

# ANAIS

## DA II SEMANA DAS ENGENHARIAS AMBIENTAL E CIVIL



# ENGENHARIA NA PRÁTICA: O ENGENHEIRO CIVIL E AMBIENTAL NO MERCADO DE TRABALHO

## **Anais da II Semana das Engenharias Ambiental e Civil**

Engenharia na prática: o engenheiro civil e ambiental no mercado de trabalho

Matheus Fernandes de Araújo Silva  
Janaína Cortêz de Oliveira  
**Organizadores**

## **Anais da II Semana das Engenharias Ambiental e Civil**

Engenharia na prática: o engenheiro civil e ambiental no mercado de  
trabalho



2020

©2020. Direitos Morais reservados aos organizadores: Matheus Fernandes de Araújo Silva e Janaína Cortêz de Oliveira. Direitos Patrimoniais cedidos à Editora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (EdUFERSA). Não é permitida a reprodução desta obra podendo incorrer em crime contra a propriedade intelectual previsto no Art. 184 do Código Penal Brasileiro. Fica facultada a utilização da obra para fins educacionais, podendo a mesma ser lida, citada, compartilhada e referenciada. A Editora signatária da Lei n. 10.994, de 14 de dezembro de 2004 que disciplina o Depósito Legal.

**Reitora**

Ludimilla Carvalho Serafim de Oliveira

**Coordenador da EdUFERSA**

Mário Gaudêncio

**Organizadores dos Anais**

Matheus Fernandes de Araújo Silva e Janaína Cortêz de Oliveira

**Conselho Editorial da EdUFERSA**

Mário Gaudêncio, Keina Cristina Santos Sousa e Silva, Rafael Castelo Guedes Martins, Rafael Rodolfo de Melo, Fernanda Matias, Emanuel Kennedy Feitosa Lima, Rafael Lamera Giesta Cabral, Franselma Fernandes de Figueiredo, Antonio Diego Silva Farias, Luís Cesar de Aquino Lemos Filho e Pedro Fernandes de Oliveira Neto.

**Equipe Técnica EdUFERSA**

Francisca Nataligeuza Maia de Fontes (Secretária), José Arimateia da Silva (Designer Gráfico), Nichollas Rennah (Analista de Sistemas) e Mário Gaudêncio (Bibliotecário).

Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)  
Editora Universitária (EdUFERSA)

S471      *Semana das Engenharias Ambiental e Civil (2. : 2020 : Mossoró, Brasil).*  
Semana das Engenharias Ambiental e Civil / organizado por Matheus Fernandes de Araújo Silva e Janaína Cortêz de Oliveira. – Mossoró: EdUFERSA, 2020.  
316 f. : il.

Anais da II Semana das Engenharias Ambiental e Civil, sob a temática: Engenharia na prática: o engenheiro civil e ambiental no mercado de trabalho.  
E-ISBN: 978-65-87108-07-0

1. Engenharia. 2. Engenharia ambiental. 3. Engenharia civil. I. Silva, Matheus Fernandes de Araújo. II. Oliveira, Janaína Cortêz de. III. Título.

CDD: 620

Mário Gaudêncio (CRB-15/476)  
Bibliotecário-Documentalista

**Editora filiada:**



Av. Francisco Mota, 572 (Campus Leste, Centro de Convivência) Costa e Silva  
Mossoró-RN | 59.625-900 | Telefone: +55 (84) 3317-8267

<http://edufersa.ufersa.edu.br> | <https://livraria.ufersa.edu.br> | [edufersa@ufersa.edu.br](mailto:edufersa@ufersa.edu.br)

Matheus Fernandes de Araújo Silva

Janaína Cortêz de Oliveira

***Organizadores***

## **Anais da II Semana das Engenharias Ambiental e Civil**

Engenharia na prática: o engenheiro civil e ambiental no mercado de trabalho



2020

**Organizadores dos Anais**

Matheus Fernandes de Araújo Silva  
Janaína Cortêz de Oliveira

**Comissão Científica dos Anais**

Alex Pinheiro Feitosa  
Alisson Gadelha de Medeiros  
Fabiola Luana Maia Rocha  
José Daniel Jales Silva  
Jose Henrique Maciel de Queiroz  
Joseane Dunga da Costa  
Josy Eliziane Torres Ramos  
Kytéria Sabina Lopes de Figueredo  
Marília Cavalcanti Santiago  
Messias Fernandes Neto  
Otavio Paulino Lavor  
Rafaely Angelica Fonseca Bandeira  
Renata Jully Nunes Xavier  
Sanderlir Silva Dias  
Sharon Dantas da Cunha  
Wesley de Oliveira Santos

**Comissão Discente dos Anais**

Alana Ticiane Alves do Rêgo, Aline Eliziane Ribeiro Batista, Álvaro Felipe Agostinho da Silva, Anna Beatriz P. de Paiva Pordeus, Antônia Patrícia dias Chaves, Antônio Nogueira Neto, Augusto Albuquerque Santos Neto, Beatriz Barboza de Souza, Daniella Victória Mendes Diniz, Francisca Mirtes Nunes dos Santos, Francisco Edvar Lima Júnior, Francisco Soares Roque, Gleiceane da Silva Lima, Hewertnh Marques Alves, Hingrid Soares de Araújo, Isis dos Santos Costa, Kairo Ribeiro de Moraes, Maria Renata Fernandes do Rego, Mariana Lopes Nogueira, Mileno Alexandre Barbosa Epifânio, Natalia Maria Diniz Pereira Almeida, Pedro Alves de Sousa Neto, Pedro David Rodrigues Lima, Renê Alexssandro Brito de Sá, Sabrina Cristina Silva, Samuel Queiroz Dantas, Simone Taiane Gameleira, Tailton Telles da Silva Saraiva, Tairine de Sousa brilhante, Talita Tássia da Costa, Thiago Jose Lima Rosa e Waleskha Benevenuto Pinto Neves.

**Revisão Ortográfica dos Anais**

Elane Maria das Neves

# SUMÁRIO

---

APRESENTAÇÃO .....	9
1 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DO PÓRTICO SIMPLES DE SINALIZAÇÃO VERTICAL LOCALIZADO NO DISTRITO DE PLACAS, UIRAÚNA-PB.....	11
2 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA ENTRE O MÉTODO PRÁTICO E O MÉTODO DAS SEÇÕES.....	19
3 EXECUÇÃO DE PAREDE DIAFRAGMA: UM ESTUDO DE CASO EM PAU DOS FERROS/RN.....	32
4 ANÁLISE DAS VANTAGENS ORÇAMENTÁRIAS DAS VIGAS CONVENCIONAIS FRENTE ÀS VIGAS GERBER .....	45
5 DEFINIÇÕES E ANÁLISES DOS MODELOS ESTRUTURAIS: ESTUDO DE CASOS PRÁTICOS.....	54
6 ANÁLISE DE TENSÕES EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO .....	66
7 ANÁLISE DOS ESFORÇOS GERADOS POR DIFERENTES TIPOS DE TELHAS CERÂMICAS NAS VIGAS QUE COMPÕEM ESTRUTURAS DE TELHADO .....	75
8 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DECORRENTES DE FUNDAÇÃO EM SOLOS ORGÂNICOS ...	81
9 INTERPRETAÇÃO ESTÁTICA DE UM SEMI PÓRTICO METÁLICO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL SUBMETIDO A ESFORÇOS .....	88
10 ESTRUTURA DE CONTENÇÃO COM PNEUS INUTILIZÁVEIS: PROCESSOS CONSTRUTIVOS E APLICAÇÕES .....	96
11 ANÁLISE NUMÉRICA DOS MÉTODOS DE CÁLCULO DE RECALQUE DE FUNDAÇÕES EM SAPATAS ISOLADAS.....	106
12 ANÁLISE ESTRUTURAL DE UMA VIGA POR MEIO DO PRINCÍPIO DA SUPERPOSIÇÃO DOS EFEITOS.....	117
13 ANÁLISE DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR PROBLEMAS NA FUNDAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM OLHO D'ÁGUA DOS BORGES/RN .....	129
14 CÁLCULO DE DESLOCAMENTO DE UMA VIGA DEVIDO À TEMPERATURA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E DO PRINCÍPIO DOS TRABALHOS VIRTUAIS.....	136
15 ANÁLISE DE VIGAS INCLINADAS: UM ESTUDO SOBRE AS FORÇAS ATUANTES EM ESCADAS .....	145
16 ALTERNATIVAS DE FUNDAÇÕES: ANÁLISE PARA UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL COLETIVO EM PAU DOS FERROS/RN.....	153
17 PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO COM MURO DE GABIÃO .....	167
18 A UTILIZAÇÃO DO ORÇAMENTO EXECUTIVO COMO FERRAMENTA FUNDAMENTAL NO PROCESSO DE GESTÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	175

19 POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV): O FUTURO NO MERCADO DE POSTES .....	182
20 PEÇAS PRÉ-FABRICADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO E SUAS APLICAÇÕES .....	191
21 CONTROLE DE QUALIDADE EM UMA EMPRESA DE PRÉ-MOLDADOS EM MOSSORÓ .....	199
22 DISCRETIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO DA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS COM INTEGRAÇÃO DAS CADEIAS PRODUTIVAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO .....	208
23 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE MOAGEM NA POTENCIALIDADE DE INCORPORAÇÃO DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA EM SOLO CIMENTO .....	214
24 MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE PRÉ-FABRICADOS .....	227
25 NOVAS TECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS .....	233
26 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA DEFORMAÇÃO DOS NÓS DE PÓRTICOS.....	239
27 DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA FEIRA LIVRE DE PAU DOS FERROS/RN .....	246
28 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS HABITANTES DA CIDADE DE CORONEL JOÃO PESSOA/RN .....	254
29 ANALOGIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PÚBLICO E PRIVADO NA CIDADE DE SOUSA/PB.....	262
30 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DO VAZADOURO PÚBLICO DE PAU DOS FERROS/RN .....	274
31 ANÁLISE DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUAS CINZAS DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DA CIDADE DE PAU DOS FERROS/RN.....	282
32 ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA PARA DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE.....	289
33 O DESMATAMENTO DA CAATINGA E SUA RELAÇÃO COM AS SECAS RECORRENTES NA REGIÃO DO ALTO OESTE POTIGUAR.....	296
34 OBTENÇÃO DE BIOPOLÍMERO UTILIZANDO O GLICEROL PROVENIENTE DO BIODIESEL DE BABOSA.....	305
SOBRE OS AUTORES.....	311



O mercado de trabalho das Engenharias Civil e Ambiental é bastante amplo e diversificado, sendo assim se faz necessário que os estudantes, ainda na Universidade, desenvolvam competências e habilidades, ampliando sobretudo conhecimentos teóricos ao mesmo tempo que se exige características como: inovação, criatividade, capacidade de trabalho em equipe, empreendedorismo e conhecimentos culturais. Além disso, é imprescindível que estes se apeguem às práticas construtivas com a sustentabilidade ambiental e responsabilidade com a sociedade, porque o mercado de trabalho está cada dia mais competitivo.

