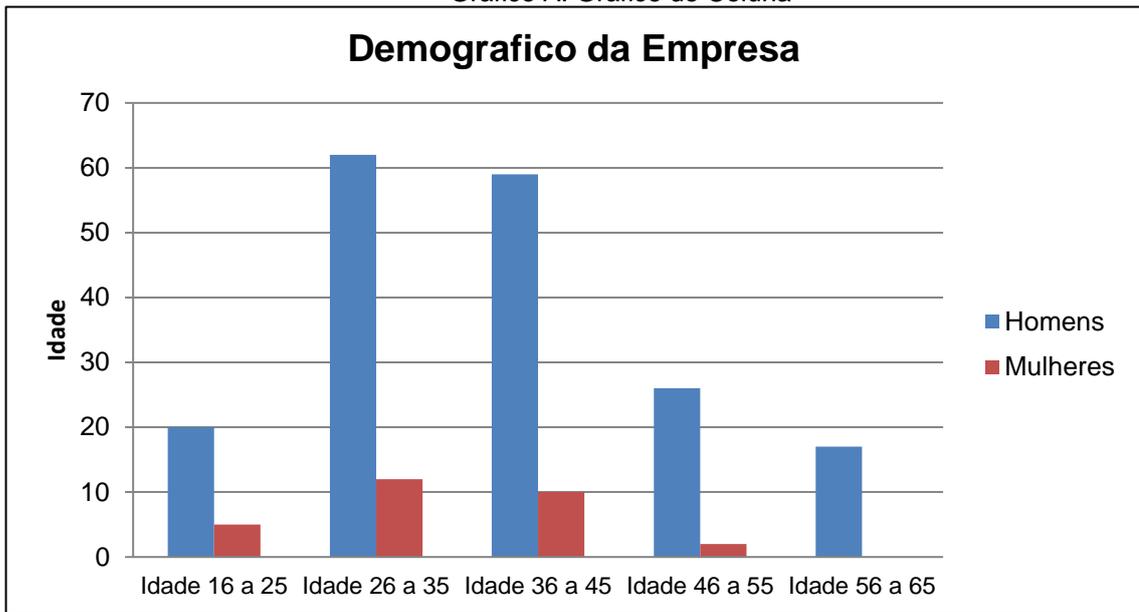


Gráfico 04: Representação Demográfica da Empresa
Fonte: Autores (2020)

Abaixo uma representação do nível de escolaridade dos funcionários, observa-se claramente que o Ensino Médio completo é a predominância nessa empresa, isso em ambos os sexos.

Gráfico B: Gráfico de Coluna

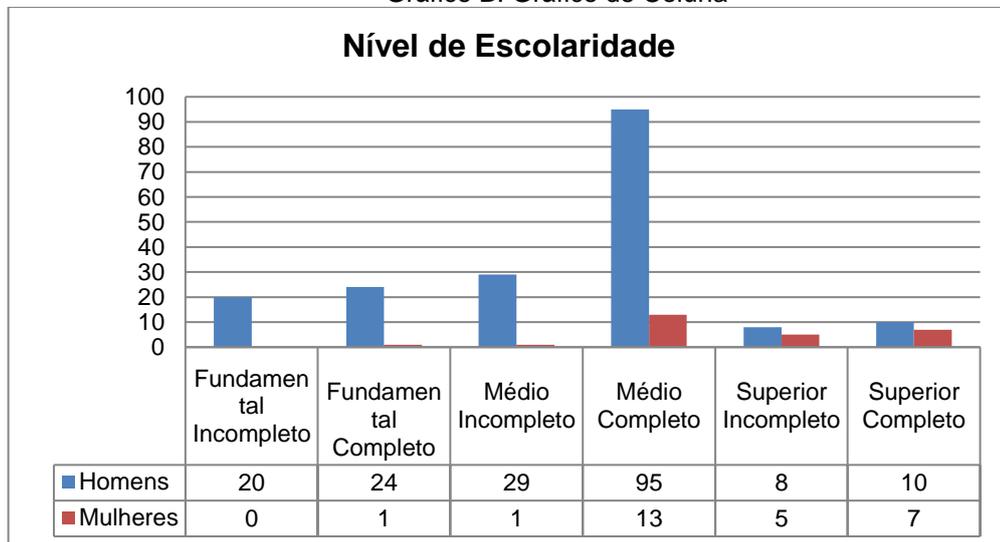


Gráfico 05: Representação de Grau de Instrução dos Trabalhadores
Fonte: Autores (2020)

Gráfico C: Gráfico de Pizza

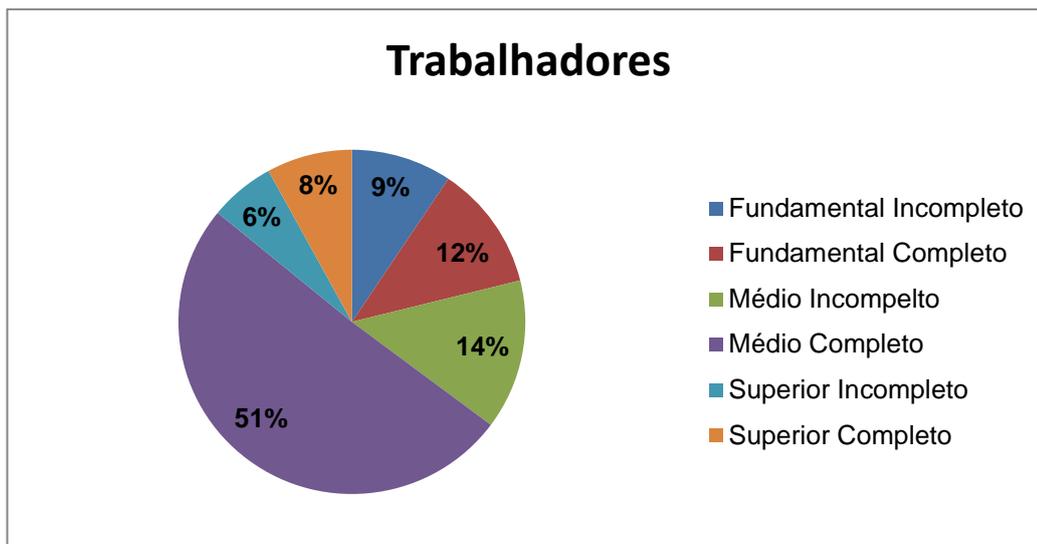


Gráfico 06: Representação em Percentual de Nível de Instrução
 Fonte: Autores (2020)

Demonstramos graficamente os números de acidentes registrados com CAT dos últimos 2 anos (Junho de 2018 á Junho de 2020), podemos afirmar que predominantemente os funcionários do sexo masculino se acidentam muito mais que o sexo feminino, devido a exposições de riscos ocupacionais e mecânicos serem maiores. Coincidentemente em ambos os anos obtiveram 13 acidentes cada, totalizando 26 acidentes do trabalho, podemos por análise em que não se obteve crescimento no quadro, mas também não se obteve uma redução, sendo um indicativo de poucas medidas e/ou ações.

De acordo com os CID's (Código Internacional de Doença) apresentados, as maiores lesões causadas são cortes e traumas. Esses ferimentos são gerados por diversas situações e natureza, como: Queda, batida contra, objeto projetado, entre outros.