Para desenvolver e despertar essas competências tão importantes para o futuro Engenheiro Civil e Ambiental foi que os Cursos de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária do Campus Pau dos Ferros deu continuidade ao evento II Semana das Engenharias ambiental e Civil - II SEAC e abordou o tema: “Engenharia na prática: o engenheiro civil e ambiental no mercado de trabalho.”

Nessa II edição, a Semana das Engenharias Ambiental e Civil (SEAC) foi realizada no período de 30 de julho a 01 de agosto de 2019, pelos cursos do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA – Câmpus Pau dos Ferros, com apoio da Pró - Reitoria de Extensão e Cultura – PROEC através do Edital 001/2019.

A II SEAC trouxe diversas atividades ligadas ao ensino, a pesquisa e a extensão, proporcionando formação técnica e científica com troca de conhecimentos entre estudantes e profissionais das Engenharias. Diversas atividades foram realizadas, como: palestras, mesas redondas, minicursos, apresentação oral de trabalhos científicos, competições (taludes, concreto leve e maquetes de casa sustentável), mostra de profissões para escolas de ensino médio, escritório de engenharia e atividades culturais (apresentação instrumental, oficina de dança e capoeira).

Com mais de 300 inscritos, o evento contou com a participação de estudantes de várias Instituições de ensino da cidade de Pau dos Ferros, bem como da região oeste do estado do Rio Grande do Norte, além das cidades vizinhas dos estados do Ceará e da Paraíba, representantes de órgãos governamentais desses municípios e os estudantes da UFRSA.

Os trabalhos científicos apresentados na semana compõem estes anais constam das seguintes áreas: Engenharia Civil (Estruturas, Geotecnia e Metodologias construtivas) e Engenharia Ambiental e Sanitária (Recursos hídricos, Poluição, Saneamento e Tecnologia Ambiental).

# 1 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DO PÓRTICO SIMPLES DE SINALIZAÇÃO VERTICAL LOCALIZADO NO DISTRITO DE PLACAS, UIRAÚNA-PB



Aristides Pereira da Silva Neto

Aury Paulino de Araújo Júnior

Beatriz Barboza de Souza

Fabiola Luana Maia Rocha

## 1.1 INTRODUÇÃO

Os recentes avanços tecnológicos no setor da engenharia civil possibilitaram o surgimento de materiais mais resistentes e modelos computacionais mais precisos, contribuindo demasiadamente para idealização de sistemas estruturais mais eficientes e esbeltos, também auxilia nos cálculos de análise estruturais (GALVÃO et al., 2013).

Análise estrutural é o estudo do comportamento da estrutura. Para analisar o comportamento de estruturas foi necessário o desenvolvimento de teorias, inicialmente para estruturas reticuladas, pois são os tipos mais comuns, como exemplo os pórticos (MARTHA, 2017).

A conexão de elementos lineares, pilares e vigas, formando uma só peça que não permite rotações relativas é conhecido como pórticos. Os pórticos são classificados em planos, espaciais e compostos. Sua principal função é garantir estabilidade e resistência a esforços normais, cortantes e flexão. São constituídos de nós rígidos ou rotulados, podendo conter articulações nos elementos estruturais (CAIXETA; OLIVEIRA, 2018).

Uma das principais aplicações de pórticos no cotidiano são em suporte de sinalização de trânsito vertical, essa sinalização tem como principal função transmitir aos condutores uma mensagem visual de regras, informações de trânsito e da cidade onde são instaladas. (MARQUES, 2016).

Para a implantação desse tipo de sinalização o projeto obrigatoriamente deve seguir as normas regulamentadoras da ABNT relativas as estruturas para sinalização. No projeto deve-se levar em conta alguns fatores, como o tráfego de veículos, necessidade de controle

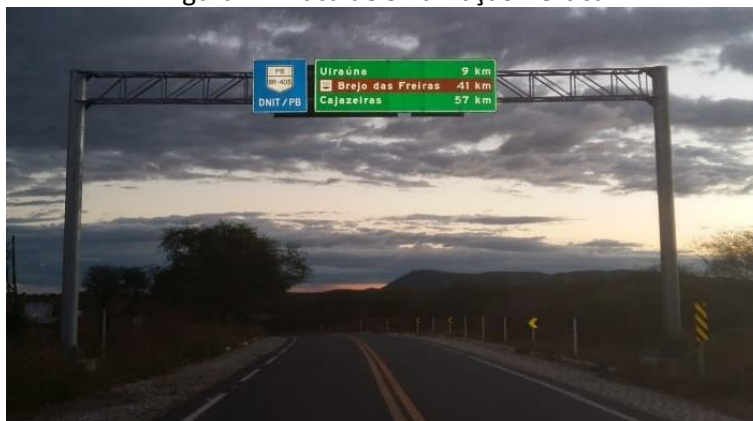
do trânsito, espaço insuficiente para implantação das placas nas posições convencionais, os materiais utilizados na estrutura, dentre outros fatores, pois irão influenciar no memorial de cálculo (PAIVA, 2009).

Tendo em vista que os pórticos são estruturas sujeitas a diversos tipos de esforços externos e internos, é necessário entender como esse tipo de estrutura se comporta ao se aplicar essas forças. Assim, o presente trabalho propõe a estudar o comportamento de um pórtico de uma sinalização vertical, localizada na cidade do Uiraúna-PB.

## 1.2 METODOLOGIA

A Figura 1 mostra a placa de sinalização vertical em pórticos, que foi o objeto de estudo.

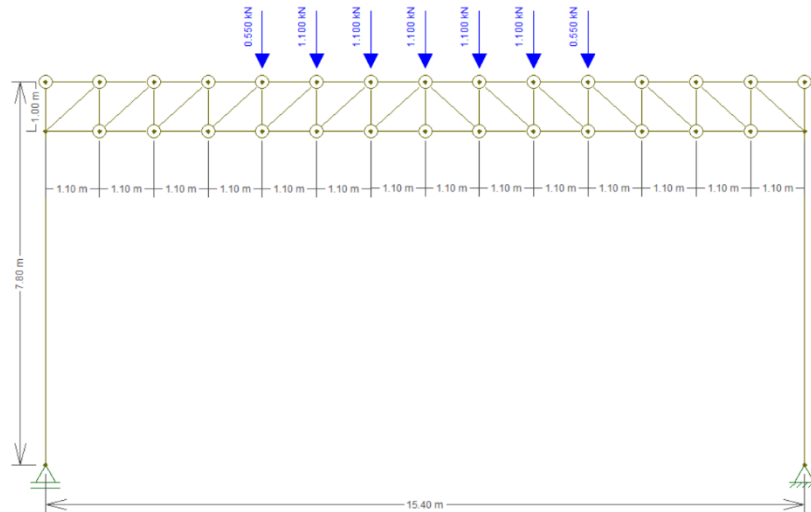
Figura 1 - Placa de Sinalização Vertical



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Contudo, devido a impossibilidade de obter-se todos os dados reais dos pórticos e a indisponibilidade de informações do projeto dessa estrutura. Foi necessário a realização de pesquisas bibliográficas, a fim de auxiliar na criação de um pórtico no software ftool, representando a estrutura que está sendo estudada e utilizando alguns dados coletados no local e nas normas do manual de sinalização vertical. A Figura 2 esquematiza as dimensões da placa de sinalização vertical estudada, como também as cargas que estão exercendo esforço nessa estrutura.

Figura 2 - Esquemática da placa.



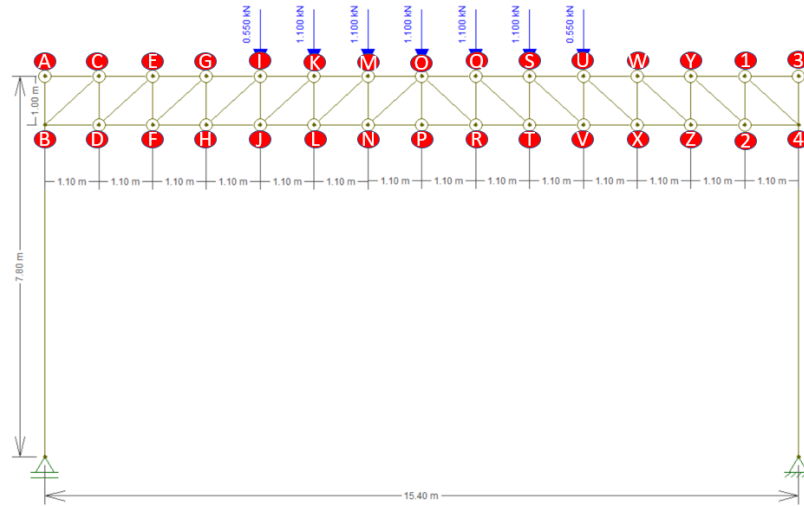
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da análise da placa de sinalização, através de fotografias e visita no local, não foi possível ter acesso a todas as medidas específicas da estrutura metálica e nem das placas de sinalização presente na mesma, pois essas informações são de sigilo da empresa com a prefeitura do município, com isso tivemos que fazer a utilização de aproximações dessas dimensões, através das medidas fornecidas pelo CONTRAM (Conselho Nacional de Trânsito), afim de analisar uma aproximação do comportamento da estrutura.

Considerando que o comprimento da placa de sinalização de vertical é de 6,6 metros e que, esta placa age como uma carga distribuída genérica  $P$ , pode imaginar uma situação ideal em que as cargas estão agindo somente sobre os nós. Como representa a Figura 3.

Figura 3 - Análise estrutural.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Calculando as reações de apoio, obtêm-se as Equações 1 e 2:

$$\sum M_a = 0 \quad -6,6P * 7,7 + 15,4P = 0 \quad (1)$$

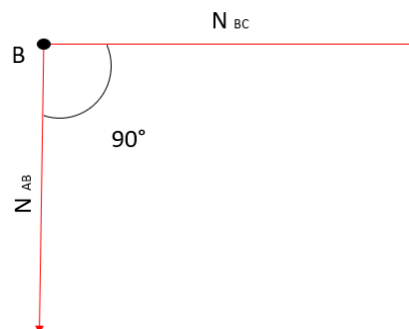
$$V_B = 3,3P$$

$$\sum F_y = 0 \quad V_A + V_B = 6,6P \quad (2)$$

$$V_A = 3,3P$$

A partir do Método dos Nós, pode-se calcular os esforços solicitantes em cada ponto da estrutura, sendo assim, os esforços solicitantes no nó B, são:

Figura 4 - Análise do Nó B

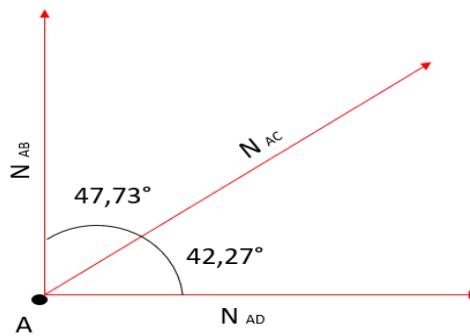


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$\begin{aligned}\sum Fy &= 0 \\ N_{BC} &= 0 \\ \sum Fx &= 0 \\ N_{AB} &= 0\end{aligned}$$

Análise do Nó A, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Análise no ponto A.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$\begin{aligned}\sum Fy &= 0 \\ 3,3 + N_{AC} \cdot \cos(47,73^\circ) &= 0 \\ N_{AC} &= -4,906 \text{ KN} \\ \sum Fx &= 0 \\ N_{AD} - 4,906 \cdot \cos(42,27^\circ) &= 0 \\ N_{AD} &= -3,63 \text{ KN}\end{aligned}$$

De modo análogo, obtêm os valores para os demais nós. O Quadro 1 mostra os valores encontrados pelo método dos nós.