Gráfico A: Gráfico de Coluna

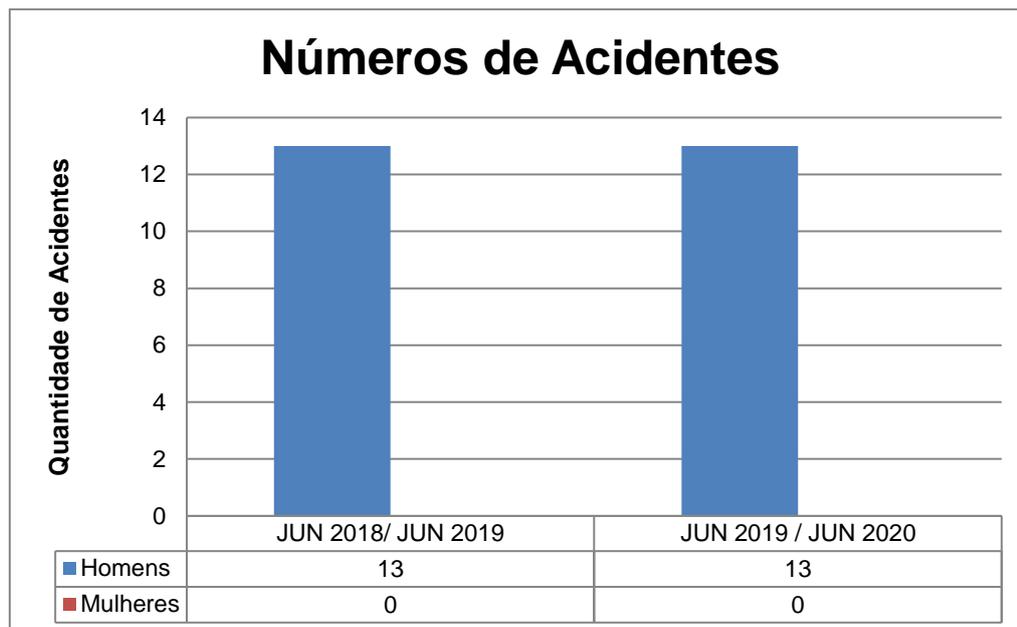


Gráfico 07: Representação gráfica do numero de acidentes
Fonte: Autores (2020)

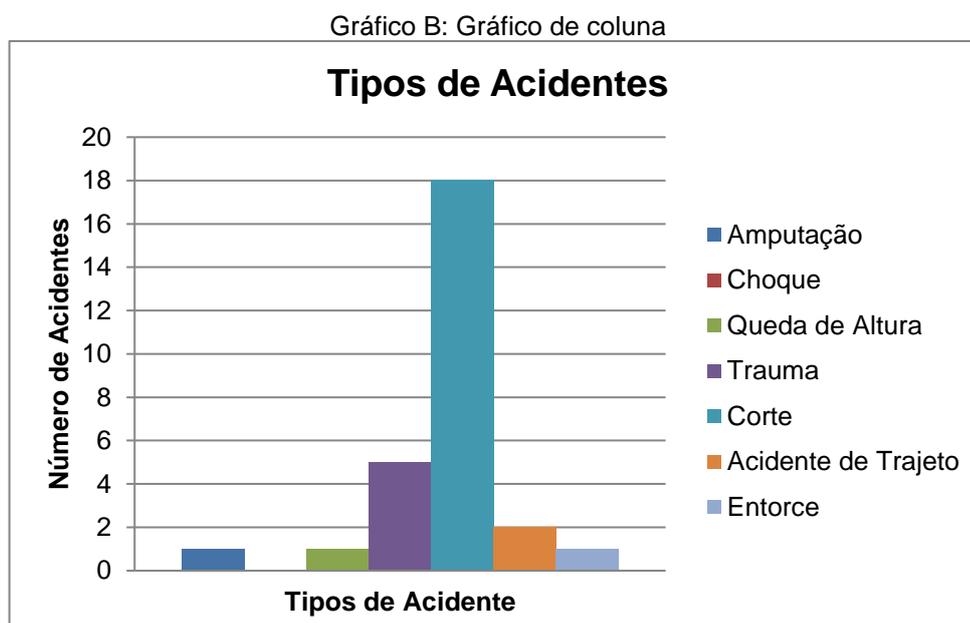


Gráfico 08: Representação gráfica de Tipos de Acidente
Fonte: Autores (2020)

Descrição da Ordem de Serviço: Acessar as junções das tubulações que recebem as quedas d'águas pluviais da cobertura de telhas. A cobertura é de 01 água e as telhas e calhas são de chapas galvanizadas, as tubulações e as junções são de PVC são de 150 mm. A tarefa se resume em implantar caixas metálicas substituindo

as junções plásticas com o intuito de receber melhor o fluxo de água e evitar o vazamento.

O Acesso feito por uma escada marinheiro com guarda corpo que atende parcialmente a metade do percurso, tendo o trabalhador que ancorar na estrutura até o ponto da atividade.

Envolvidos na atividade: Encarregado de manutenção predial, que designa a ordem de serviço para os demais; E os executores, 01 Pedreiro e 01 servente de obras.

Acompanhamento feito em Maio/2020



Figura 14: Pedreiro Executando a OS

Fonte: Autores (2020)



Figura 15: Local da Manutenção

Fonte: Autores (2020)



Itens em Conformidade: Exames Médicos; Treinamento de Trabalho em altura; Equipamentos de Proteção Individual; Escada Marinheiro com Guarda Corpo;

Itens em Não Conformidade: Local Isolado; Escada Marinheiro com Guarda Corpo Parcial; Pontos fixos de ancoragem; Linha de Vida ou Cabo Guia.