Quadro 1 - Análises dos Esforços Normais

Nós	Método dos Nós [KN]	Nós	Método dos Nós [KN]
NAB	0	NQO	-19.965
NBC	0	NQP	0
NAC	-4.906	NQR	-0.818
NAD	3.63	NPR	19.965
NCE	-3.63	NQS	-17.545
NCD	3.3	NQR	0.55
NDE	-4.906	NQT	-2.453
NDF	7.26	NRT	19.36
NEG	-7.26	NSU	-14.52
NEF	3.3	NST	1.65
NFG	-4.906	NSV	-4.088
NFH	10.89	NTV	17.545
NGI	-10.89	NUW	-10.89
NGH	3.3	NUV	2.75
NHI	-4.906	NUX	-4.906
NHJ	14.52	NVX	14.52
NIK	-14.52	NWY	-7.26
NIJ	2.75	NWX	3.3
NJK	-4.088	NWZ	-4.906
NJL	17.545	NXZ	10.89
NKM	-17.545	NY1	-3.63
NKL	1.65	NY2	3.3
NLM	-2.453	NYZ	-4.906
NLN	19.36	NZ2	7.26
NMO	-19.37	N13	0
NMN	0.55	N12	3.3
NND	-0.818	N14	-4.906
NNP	19.965	N24	3.63

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A Figura 6 mostra os valores obtidos a partir do Software Ftool.

Figura 6 - Diagrama de Esforço Normal.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Como esperado, os esforços normais analisados pelo método dos Nós coincidiram com os valores obtidos a partir do software Ftool. Quanto aos esforços de momento fletor e força cortante, estes não foram analisados devido seus resultados serem zero.



## 1.4 CONCLUSÕES

O presente trabalho analisou o comportamento dos esforços internos de um pórtico, empregado em uma sinalização vertical do distrito de placas, no Uiraúna-PB. A análise foi realizada pelo software Ftool e comparadas com os cálculos realizados, observou-se que os valores coincidiram mesmo não sendo possível obter-se as dimensões das placas exatas, assim se utilizou as normas de sinalização de trânsito, fornecidas pelo manual do CONTRAM (Conselho Nacional de trânsito).

Com a estrutura criada no software Ftool, conseguimos analisar o seu comportamento em função das cargas adotadas, tendo em vista o conhecimento sobre treliças, podemos perceber que apenas foi possível gerar o diagrama do esforço normal, conseqüentemente o de cortante e fletor sempre serão iguais a zero.

Como vimos, tanto pelo software como nos cálculos, os valores foram  $N_{ac} = -4,906$  calculado e  $N_{ac} = -4,906$  fornecido pelo Ftool, assim como os demais resultados, pode-se perceber a semelhança entre os métodos e eficiência de se utilizar softwares simples de âmbito acadêmico, que auxilia no dimensionamento de estruturas. Uma simetria de forças normais acontece em todo os vãos das barras, assim tanto os valores calculados quanto os valores encontrados podem representar com eficiência o comportamento da viga.

Outro ponto notado no estudo foi a importância do uso de sinalização vertical suspensa, pois elas chamam atenção do condutor, assim influenciando diretamente no comportamento dele no trânsito das rodovias, portanto prevenindo a ocorrência de acidentes.

## REFERÊNCIAS

CAIXETA, D. J. A; OLIVEIRA, G. F. **Estudo do método de elementos finitos como ferramenta na engenharia civil**. 2018. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Unievangélica, Anápolis, 2018.

GALVÃO, A. S. et al. Estabilidade e vibração não linear de pórticos em aço usados em galpões industriais: análise paramétrica. **Rem: Rev. Esc. Minas**, v. 66, n. 4, 2013.

MARQUES, A. F. R. **Manutenção e conservação de sinalização em autoestradas**: caso de estudo - A8 Autoestrada do Oeste. Lisboa: [s.n.], 2016. 161 p.

MARTHA, L. F. **Análise de estruturas conceitos e métodos básicos**. 2. ed. [S.l.]: Elsevier, 2017. 600 p.

PAIVA, F. M. **Análise da estabilidade e dimensionamento de pórticos metálicos de sinalização em auto-estradas**. 2009. 232 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Porto, 2009.

Bianca Bezerra Duarte Gomes

Davi Ferreira de Silva Lima

Francisco Eduardo Duarte da Silva

Fabíola Luana Maia Rocha

## 2.1 INTRODUÇÃO

Uma estrutura pode ser definida como o conjunto de peças que ao receberem solicitações externas são capazes de transmiti-las até seus apoios formando um sistema de forças em equilíbrio. Para engenharia, existem inúmeros exemplos de estruturas, como por exemplo: Pontes, viadutos, barragens, rodovias, aviões e navios.

Ao analisar uma estrutura, é necessário que se tenha atenção a que tipos de esforços a estrutura estará sujeita. Existe, de acordo com Cascão (2009), esforços ou ações solicitantes ou resistentes, a primeira, pode ser subdividida em externas e internas. O estudo dos esforços internos quantifica os momentos e as forças atuantes na estrutura.

Dessa forma, a análise pode ser feita por dois métodos, o das seções e o prático. O método das seções, segundo Hibbeler (2012), baseia-se em seccionar a estrutura, de acordo com os trechos homogêneos, e utilizar condições de equilíbrio para quantificar os esforços atuantes. Já o método prático é feito usando os mesmos princípios do método das seções, porém de forma mais rápida, pois ao analisar parte da estrutura as forças que são identificadas se transferem para as seções posteriores sendo alterando só o sentido.

O objetivo do presente artigo é comparar os dois métodos de resolução, com base nisso, identificar as principais diferenças entre ambos apresentando em quais casos eles deveriam ser utilizados.

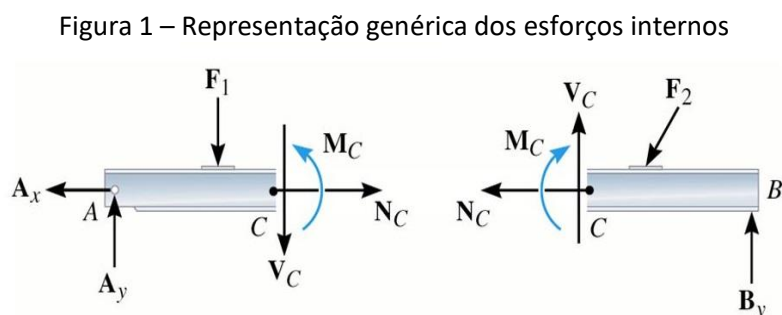
## 2.2 METODOLOGIA

Com base em pesquisa bibliográfica e em uma análise quantitativa entre o método das seções e o método prático. Dessa forma, a equipe elaborou-se um modelo estrutural e selecionou seis alunos da turma de Mecânica das Estruturas 1 do semestre de 2019.1 da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, a fim de obter as forças internas do modelo proposto e o tempo em que cada aluno levaria para resolver a questão. Dessa forma foi possível obter diferenças quantitativas e qualitativas entre as duas formas de resolução.

### 2.3 REFERENCIAL TEÓRICO

A análise estrutural é uma concepção que perdura desde a antiguidade, tendo em vista que ao observar as estruturas mais antigas existentes como castelos e grande casarões, iremos notar de forma rápida que as mesmas possuem paredes e vigas e/ou pilares esbeltos em relação às estruturas da atualidade, também é bastante simples saber que temos um controle tecnológico bem mais avançado nas estruturas atuais. Nessa perspectiva, surge a seguinte indagação: por que foi considerado seguro a diminuição das seções dos elementos estruturais? A resposta para esse questionamento surge das análises estruturais, a partir dessas é possível determinar como os esforços se distribuem nos elementos estruturais e só assim, a partir do desenvolvimento dos estudos voltados a área, descobrir quais seriam as seções necessárias para os elementos.

Dentre as análises estruturais existem inúmeras maneiras de se obter os esforços de um elemento, sendo estes internos ou externos. Se atendo para os internos que seriam reações que se deliberam internamente nas fibras do material, de tal modo como ilustrado na Figura 1.



Fonte: FRASCO (2015).

Na figura 1, temos a ilustração de um elemento estrutural qualquer que foi submetido a esforços externos onde esses geram forças no interior de todo o elemento, como pode-se observar  $V_c$  que seria a esforço cortante,  $N_c$  o esforço normal e  $M_c$  o momento fletor. Com isso, cada esforço pode ser conceituado como:

**Esforço cortante:** Representa a soma algébrica de todas as forças que atuam em um plano perpendicular ao eixo da peça que as contém de modo a produzir esforços que podem fazer com que uma seção deslize sobre a outra (FREITAS, 2019).

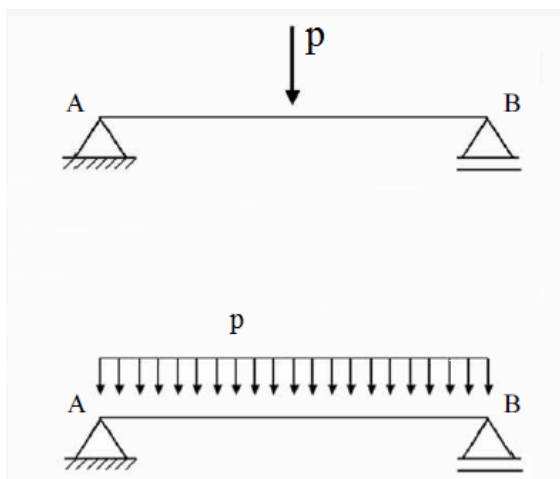
**Esforço normal:** São forças que atuam de paralelamente ao elemento, ou seja, com um ângulo de  $180^\circ$  em relação ao eixo das peças. Estes podem ser de tração que tendem a 'esticar' o objeto. Já a compressão tenderá a comprimir todas as fibras do objeto (FREITAS, 2019).

**Momento fletor:** É um esforço que, como o próprio nome sugere, tenderá a fletir o elemento, onde esses são gerados por forças que estejam perpendiculares ao eixo do elemento.

Entretanto, falou-se até o momento de cada esforço, entretanto, não como os mesmos se comportam ao longo do eixo da peça. Para tal análise surge o método das seções que exemplifica como isso ocorre e logo após surge o método prático que vem como um aperfeiçoamento do método anterior.

No que se refere ao método das seções, podem inferir que o mesmo consiste na análise em várias seções genéricas do objeto. Onde essas seriam tratadas em trechos homogêneos, ou seja, cada espaço que possua a mesma característica será considerado homogêneo, isso fica claramente exemplificado na Figura 2.

Figura 2 - Representação de seções em uma estrutural



Fonte: ROTA (2019).

Se uma análise na primeira representação, onde atua somente uma carga pontual é fácil notar que saindo do ponto (A) até o ponto (B) todo o trecho se comporta de forma não homogênea pois ao analisar o mesmo a força (P) faz com que haja uma descontinuidade no mesmo, com isso tem-se um trecho homogêneo de (A) até a força (P) e outro saindo da força (P) até o ponto (B). Diferentemente da segunda ilustração, onde atua uma carga distribuída, saindo de (A) percebemos que age uma mesma força continuamente até o ponto (B), ou seja, todo o trecho é homogêneo tendo-se então apenas uma seção.

Dessa forma, as forças em uma seção são calculadas com base em um conceito básico de estruturas conhecido como equações de equilíbrio. Para o melhor entendimento sobre o equilíbrio de forças recomenda-se uma breve revisão literária em conceitos básicos das três leis de Newtons (NUSSENZVEIG, 2002).

As análises podem ocorrer tanto em três dimensões as equações de equilíbrio serão 6,  $\sum F_x = 0$ ,  $\sum F_y = 0$ ,  $\sum F_z = 0$ ,  $\sum M_x = 0$ ,  $\sum M_y = 0$  e  $\sum M_z = 0$ . Entretanto, analisar uma estrutura em três dimensões é um trabalho complexo, logo surge o conceito de estrutura plana - análise em duas dimensões – nesse caso apenas 4 das 6 condições de equilíbrio podem ser consideradas. Que por exemplo se estivermos no plano XY, as condições a serem consideradas serão  $\sum F_x = 0$ ,  $\sum F_y = 0$ ,  $\sum M_x = 0$ ,  $\sum M_y = 0$ .

Com isso, o método das seções consiste basicamente em desenvolver equações que representem de forma geral os esforços internos ao longo do eixo. Com Ao analisar-se a

segunda ilustração da figura 2, tem-se apenas uma seção de tal modo que as equações de esforços internos podem ser desenvolvidas como segue:

Como a figura é simétrica as reações no apoio serão apenas  $r_a = r_b = (pl)/2$ , nesse intuito se analisarmos a seção da esquerda para direita teremos que,

$$\begin{aligned}\sum m_{s1} &= 0 \\ -M_x + \frac{pl}{2}x - px\frac{x}{2} &= 0 \\ M_x &= -\frac{px^2}{2} + \frac{plx}{2}\end{aligned}$$

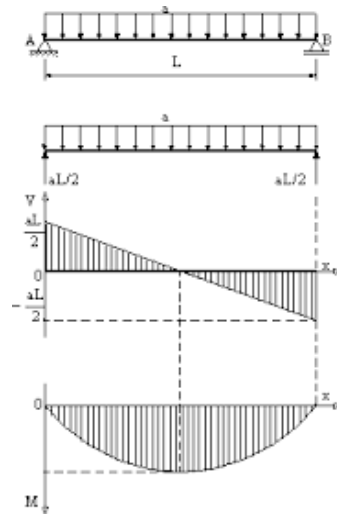
$$\begin{aligned}\sum f_y &= 0 \\ -v_x + \frac{pl}{2} - px &= 0 \\ v_x &= px - \frac{pl}{2}\end{aligned}$$

Para um  $x$  que varia ao longo do elemento, ou seja,  $0m \leq x \leq lm$ . Tem-se duas funções e pode-se imaginar que a melhor forma de se representar uma função é fazendo-se o gráfico da mesma, na mecânica das estruturas esse gráfico é conhecido como digrama. Para a construção deste serão analisados as extremidades e o centro da viga, desse modo,

$$\begin{aligned}M(0) &= -\frac{p0^2}{2} + \frac{pl0}{2} = 0 \\ M\left(\frac{l}{2}\right) &= -\frac{p\left(\frac{l}{2}\right)^2}{2} + \frac{pl\left(\frac{l}{2}\right)}{2} = \frac{pl^2}{8} \\ M(l) &= \frac{pl^2}{2} - \frac{pll}{2} = 0 \\ v(0) &= p0 - \frac{pl}{2} = -\frac{pl}{2} \\ v(l) &= pl - \frac{pl}{2} = \frac{pl}{2}\end{aligned}$$

Com isso traçando os gráficos obtém-se:

Figura 3 - Representação dos esforços cortantes e momentos fletores ao longo do eixo de uma viga



Fonte: RELAÇÃO (2019).

Com o método prático só se faz necessário calcular apenas as extremidades dos trechos homogêneos. Que para a mesma questão já desenvolvida pelo método das seções seria:

$$M_a = 0$$

$$M_b = r_a * l - pl \frac{l}{2} = \frac{pl}{2} l - pl \frac{l}{2} = 0$$

Utiliza-se uma consideração importante que foi deduzida através do método das seções que é que a flecha máxima de deslocamento entre os dois pontos para um caso de carregamento retangular é  $\frac{pl^2}{8}$ , com isso,

$$f = \frac{pl^2}{8}$$

Para o esforço cortante,



$$v_a = \frac{pl}{2}$$

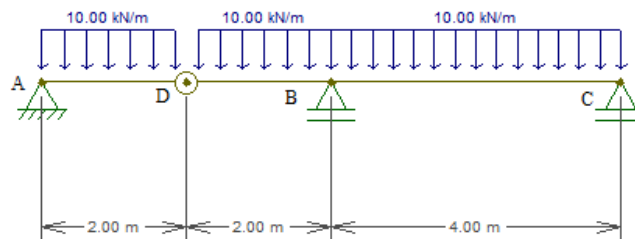
$$v_b = \frac{pl}{2} - pl = -\frac{pl}{2}$$

Onde traçando os diagramas com base nos dados já conhecidos chegar-se-ia ao mesmo diagrama da figura 3.

## 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para comparar os dois métodos necessitou-se resolver o mesmo problema pelos dois métodos, das seções e o prático.

Figura 4 – Exercício 1



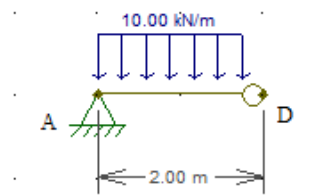
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 2.4.1 Método das seções

Inicialmente, o sentido adotado para o momento positivo foi o horário, forças em y positivas apontarão para cima e as forças positivas em x para a direita.

A fim de encontrar as reações de apoio subdividiremos a nossa viga em vigas menores para simplificar a análise, dessa forma, analisaremos inicialmente a parte que contém a rótula. Como sabemos que  $\sum M_D = 0$ , utilizaremos desse princípio para encontrar uma das reações de apoio. Dessa forma, analisando a parte AD da viga temos:

Figura 5 – Corte da seção D



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$\sum M_D = 0 \therefore 10 \cdot 2 - R_A \cdot 2 = 0$$

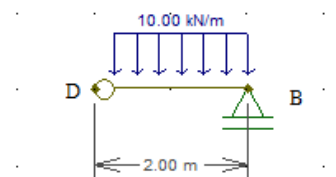
$$R_A = 10 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \therefore -10 \cdot 2 + R_A + R_D = 0$$

$$R_D = 20 - 10 = 10 \text{ kN}$$

Assim, como a rótula não transmite momento, somente forças,  $R_D$  vai ser transferida a parte DB da viga com sentido oposto, assim, analisando DB:

Figura 6 – Corte da seção D



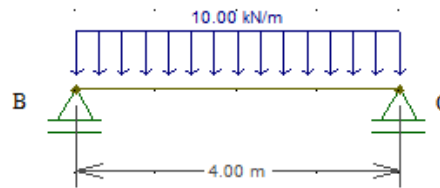
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$\sum F_y = 0 \therefore R_B - R_D - 20 = 0$$

$$R_B = 30 \text{ kN}$$

Em seguida, analisamos a parte BC da viga com objetivo de encontrar  $R_C$ , assim temos que:

Figura 7 – Trecho BC



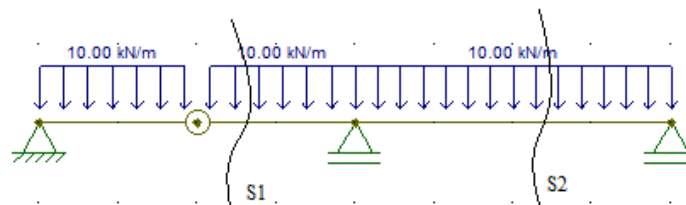
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$\sum F_y = 0 \therefore R_B + R_C - 20 = 0$$

$$R_C = 10 \text{ kN}$$

Após encontrar as reações de apoios, a fim de encontrar os diagramas de esforços internos, determina-se como os mesmos atuam ao longo de cada trecho homogêneo da viga. Para tal, dividimos a viga em seções (ver Figura 8), dessa forma:

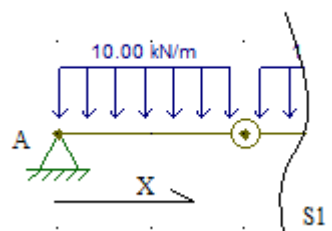
Figura 8 – Seções S1 e S2



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Analisando a Seção 1:

Figura 9 – Seção S1



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$\sum M_{s1} = 0 \therefore M(x) + \frac{10}{2}x^2 - 10x = 0$$

$$M(x) = 10x - 5x^2$$

$$M(0) = 0 \text{ e } M(4) = -40\text{kNm}$$

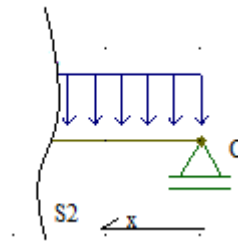
$$\sum F_y = 0 \therefore -V(x) + 10 - 10x = 0$$

$$V(x) = 10 - 10x$$

$$V(0) = 10 \text{ e } V(4) = -30$$

Analisando a Seção 2:

Figura 10 – Seção S2



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$\sum M_{s1} = 0 \therefore M(x) + \frac{10}{2}x^2 - 10x = 0$$

$$M(x) = 10x - 5x^2$$

$$M(0) = 0 \text{ e } M(4) = -40\text{kNm}$$

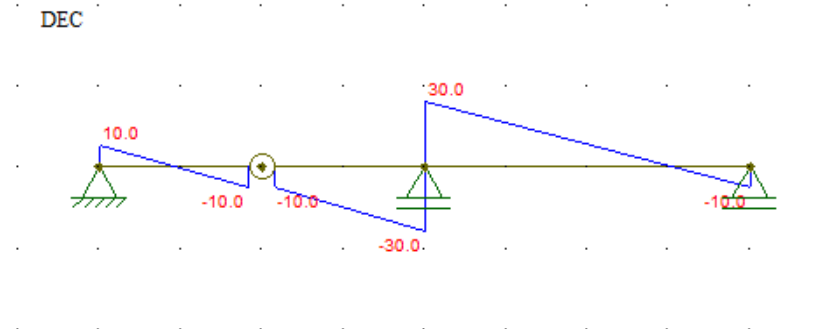
$$\sum F_y = 0 \therefore V(x) + 10 - 10x = 0$$

$$V(x) = 10x - 10$$

$$V(0) = -10 \text{ e } V(4) = 30$$

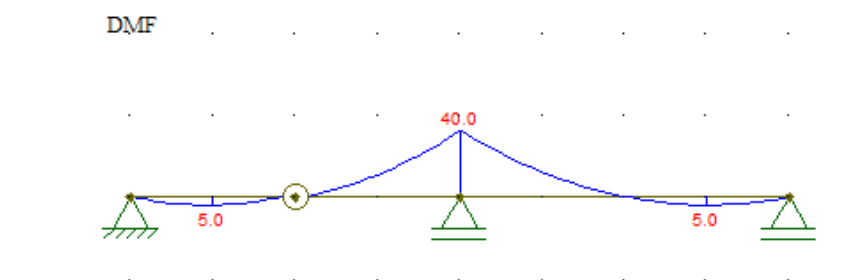
Dessa forma, conhecendo o comportamento de cada função graficamente, montamos os diagramas de acordo os valores encontrados para cada trecho, assim os resultados obtidos foram:

Figura 11 – Diagrama de Força Cortante



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 12 – Diagrama de Momento Fletor



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 2.4.2 Método prático

Calculando as extremidades dos trechos homogêneos, começando pelo trecho AD temos:

$$\sum M_A = 0 \therefore -10 * 2 * 1 * + R_D * 2 = 0$$

No trecho DB temos:

$$\sum M_B = 0 \therefore +10 * 2 * 1 * + R_D * 2 + M_B = 0$$

$$M_B = -40kNm$$

No trecho BC temos

$$\sum M_C = 0 \therefore +10 * 4 * 2 - R_B * 4 + M_C + M_B = 0$$

$$M_C = 0$$

Com isso, sabendo os momentos na extremidade de cada trecho, e as forças de reação, já calculadas, em cada um deles, montamos os diagramas dos esforços interno. Dessa forma, como o exemplo é o mesmo, o resultado será igual ao mostrado no método anterior.

Para comparar os métodos o exemplo anterior foi calculado por uma amostra de alunos da turma de mecânica das estruturas 1. Os alunos cronometraram o tempo que levaram para resolver a questão pelos dois métodos, dessa forma obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 1 – Tempo de resolução do exercício

Aluno	Tempo – Método das Seções (minutos)	Tempo – Método Prático (minutos)
1	25	13
2	28	15
3	32	20
4	30	13
5	35	15
6	24	14

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Pela tabela 1, é notável a diferença entre os tempos que os alunos levam para resolver uma questão pelo método das seções e pelo método prático. Alguns chegaram a fazer a mesma questão pelo método prático com menos da metade do tempo que levaram para resolver pelo método das seções.

Os alunos afirmaram que preferem o método prático, pois a maioria das questões são extensas e dessa forma se torna mais viável resolver os exercícios por ele, já que se trata de um método de resolução confiável, rápido e fácil de ser executado.

## 2.5 CONCLUSÕES

Uma estrutura é uma composição de peças que forma um sistema em equilíbrio.

Temos solicitações internas e externas, as internas podem ser calculadas pelo método das seções e pelo método prático. Ao analisar quantitativamente, observou-se que o tempo aplicado para resolver o mesmo modelo estrutural pelo método das seções é, em média, o dobro do que é gasto pelo método prático.

A pesquisa qualitativa foi feita com base nos comentários dos alunos, onde todos os estudantes selecionados responderam que preferiam utilizar o método prático por ser mais fácil e rápido de ser aplicado.

## REFERÊNCIAS

FRASCO, A. **Mecânica**. [S. l.: s.n.], 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2XATaok>. Acesso em: 6 jul. 2019.

FORÇA Cortante. [S. l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2BgMcxx>. Acesso em: 6 jul. 2019.

FREITAS, W. F. **Introdução a análise estrutural**. [S. l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3gCgHra>. Acesso em: 6 jul. 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: mecânica clássica**. São Paulo: E. Blücher, 2002.

RELAÇÃO entre carga, força cortante e momento fletor. [S. l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3cghNMy>. Acesso em: 6 jul. 2019.

ROTA dos cursos. [S. l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3gA06e5>. Acesso em: 6 jul. 2019.

Isis dos Santos Costa

Daniella Victória Mendes Diniz

Waleskha Benevenuto Pinto Neves

José Henrique Maciel de Queiroz

## 3.1 INTRODUÇÃO

Quando o estado de equilíbrio de um maciço de solo ou rocha é alterado através de solicitações que ocasionem grandes deformações ou colapso, são executadas estruturas de contenção. Estas estruturas são responsáveis por suportar as pressões laterais exercidas pelo material contido e garantir a segurança do mesmo (LUIZ, 2014).

As obras de engenharia quase sempre envolvem este tipo de estrutura. Na maioria das vezes, a criação de subsolos para estacionamentos em edifícios urbanos acarreta a necessidade da criação de contenções, sejam elas de corte ou aterros. “Obras de contenção do terreno estão presentes em projetos de estradas, de pontes, de estabilização de encostas, de canalizações, de saneamento, de metrô etc” (VARELA, [201-?]).

A contenção é realizada por meio da introdução de elementos estruturais compostos ou de uma armadura, que possuam rigidez diferente da do terreno. O carregamento da estrutura de contenção gera deslocamentos que acarretam alterações no carregamento, através de um processo iterativo. Dessa forma, contenções são estruturas em que o projeto é instruído por cargas que dependem de deslocamentos e podem se dividir em vários tipos de estruturas com características particulares (VARELA, [201-?]).

A parede diafragma é um dos tipos de estruturas de contenção, caracterizada pela construção no subsolo de um muro vertical de concreto armado cuja finalidade é a absorção de empuxos, cargas axiais e momentos fletores, além da funcionalidade como elemento impermeabilizante. Sua execução pode ser realizada acima ou abaixo do nível da água, e quando ligadas à estrutura de um edifício possibilita a construção de subsolos geralmente utilizados como estacionamento. Essa estrutura apresenta vantagem na execução das



fôrmas e não afeta de forma significativa as fundações das edificações vizinhas (VARELA, [201-?]).

Partindo dos pressupostos, o objetivo desse trabalho é analisar as etapas do processo construtivo para execução de uma estrutura de contenção do tipo parede diafragma moldada in loco, a partir de uma base ampla de conceitos dispostos nas literaturas que tratam deste tema. Especificamente, irá avaliar uma estrutura deste tipo construída no subsolo de uma edificação mista de múltiplos pavimentos localizada em Pau dos Ferros-RN, com o intuito de verificar as etapas realizadas em seu processo executivo e compará-las com o estabelecido nas literaturas, assim podendo julgar se esta se deu de forma condizente com as recomendações da bibliografia.

## **3.2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.2.1 Estruturas de contenções**

Taludes sejam eles em rocha ou em solos, estão frequentemente sujeitos a problemas geotécnicos atrelados com processos de instabilização de massa, como por exemplo, recalques, escorregamentos e erosões. Em taludes rodoviários, esses problemas costumam interromper o tráfego e acesso a algumas regiões, gerando também graves prejuízos ao poder público e aos usuários (DIAS, 2016).

Com isso, as estruturas de contenção têm como principal objetivo contrapor empuxos ou tensões geradas em maciços, na qual sua condição de equilíbrio foi alterada por conta de algum corte, aterro ou escavação. Podem ser do tipo solo grampeados, muros ou cortinas ancoradas (LUIZ, 2014). Segundo Maragon, para escolha do tipo de contenção mais adequada é necessário realizar a avaliação do meio físico local e dos processos de instabilização do meio contido.

Os muros são classificados em peso ou gravidade e muros de flexão. O primeiro pode ser executado de alvenaria de pedras, concreto ciclópico, gabiões, etc. Já os muros de flexão são muros de concreto armado, podendo ter contraforte ou não e com ou sem ancoragem (LUIZ, 2014).

Com isso, nestas obras a utilização do sistema de drenagem é essencial, impedindo

o acúmulo de água e controle de pressões, evitando assim o aumento do empuxo. A utilização de filtros no sistema de drenagem é essencial para que os grãos mais finos não sejam carregados junto com a água e entupam os drenos (LUIZ, 2014).

### 3. 2.2 Paredes diafragmas

A parede diafragma é uma técnica de contenção, que dentre suas finalidades, possibilita um maior número de vagas de estacionamentos nos grandes prédios comerciais e residenciais. O procedimento consiste na execução de peças de concreto armado em escavações, na qual suas paredes apresentam estabilidade durante todo processo de construção devido a ação de fluídos estabilizantes. Por apresentar segurança, economia e rapidez a sua utilização tornou-se cada vez mais frequente, se comparada a outros tipos de estruturas de contenção (ALMEIDA, 2013).

De acordo com Almeida (2013) a parede diafragma pode classificada em diferentes tipos, sendo eles:

- Parede diafragma moldada in loco;
- Parede diafragma pré-moldada;
- Parede diafragma plástica;
- Parede diafragma mista.

Dentre os tipos de parede diafragma, a mais empregada é a moldada in loco. Seu processo de execução dá-se pela abertura de valas no terreno completada com concreto simples ou armado, sendo estabilizadas através de lama bentonítica ou material semelhante (ALMEIDA, 2013).

Anson (2001) definiu parede diafragma pré-moldada como sendo uma estrutura pré-moldada de concreto armado ou protendido cuja preparação pode se dar em usinas ou canteiros de obras. A execução da escavação ocorre de forma semelhante ao primeiro tipo definido, porém se diferencia pela utilização de uma mistura de cimento, bentonita e água, conhecido como *coulis*, antes da colocação dos painéis pré-moldados. A mistura impedirá a passagem da água de forma a garantir uma melhor impermeabilização.

A parede diafragma plástica tem seu processo executivo semelhante a parede diafragma moldada in loco, diferenciando-se apenas na concretagem, visto que o concreto normal é substituído por uma argamassa que possui na sua composição adições químicas referentes a impermeabilidade de modo a evitar a percolação horizontal da água no terreno (ANSON, 2001).

Hachich et al. (1998) admite que uma maior altura de escavação indica o uso de uma parede diafragma mista, no qual o trecho inferior é moldado in loco e o trecho superior conta com uma estrutura pré-moldada. O procedimento se caracteriza por introdução de placa pré-moldada, e permutação da lama bentonítica pelo *coulis*, sendo a mistura injetada de cima para baixo.