Descrição da Ordem de Serviço: Acessar ao barramento (calha elétrica) que fica a 12 m do nível do piso, o acesso para a atividade requer a montagem do andaime para ter um local estável para executar a manutenção. A manutenção é a remoção dos conectores que estão empenados por outro dispositivo. Com o barramento empenado dificulta a movimentação dos equipamentos de içamento.

Envolvidos na atividade: Gerente de Manutenção que designa a ordem de serviço; 02 Eletricistas de manutenção que executam a manutenção. Acompanhamento feito em Maio/2020.



Figura 13: Eletricista executando a OS
Fonte: Autores (2020)



Figura 14: Manutenção no Barramento
Fonte: Autores (2020)



Figura 15: Andaime
Fonte: Autores

Apoiado
(2020)

Itens em Conformidade: Exames Médicos; Treinamento de Trabalho em altura; Equipamentos de Proteção Individual;

Itens em Não Conformidade: Isolamento do Local; Andaime com ancoragem ineficaz; Falta de Escada de acesso; Linha de Vida ou Cabo Guia.

Descrição da Ordem de Serviço: Acessar ao telhado, verificar as telhas danificadas e fazer a substituição.

Envolvidos na atividade: Encarregado de manutenção predial que designa e supervisiona as atividades, Serralheiro de Manutenção que executa a manutenção.

Figura 16: Serralheiro Acessando Telhado

Fonte: Autores (2020)



Figura 17: Manutenção Telhado

Fonte: Autores (2020)



Itens em Conformidade: Exames Médicos; Treinamento de Trabalho em altura; Equipamentos de Proteção Individual;

Itens em Não Conformidade: Isolamento do Local; Escada defeituosa, ancoragem ineficaz; Linha de Vida ou Cabo Guia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados encontrados de conformidades e não conformidades encontradas nas frentes de trabalho, comprovando estatisticamente a problemática do “Trabalho de Conclusão de Curso”.

Segundo as orientações da NR18 (Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção), foi possível observar a utilização de Sistema de acesso as plataformas por Escadas Marinheiros, Andaimos apoiados e uma Plataforma de Trabalho Aéreo. Esses dispositivos atendiam de forma parcialmente segura uma vez que:

As escadas marinheiro não alcançavam até o pé direito da planta fabril. Não possuem números satisfatórios espalhados ao longo da fábrica para facilitar o acesso dos trabalhadores, ocorrendo a necessidade de deslocamento dos mesmos pelos trilhos das pontes rolantes ao longo da fábrica até o ponto onde será executado a manutenção ou instalação de algum serviço. Algumas escadas com degraus quebrados e sem o guarda corpo. Sendo necessário também uma instalação de cabo guia, facilitando o acesso do trabalho com mais agilidade e priorizando a segurança evitando uma queda.

O Andaime encontrado está em perfeitas condições de uso, porém, sua instalação não está tendo um efeito eficaz. O andaime não encontra-se devidamente estruturado devido ao tipo de estrutura que se encontra na fábrica, criando assim, um risco de queda do andaime em algumas eventualidades, para o acesso até o piso de trabalho, o andaime não possui escada de acesso (Tipo marinheiro); Devido a altura das pontes rolantes, não é possível fazer a instalação do guarda corpo do andaime ao qual elimina ou reduz o risco de queda do trabalhador ou projeção de ferramentas ou objetos utilizados nas atividades.

Foi registrado uma instalação de linha de vida ao longo da fábrica, composta por cabo de aço e presilhas, no entanto, não existe essa linha de vida em todas as

periferias, criando um risco de queda dos trabalhadores por não terem onde atracarem o dispositivo de segurança. Outra questão é que esse dispositivo não possui laudo de técnico que prove a resistência de carga.

E por último a plataforma de trabalho aéreo é um excelente dispositivo para acesso a diferenciais de níveis e como piso para trabalho, porém, seu alcance de trabalho é limitado a 10m de altura e o pé direito da fábrica chega a 14m de altura. Esse equipamento só trabalha em pisos lineares que garantem a estabilidade da plataforma, o que limita a utilização do equipamento em alguns lugares da planta fabril.

Durante a pesquisa em campo, foi observado que os trabalhadores faziam da utilização dos equipamentos de proteção individual, são esses: Capacete com jugular e protetor auditivo tipo concha acoplado. Botina com biqueira de PVC e solado bidensidade para os eletricitistas e de biqueira de aço para os demais colaboradores. Luvas de raspa e/ ou de malha dependendo das atividades. E cinto de segurança tipo paraquedista com talabarte duplo em Y. Todos os equipamentos registrados no ENIT e com CA (Certificado de Aprovação) emitidos e no seu prazo de validade. EPI's atendendo a todos os requisitos regidos pelas NR's 06 (Equipamento de Proteção individual), 18 (Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção Civil) e na NR35 (Trabalho em Altura).

Segundo os responsáveis todas as atividades em altura são realizadas por profissionais legalmente habilitados e capacitados, somente assim são autorizados a trabalharem a níveis acima de 2m (dois metros) de altura. Os trabalhadores passaram por treinamento de 8 horas de teoria e práticas conforme regida pela NR35, executado na própria sede da empresa para trabalhar em cima das realidades de atividades rotineiras da fábrica.

Antes e durante o trabalho, os trabalhadores devem avaliar os equipamentos ou as condições do meio de trabalho, havendo irregularidade devem ser relatadas aos supervisores e suspensas às atividades até que seja reparado o possível problema. Não foi observada na manutenção da telha a execução de procedimentos preliminares e as análises de risco, aumentando assim o risco de queda de pessoal ou equipamentos e materiais podendo atingir terceiros.

Uma grande deficiência também em sinalizações e isolamento onde se estava exercendo atividades em altura, aumentando a possibilidade de um transeunte qualquer ser atingido por queda de material ou na possível queda de um trabalhador.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A meta principal deste trabalho é identificar e apontar o real motivo das deficiências das condições de trabalho seguro durante as operações de atividades em altura. É possível comprovar com o checklist ao longo do desenvolvimento do trabalho e através de registro fotográficos de forma simples e pratica a problemática em questão do “Trabalho de Conclusão de Curso”: Porque a negligencia na falta de planejamento, organização e execução de trabalho em altura são tão acentuadas nas empresas brasileiras?

O checklist permite ao profissional a quem aplica visualizar e distinguir situações de “Conformidade” ou de “Não Conformidade” dando a chance de correção ou adequação de situação que esteja gerando risco de acidente ao trabalhador.

Nota se a importância de um excelente treinamento para os trabalhadores, onde irão executar suas atividades com eficácia e segurança, uma vez bem treinado será capaz de inspecionar seus equipamentos de proteção individual, distingui los para uma melhor aplicabilidade, ou seja, escolher os melhores dispositivos para utilizados de forma segura. Identificar condições inseguras e de risco eminente que possa lhe causar um acidente. Fazer uma análise de risco, ao qual faz parte de um planejamento antemão à execução de qualquer atividade.

Os equipamentos de proteção individual são ferramentas indispensáveis para afirmar a segurança do trabalhador, contudo se sua usabilidade for ineficaz ou utilizada de forma errada gera situações de risco de queda ao trabalhador. Por vezes o trabalhador é negligente não fazendo o uso devido dos equipamentos é preciso ser bem rigoroso enquanto ao uso, “cumprir e fazer cumprir”; pois a utilização dos EPI’s salvam vidas.

Em sua maioria, os acidentes em altura, acontecem devido ao mau uso dos equipamentos de proteção individual e dos equipamentos de proteção coletivos, conjugados, ademais a falta de antecipação e planejamento baseada nas normas regulamentadoras.

Em um contexto geral a empresa atende muitos quesitos para as atividades em altura, contudo concluímos a negligencia por parte das execuções que muitas das vezes existe uma urgência em se executar uma manutenção ou instalação de algum tipo de serviço, e não se é dado importância, ou seja, as ações acabam sendo negligente a segurança do trabalho. Como um simples fato de não ter pontos fixos de

ancoragem, seja pra entroncamento de andaimes ou atracar um dispositivo anti quedas de EPI.

É sabido que o atual trabalho não representa a realidade do cenário encontrado na atualidade, as amostragens são reduzidas e seria necessária uma avaliação mais minuciosa dos itens julgados, entretanto o documento pode servir de base para futuros estudos e também para a empresa que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AYRES, D. D. O.; CORRÊA, J. A. P. **Manual de prevenção de acidentes do trabalho**: aspectos técnicos e legais. São Paulo: Atlas, 2001.