### 2.2.3 Processo construtivo de parede diafragma moldada *In loco*

A execução de uma estrutura de contenção do tipo parede diafragma moldada in loco, tipologia estudada nesse trabalho, envolve várias operações, devendo estas se interligarem entre si e serem planejadas com antecedência para evitar o surgimento de imprevistos. As etapas de seu processo construtivo são definidas na sequência, conforme é tratado por Franki (2013 apud ALMEIDA, 2013).

- Execução das muretas guia;
- Fabricação da lama;
- Escavação;
- Troca da lama;
- Colocação da armadura;
- Concretagem.

A execução das muretas guia, é a primeira etapa executiva de uma parede diafragma moldada in loco, se dá antes do início da escavação da vala propriamente dita, pois servirá de guia para escavação com o intuito de fornecer estabilidade, de maneira geral são muros em concreto armado que percorrem todo o contorno da parede (SEADI; LEDUR, 2011).

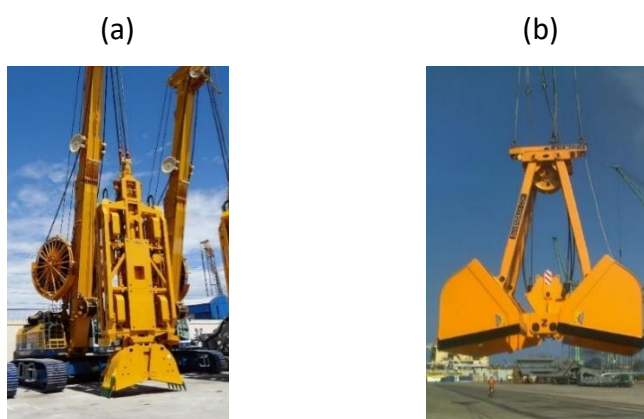
A escavação inicial destes elementos deve ser realizada com retroescavadeira ou

manualmente, seguida de escavação utilizando o equipamento chamshell. A NBR 6122 (ABNT, 1996), para Projeto e Execução de Fundações recomenda que as muretas guia sejam construídas com no mínimo 1 metro de comprimento. Almeida (2013, p. 7), enfatiza que “as muretas podem ser pré-moldadas ou metálicas, mas, comparadas às moldadas in loco, estas são menos eficientes e não trazem economia ao processo.

A segunda etapa do processo construtivo trata-se da fabricação da lama bentonítica. Varela (201-?) define esta como sendo uma mistura preparada com auxílio de um misturador de alta turbulência. A utilização dessa mistura faz-se necessário para melhorar as condições de estabilidade do solo, de maneira a evitar desmoronamentos durante a etapa de escavação, o fluido denominado de lama é produzido utilizando lama bentonítica ou polímeros adicionados em água (ALMEIDA, 2013).

A escavação é a terceira etapa, é realizada através de uma diafragmentadora, construída por um guindaste equipada com ClamShell's com espessura da lamela (painéis que se encaixam uns nos outros através de ranhuras laterais, o chamado sistema macho e fêmea), até a altura desejada (SEADI; LEDUR, 2011). A Figura 1 ilustra o equipamento de escavação “ClamShell” do tipo mecânico e hidráulico, respectivamente.

Figura 1 – Tipos de ClamShell: (a) Mecânico e (b) Hidráulico



Fonte: Disponível em [www.geofix.com.br](http://www.geofix.com.br). Acesso em jul. 2019.

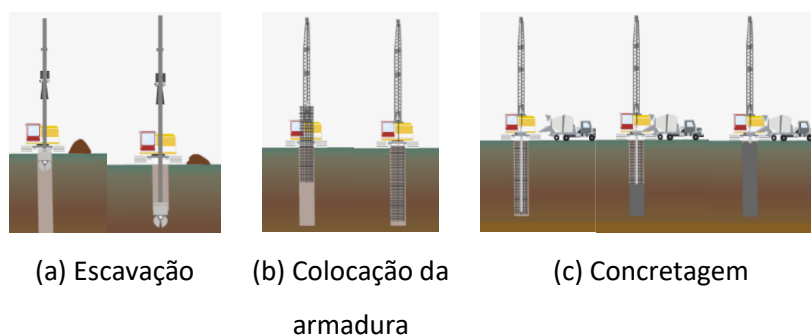
Em seguida é realizada a troca da lama, pois durante a fase de escavação a lama bentonítica se encontra com fragmentos de solo em suspensão em quantidade elevada e para ser usada na etapa de concretagem é necessário que esta possua um teor máximo de areia em torno de 3%, por isso é realizada a troca da lama. Existem duas maneiras de se

realizar essa troca: por substituição ou circulação. Na primeira a lama é retirada pela parte inferior através de bombas submersas ao mesmo tempo em que a nova lama vai sendo introduzida pela parte superior, enquanto que por circulação são utilizados desarenadores que retiram a areia presente na lama (FRANKI, 2013).

Posteriormente deve ser realizada a colocação da armadura, que são previamente montadas conforme o projeto, devendo ser rígidas o suficiente para serem içadas e manuseadas por guindastes, estas devem ser soldadas em alguns pontos (ALMEIDA, 2013).

Assim, a última etapa do processo executivo, a concretagem, deve ser realizada, trata-se de uma etapa relativamente simples, em que o concreto é lançado diretamente do caminhão betoneira ao funil, onde este vai descendo por dentro da escavação realizada. A Figura 2 abaixo ilustra resumidamente todo o processo executivo anteriormente mencionado, em (a) o processo de escavação, em (b) a colocação da armadura e em (c) a concretagem da parede diafragma.

Figura 2: Processo executivo em resumo da parede diafragma



Fonte: Disponível em [www.geofix.com.br](http://www.geofix.com.br). Acesso em jul. 2019.

### 3.3 METODOLOGIA

Em primeiro instante neste trabalho, a partir de uma ampla base de conceitos, foi realizada uma pesquisa e revisão bibliográfica em fontes primárias (documentos técnicos) e secundárias (artigos, revistas, dissertações e teses), a parte inicial do trabalho se enquadra neste tipo de metodologia pois segundo Gil (2002, p. 44), “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. A pesquisa foi subsidiada pela pesquisa de caráter qualitativo com vistas

à concretização dos principais objetivos e resultados esperados.

Em segundo instante, o trabalho se caracteriza como um estudo de caso, uma vez que foi acompanhado e estudado as etapas construtivas de uma parede diafragma molda in loco em um edifício em Pau dos Ferros-RN. Gil (2002, p. 54) define estudo de caso como um “estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados”. A Figura 3 a seguir ilustra a delimitação territorial do terreno onde a o residencial analisado neste estudo encontra-se em fase de construção.

Figura 3: Mapa temático – Residencial Fontes Rêgo



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Dessa maneira, foi possível acompanhar cada etapa do processo construtivo da parede diafragma moldada in loco em estudo, e com auxílio de câmeras fotográficas registrar as etapas realizadas para sua execução, possibilitando assim uma posterior comparação entre os processos abordados na literatura e o processo utilizado para moldar a estrutura estudada, tratado no próximo tópico desse artigo.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.4.1 Escavação

O primeiro passo realizado consistiu na escavação do terreno em toda sua extensão

(subsolo do edifício) onde será o estacionamento, com auxílio de retroescavadeiras e trabalho manual. O solo escavado foi retirado do terreno, para posterior reaterro nas partes necessárias de acordo com especificações do projeto.

### 3.4.2 Locação da parede diafragma

Foi realizada a locação da estrutura de contenção no local especificado em projeto, que se deu no eixo de uma área demarcada na obra, com intuito de dividir dois acessos ao edifício por meio de duas rampas, a de acesso ao subsolo do edifício (garagem) e a de acesso ao térreo onde terá ainda algumas vagas de estacionamento e área de lazer.

A Locação foi realizada pelo método de cavaletes, formados por duas estacas e uma travessa de onde saem os alinhamentos (linha de nylon). As Figuras 4 e 5 a seguir resumem essa etapa aqui explicitada.

Figura 4: Locação da estrutura



Figura 5: Verificação de nível dos cavaletes



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 3.4.3 Colocação das armaduras

Logo após a locação da estrutura, foram dispostas as armaduras da parede diafragma, de base, longitudinais (ao longo da altura) e transversais, como também as armaduras de costuras (posicionadas nos cantos da estrutura), todas respeitando os espaçamentos e quantidades especificadas em projeto, as Figuras 6, 7, 8 e 9 a seguir ilustram o processo de colocação das armaduras, vejamos:

Figura 6: Armadura de base e longitudinais



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 7: Armadura longitudinal



Figura 8: Armadura em toda extensão da parede



Figura 9: Armadura com base concretada



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Conforme mostra a Figura 9, realizou-se a concretagem da base da parede diafragma molda in loco antes de se colocar toda a armadura da parede e de forma separada a concretagem da parede em si.

#### 3.4.4 Concretagem da parede diafragma

Em seguida foi realizada a concretagem da parede diafragma (exceto a base conforme explicado anteriormente), a concretagem se deu com a utilização de concreto preparado na obra com uso de betoneira. O lançamento também foi manual, onde os operários o lançou com auxílio de baldes e pás e o adensamento foi feito com vibrador mecânico. As Figuras 10 e 11 mostram a realização desta etapa.



Figura 10: Concretagem



Figura 11: Concretagem



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 3.4.5 Retirada das fôrmas

Após 4 dias da concretagem as fôrmas e escoramentos foram retirados, e constantemente os operários realizaram o processo de umedecer a estrutura, lançando baldes de água sobre a mesma, assim a estrutura foi finalizada e o resultado pode ser visualizado nas Figuras 12, 13, 14 e 15 a seguir.

Figura 12 - Parede finalizada-lado interno (vista pelo subsolo)



Figura 13 - Parede finalizada - Perfil (vista pelo subsolo)



Figura 14 - Parede finalizada-lado externo (vista pelo subsolo)



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 15 - Parede diafragma finalizada – Vista pelo nível térreo



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Após avaliar as etapas para o processo construtivo da parede diafragma moldada in loco na cidade de Pau dos Ferros-RN, sobre a execução de uma estrutura de contenção do tipo parede diafragma. A execução foi realizada para conter o solo onde posteriormente será realizada a construção da rampa de acesso ao estacionamento no subsolo e primeiro pavimento, no Residencial Fontes Rêgo.

A partir da análise do método de construção elencados pelas literaturas, pode-se realizar a comparação com o método executivo realizado no residencial. No residencial não foi realizada a execução das muretas guias e o primeiro passo foi a escavação manual e com auxílio de retroescavadeiras que é o terceiro passo elencado pelas literaturas.

No caso em estudo não foi utilizada a lama bentonítica para a estabilização do solo durante a escavação e conseqüentemente também não foi realizada a troca da lama. O segundo passo realizado na obra foi a locação da parede diafragma, por meio de gabarito e posteriormente foi locado a armadura da parede, quinto passo no método executivo relatado pelas literaturas.

A concretagem no residencial foi realizada por partes, diferentemente do que é mostrado por (FRANKI, 2013 apud ALMEIDA, 2013). Primeiramente realizaram a concretagem da base para garantir uma melhor sustentação da armadura e posteriormente foi realizada a colocação da forma e a concretagem da parede.