ALTISEG. **Equipamentos**. Disponível em: <http://www.altiseg.com.br/equipamentos.php>>. Acesso em: julho de 2020.

ALVES, Cleidson Rosa. **Planejamento, organização e execução de medidas de proteção contra acidentes em altura na construção civil**: estudo de caso na cidade de Criciúma-SC. Monografia. Engenharia de Segurança do Trabalho. Criciúma, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/3390/1/Cleidson%20Rosa%20Alves.pdf>>. Acesso em: maio de 2020.

BARBOSA, Andrea Maria Gouveia...[et al.]. **Segurança e saúde na Indústria da construção no Brasil**: Diagnóstico e Recomendações para a Prevenção dos Acidentes de Trabalho / Vilma Sousa Santana, organizadora; [autores] – Brasília : SESI/DN, 2012. 60p.: il. (Programa Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho para a Indústria da Construção). Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/estatistica/construcao-civil.pdf>>. Acesso em: junho de 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 – Equipamentos de proteção individual.**

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.**

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35 – Trabalho em altura.**

COSTA, M. D. F. B. D.; COSTA, M. A. D. **segurança e saúde no trabalho:** cidadania, competitividade e produtividade. 2007. ed. São Paulo: Qualitymark, 2005.

CARDOSO, Mônica Moreira. **A responsabilidade e a conscientização do uso do EPI (equipamento de proteção individual) no ambiente de trabalho.** Assis: Fundação Educacional do Município de Assis, 2014. Disponível em: <<http://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1011301110.pdf>>. Acesso em: Julho de 2020.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=equipamentos+de+prote0QsAQ&biw=1280&bih=651>>. Acesso em: Julho de 2020.

FUNDACENTRO. **Engenharia de segurança do trabalho na construção.** São Paulo:FUNDACENTRO , 2001

FUNDACENTRO. **engenharia de segurança na industria da construção civil.** 2ª. ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 2011.

GOMES, Roberto. **Negligência, Imprudência e Imperícia – Qual a Diferença?** 2013. Disponível em: <<http://portaltrabalhoseguro.blogspot.com.br/2013/08/negligencia-imprudencia-e-impericia.html>>. Acesso em: Maio de 2020.

GONÇALVES, S. P. G.; XAVIER, A.A.P.; KOVALESKI, J. L. A visão da ergonomia

sobre os atos inseguros como causadores de acidentes do trabalho. **XXV Encontro Nac. de Eng. da Produção**. Porto Alegre, 2005.

Histórico da Evolução dos Conceitos de Segurança, 2008. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART369.pdf> Acesso em Julho de 2020.

HONEYWELL. Disponível em: <<http://www.honeywellsafety.com>>. Acesso em maio de 2020.

PORTAL DOS EQUIPAMENTOS. **A segurança operacional em plataformas de trabalho aéreo**. 2016. Disponível em: <http://www.portaldosequipamentos.com.br/equipanews/cont/m/a-seguranca-operacional-em-plataformas-de-trabalho-aereo_9539_38>. Acesso em: Julho de 2020.

RAMOS, Paulo. **Análise do programa de prevenção de acidentes – quase acidente – e a viabilidade da aplicação direta na construção civil – estudo de caso**. Criciúma, dez.2009. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000040/000040EF.pdf>>. Acesso em: Junho de 2020.

REVISTA PROTEÇÃO, Edição 247 – Julho de 2012, Ano XXV.

REVISTA PROTEÇÃO, Edição 280 – Abril de 2015.

SALIBA, T. M. **Legislação de segurança, acidente do trabalho e saúde do trabalhador**. 6ª. ed. São Paulo: LTr, 2009.

SEGURANÇA DO TRABALHO. Anexo 1. Check-List Trabalho em altura – NR 35.. Disponível em: <<http://www.segurançadotrabalhonwn.com/check-list-trabalho-em-altura>>. Acesso em: Julho de 2020.

SILVA, Elias Hans Dener Ribeiro da; DANIEL, Bruna Henemann; OLIVEIRA, Diogo

Balestrin de. Os sistemas de gestão em segurança e saúde no trabalho em auxílio à prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde - RGSS**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 157-172, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.revistargss.org.br/ojs/index.php/rgss/article/view/23/51>>. Acesso em: Julho de 2020.