De maneira geral, pode-se observar que a parede diafragma do residencial não foi construída de acordo como as indicações literárias. Principalmente no que diz respeito a escavação e reaterro realizados simultaneamente, no residencial o reaterro foi realizado posteriormente e conseqüentemente não foi utilizada a ClamShell.

### 3.5 CONCLUSÕES

Constatou-se pelo estudo de caso algumas divergências relacionadas as literaturas existentes e aos processos construtivos da parede diafragma moldada in loco no Residencial Fontes Rêgo. Tratando-se da primeira etapa, a mesma não foi realizada da maneira adequada, pois não houve a execução das muretas guias, tão importantes para uma melhor resistência da estrutura. Outro ponto confrontado foi a ausência da lama bentonítica, que por sua vez seria essencial para a estabilidade do solo durante as escavações.

Por fim, pode-se observar que a parede diafragma moldada in loco do residencial também não seguiu os parâmetros indicados no que diz respeito a escavação e reaterro realizados simultaneamente, de modo que o reaterro foi realizado posteriormente e consequentemente não foi utilizada a ClamShell equipamento apropriado para realização da etapa executiva.

### REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122**: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ALMEIDA, T. **Análise, projeto e execução de parede diafragma moldada in loco**. Santa Catarina: [s.n.], 2013.

ANSON. **Paredes diafragma e estacas escavadas**: catálogo. São Paulo: [s.n.]. 2001.

DIAS, L. C.; **A influência dos estudos geotécnicos para a determinação de soluções de estruturas de contenção**. Brasília, 2016.

FUNDESP. **Paredes diafragma e estacas barrete**. [S.l.: s.n.], 2009. Disponível em: <http://www.fundesps.com.br/2009/paredesdiafragma.html> . Acesso em: 27 de junho de 2019.

HACHICH, W. et al. **Fundações**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998.

LUIZ, B. J.; **Projeto geotécnico de uma estrutura de contenção em concreto**. Rio de Janeiro, 2014.

SEADI, M. L. B. **Paredes diafragma moldadas in loco: etapas de execução**. ESO, junho 23rd,

2011. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/eso/content/?p=558> . Acesso em: 27 jun. 2019.

VARELA, M. Curso tecnologia da construção civil, disciplina de estruturas de contenção. Natal: IFRN, [201-?].

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p. Disponível em: <https://bit.ly/3724kqy>. Acesso em: 01 de julho de 2019.

João Vitor Alencar Rosa Ataíde

José Bruno Furtado de Sousa

Leonardo de Araújo Silva

Fabíola Luana Maia Rocha

### 4.1 INTRODUÇÃO

Desenvolver métodos construtivos que envolvam tecnologia, segurança e qualidade de vida, com mão de obra qualificada e custo benefício elevado é um dos desafios da indústria da construção civil que ao longo de diversas etapas vem evoluindo, introduzindo modernos sistemas construtivos. Destacando-se os sistemas de pré-fabricados em concreto armado.

Esse sistema construtivo não envolve apenas a fabricação, dos elementos estruturais. Segundo Serra, Ferreira e Pigozzo (2005), envolve também processos de transporte, de montagem, métodos de inspeção e controle, à criação de novos materiais e ao controle das consequências desses processos ao meio ambiente. Dentre os elementos estruturais produzidos por esse sistema, podemos citar, as vigas e dentes Gerber.

O Dente Gerber segundo Thomaz, Carneiro e Saraiva (2014) é um detalhe utilizado frequentemente no cálculo de estruturas, quando necessário a utilização de uma rótula. Rótulas são ligações entre duas barras de uma estrutura na qual não há transmissão de momento fletor, somente esforços normais (axiais) e cortante (transversais).

O comportamento dos dentes Gerber, pode ser considerado como uma aproximação de dois consolos, além da parte de transferência de esforço. Khalil e El Debs (2017), descreve que em geral os dentes Gerber são dimensionados normalmente da mesma maneira que os outros dentes de concreto do tipo CPM (Concreto Pré-moldado).

O mesmo autor, descreve que o uso de vigas Gerber geralmente são utilizados para ampliar o vão, utilizando-se de dois recursos o primeiro do caso colocados no trecho sendo moldado no local, o segundo caso pré-fabricada utilizando-se de uma pré-tração no

transporte e uma pós-tração para realizar as emendas para atender os limites estabelecidos pela norma.

A utilização de diversos elementos pré-moldados é vista com frequência em obras de construção civil, segundo Serra, Ferreira e Pigozzo (2005) é cada vez mais crescente a utilização em edifícios comerciais, sendo em geral utilizado diversas peças que colaboram na produtividade e economia das obras.

Paralelo ao sistema construtivo de pré-fabricados que utilizam se de vigas e dentes Gerber como elementos estruturais. Existe o sistema construtivo convencional de vigas, pilares e lajes de concreto armado. O mesmo é caracterizado como o sistema mais utilizado no Brasil, pois não necessita de mão de obra qualificada. No entanto, acarreta em muitas patologias no decorrer da obra, gerando mais trabalho e uma grande quantidade de resíduos.

Analisando os dois tipos de vigas, o tipo convencional e a viga Gerber vemos que elas apresentam a mesma função estrutural. Diferindo apenas na forma como são construídas e no custo entre elas. Mas como julgar qual dos dois tipos é mais vantajoso de ser utilizado numa obra? Diante disso, vimos a necessidade de desenvolver um estudo quantitativo de preço entre esses dois tipos de vigas, além de analisar as vantagens e desvantagens dos sistemas construtivos através de pesquisa bibliográfica.

Por fim, temos como objetivo geral, analisar as principais vantagens econômicas entre as vigas Gerber e as vigas convencionais. Baseado na Tabela de Custos Unitários de Serviços de Engenharia, desenvolvida pela Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará - SEINFRA.

## **4.2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.2.1 Dimensionamento de vigas convencionais e pré-moldadas**

O dimensionamento de estruturas feitas de em local (Figura 1a), diferem das pré-moldada quando se trata de dimensionamento, pois a mesma necessita dimensionar todas as etapas dos materiais utilizados para execução do mesmo, o que provoca uma grande diferença de preço dos mesmos além de da dificuldade de execução o que provoca aumento

do tempo de execução dos mesmos.

Já os elementos pré-moldados (Figura 1b) necessitam do dimensionamento de carga necessária pois possuem sua estrutura previamente construída, sendo adquiridas a partir de um catálogo de uma empresa especializada. Deve-se ser levada maior atenção somente em sua execução na boa execução dos elos de ligação e se o material adquirido está dentro da resistência necessária para a estrutura.



Fonte: (a) Site Mapa Engenharia (2017), (b) Concrelaje (2019).

#### 4.2.2 Orçamento de obras

Para Mattos (2006), não se confunde orçamento e orçamentação, onde o primeiro é um produto já o segundo é o processo de determinação do mesmo.

A precaução com todos custos operacionais de uma obra deve ser iniciada antes mesmo de ser iniciada a sua execução, nessa fase de orçamentação são previstos todos os custos durante a obra. O orçamento é uma peça base no planejamento e no controle da execução no setor da construção civil, seu objetivo é estabelecer metas para que as mesmas sejam atingidas. De forma transparente o orçamento deve explicitar todos os custos programados (KNOLSEISEN, 2003).

Para a realização de um bom orçamento é necessário que o profissional tenha um conhecimento detalhado e aprofundado sobre o serviço. Pode-se subdividir o orçamento em dois tipos: custos diretos e custos indiretos, onde classifica-se como diretos, mão-de-obra de operários, materiais, equipamentos, já os indiretos são gastos no canteiro de obras, taxas, equipe de apoio, dentre outros (MATTOS, 2006).

### 4.2.3 Seinfra – CE

A Tabela de Custos Unitários de Serviços de Engenharia, elaborado pela Coordenadoria de Transporte e Obras, editado pela Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará, em 2001, conhecida popularmente como tabela SEINFRA, é utilizado na construção civil a nível nacional como forma de auxiliar a precificação de obras, informando custos e índices, é mantida pela secretaria e atualizada periodicamente.

A tabela SEINFRA em 2014 recebeu o “Prêmio Destaque do Ano” pelo Instituto Brasileiro de Engenharia de Custo - IBEC. Hoje essa tabela se equivale às tabelas de custos de órgãos federais como as da Caixa Econômica Federal (SINAPI) e DNIT (SICRO). A mesma, vai além de outras tabelas do gênero, pois incorpora os custos de setores como rodovias, ferrovias, edificações, saneamento e até obras portuárias.

Segundo Soeiro *et al.* (2013), a tabela da SEINFRA-CE é usada de forma obrigatória nos orçamentos das obras públicas, já nos orçamentos de cunho particular, tal tabela se torna apenas uma base de consulta e não impede que a empresa faça uso de outro orçamento distintos desta tabela.

## 4.3 METODOLOGIA

A presente pesquisa é definida como quali-quantitativa, de caráter exploratório e estudo de caso, segundo Gil (2018), um estudo de caso possui o intuito de investigar empiricamente um fenômeno dentro de um contexto de realidade. Assim como, possui caráter exploratório por possuir finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, além de interpretar dados assim avaliando as vantagens econômicas comparando os orçamentos de custo de vigas convencionais e vigas Gerber.

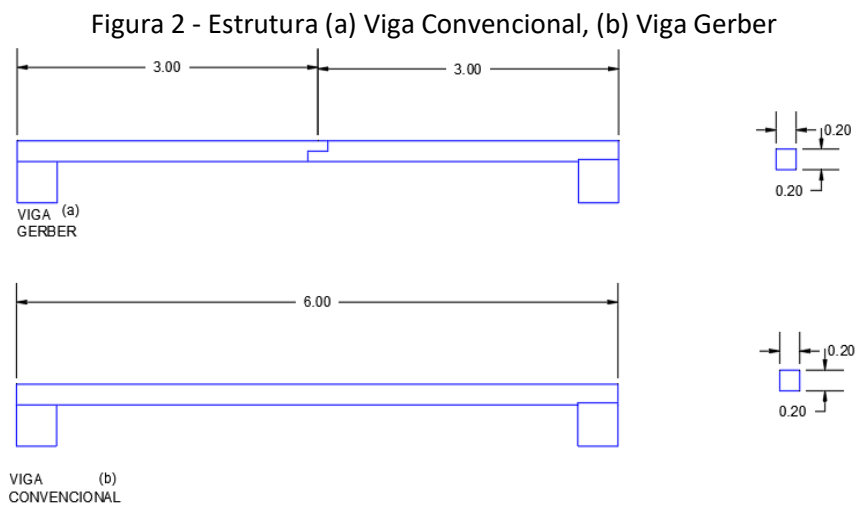
A revisão bibliográfica e levantamento de dados, são baseados em fontes primárias



e secundárias contemplando: artigos, livros, textos, revistas e dissertações relacionadas às questões da pesquisa, bem como a seleção de autores que possam subsidiar o estudo, com o propósito de contemplar um embasamento teórico mais consistente e comprovar significativamente com as conclusões inferidas na finalização deste trabalho.

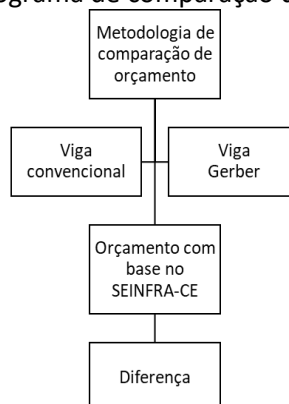
#### 4.4.1 Método de comparação

Utilizou-se de uma viga simples de concreto de alta resistência para suportar 50 Mpa, a viga do método Convencional (Figura 2a) possui dimensões 0,2x0,2m para sua seção e comprimento de 6m, já a viga Gerber (Figura 2b) são duas vigas encaixadas por um dente de ligação simples do tipo Gerber que possui mesmas dimensões de seção e comprimento a metade do Convencional.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 3 - Fluxograma de comparação dos orçamentos



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

#### 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das tabelas da SEINFRA obtemos os seguintes valores de custos totais para a viga Convencional e Gerber, vistas nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

**Tabela 1** - Custo pela SEINFRA-CE para Viga Convencional

Descrição	Custo/m <sup>3</sup>
Cimento Portland	212,52
Aditivo plastificante densificador e retardador de pega	9,6535
Super plastificante densificador e retardador de pega	73,5273
Sílica ativa	152,9
Areia media	21,046
Brita	56,1371
Betoneira elétrica 580l (chp)	15,4822
Servente	88,56
<b>Total</b>	<b>629,83</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

**Tabela 2** - Custo pela SEINFRA-CE para Viga Gerber

Descrição	Custo/m <sup>3</sup>
Pórtico 27ton	20,601
Caminhão betoneira 5 m3	12,696
Carregadeira de pneus HP 111 - aluguel (CHP)	2,7532
Central dosadora de concreto 50 m <sup>3</sup> /h c/ 4 silos	1,674
Aditivo plastificante densificador e retardador de pega	9,6535
Super plastificante densificador e retardador de pega	73,5273
Sílica ativa	152,9
Cimento Portland à granel	189,42
Areia media	21,063
Brita	56,1042
Lançamento de concreto em pré-moldado	34,1068
Servente	29,52
<b>Total</b>	<b>604,02</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com isso foi realizado o custo total para o volume em metros quadrados assim, obtendo 0,24m<sup>3</sup> para viga Convencional e 0,24m<sup>3</sup> para as duas vigas pré-moldadas. Com isso, foi realizado o custo total das duas estruturas (Tabela 3), assim obteve-se para o custo em material e mão de obra na montagem do concreto um valor muito próximo, tendo uma diferença pequena de 6,20 reais, exposto na Tabela 3.

**Tabela 3** - Custo e Diferença entre as Vigas

VIGA	PREÇO (R\$)
VIGA CONVENCIONAL	151,16
VIGA GERBER P/ 2 VIGAS	144,96
DIFERENÇA	6,1944

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os presentes custos descritos são um estudo provável de custo em obra, desta forma podendo ressaltar que os mesmos podem alterar conforme a aplicação e montagem em campo, devido a mão de obra para execução e tempo, onde conforme Vasconcelos (2002) que a utilização de estruturas em pré-moldados economiza tempo e espaço na obra, evitando desperdício de materiais e simplificando os processos de construção, assim obtendo uma vantagem quando se trata desses dessas variáveis. Pode-se ressaltar as vantagens de utilização das vigas em pré-moldado como Pigozzo (2005) são mais econômicas, evitam desperdícios na sua execução e montagem, agregando a vantagens da velocidade na construção do edifício e projeto.

#### 4.6 CONCLUSÕES

Diante do que foi exposto na presente pesquisa, é possível enfatizar a importância de realizar um bom projeto, dimensionamento e orçamento para obras de engenharia civil, tendo em vista que o mesmo podem acarretar uma superfaturação do projeto ou mesmo em gasto desnecessário devido à falta de organização e uso excessivo de material e mão de obra.

Com base nas tabelas da SEINFRA-CE onde foram realizados os devidos orçamento para uma viga de mesmas dimensões, nota-se que o uso da Viga Gerber em Pré-moldado se destaca em relação às vigas Convencionais possuem uma grande semelhança, havendo uma diferença mínima entre elas, sabendo que as mesmas estão sujeitas por mudanças no orçamento por variação no tempo de montagem, espaço em obra e a simplificação do processo construtivo.

Logo é possível concluir que o uso de vigas Gerber pré-moldadas destaca-se nos parâmetros de custo, tempo e espaço em obra, assim tornando-se mais vantajoso em obras

que sejam convenientes o seu uso.

Como recomendação para trabalho futuros, sugere-se que o contexto da problemática seja analisada sob estruturas de maiores dimensões a fim de avaliar novos critérios orçamentários e analisar se há as vantagens ou desvantagens no uso das vigas Convencionais ou Gerber.

## REFERÊNCIAS

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ESCÓSSIA, M. **Tabela de custos da Seinfra é destaque do ano pelo IBEC**. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/2Xytpq1>. Acesso em: 10 jul. 2019.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: Pini, 2006.

PIGOZZO, B. **Evolução dos pré-fabricados de concreto**. 2005. 10 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SANTOS, A. P. S. et al. **Orçamento na construção civil como instrumento para participação em processo licitatório**. *Universitari@ - Revista Científica do Unisalesiano*, Lins, SP, ano 3., n. 7, jul/dez de 2012. Disponível em: <https://bit.ly/2BwaeEI>. Acesso em: 05 jun. 2020.

SOEIRO, R. R. et al. SISO: Sistema de Serviços Orçamentários. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 41., 2013, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: COBENGE, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2Y2jqIJ>. Acesso em: 05 jun. 2013.

THOMAZ, E.; CARNEIRO, L.; SARAIVA, R. **Vigas Gerber com dentes múltiplos: dimensionamento e detalhamento**. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS*, 2014, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABECE, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/372F97e>. Acesso em: 05 jun. 2020.

VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. São Paulo: Nobel, 2002. v. 3.

João Ítalo Campos Araújo

Gabriel Nogueira de Sousa e Lima

Guilherme da Silva Góes

Fabíola Luana Maia Rocha

### 5.1 INTRODUÇÃO

Na Engenharia Civil, as edificações são construídas através de estruturas, que são definidas como “sistemas físicos constituídos de componentes interligados e deformáveis capazes de receber e transmitir esforços” (SORIANO, 2014, p. 4). Estas estruturas são responsáveis por manter a estabilidade de um edifício.

Cada projeto estrutural é dotado de particularidades que envolvem diversos níveis de complexidade, para atender de forma segura e eficiente tais exigências de forma ampla é importante dividir o projeto estrutural em quatro principais etapas: concepção estrutural, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento, e a emissão de plantas finais. É através do modelo estrutural que se torna possível realizar a análise estrutural, este por sua vez, simula a estrutura real, demonstrando todos os comportamentos da estrutura sob diversas solicitações (KIMURA, 2007; MARTHA, 2010).

De acordo com Fontes e Pinheiro (2006), é através da análise de uma estrutura que é possível por meio de cálculos matemáticos determinar seus esforços solicitantes e deslocamentos, considerando o comportamento das ações, os materiais constituintes, as ligações entre os elementos e a resposta desses elementos frente às ações.

Com o avanço de softwares e modelos estruturais mais realistas o engenheiro pode, segundo França Junior (2015), de forma mais adequada, modelar a estrutura com uma maior aproximação da realidade a ser executada, facilitando a obtenção dos resultados, otimizando o tempo e evitando muitas simplificações de cálculo na realização de um projeto estrutural.

Apesar de também ser possível realizar a análise estrutural decompondo a estrutura

em partes, que são os elementos estruturais, Fontes e Pinheiro (2006) defendem que, a análise de uma estrutura representada pelo seu todo é a que mais se assemelha da realidade, e por esta razão, se torna a mais precisa e a mais indicada. Logo, é necessário conhecer as limitações do uso de cada modelo e sua aplicabilidade eficaz em cada construção. O presente trabalho busca através de revisão bibliográfica comparar as análises obtidas por diferentes modelos estruturais com a finalidade de observar o melhor modelo para cada caso analisando a maior precisão nos resultados em comparação com o modelo estrutural tridimensional, considerado o mais realista.

## 5.2 PROJETO ESTRUTURAL

Sabendo que sem estrutura, não existe edifício, o projeto estrutural é uma etapa anterior à própria obra, pois, para o início desta, é necessário um estudo acerca das cargas atuantes na estrutura a ser levantada, dimensões de terreno, valor disponível e previsto a ser gasto na construção, entre outros fatores geométricos, de uso e/ou financeiros. Dito isto, é essencial que o projeto estrutural seja preciso, pois caso contrário, pode levar a prejuízos ou à ruína da edificação. Por esta razão, diversos fatores de segurança são aplicados nos cálculos de dimensionamento, para diminuir ao máximo os riscos que possam trazer algum dano na estrutura, sendo esta mesma etapa (projeto estrutural), uma das etapas mais importantes de qualquer obra.

## 5.3 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

Pelo fato do concreto ser um material extremamente versátil, no que diz respeito ao potencial de se adaptar a vários formatos e esforços (com a armadura de aço servindo como um *update* para o concreto, formando o concreto armado), ele pode ser utilizado em diversas edificações, para diversos fins, sendo compatível com diversas concepções arquitetônicas, como apontado por Giongo (2007). Por estas razões, o mesmo é o material mais utilizado na construção civil, porém, as peças estruturais podem ser compostas de outras maneiras, como por exemplo, com alvenaria estrutural.

Estas peças estruturais são classificadas, por sua vez, de acordo com o seu formato e

dimensão, em que, são nomeados elementos estruturais lineares os que possuem uma dimensão consideravelmente maior do que as outras duas, bidimensionais os que possuem uma dimensão relativamente desprezível em relação às outras duas, e elementos tridimensionais, os que possuem as três dimensões.

Em residências unifamiliares, os componentes estruturais mais presentes são, como dito por Giongo (2007), lajes (elementos bidimensionais, geralmente planas e horizontais), vigas e pilares (elementos lineares), sendo também possível enxergar estruturas compostas de dois desses componentes, como escadas (lajes e vigas). Cabe também falar sobre as fundações (elementos tridimensionais), pois são necessárias em qualquer edifício, e possuem papel fundamental na distribuição de cargas provenientes da estrutura. No caso de haver a presença de alvenaria estrutural na residência, as próprias paredes terão o papel de suportar as cargas e transferi-las até as fundações, se caracterizando também como elementos bidimensionais. Paredes compostas de concreto armado também são considerados elementos estruturais, porém, este fato não é muito comum em residências unifamiliares.

Independentemente de qual elemento estrutural, o seu posicionamento deve estar rigorosamente em acordo com o projeto estrutural e arquitetônico, sendo os esforços horizontais, predominantemente provenientes da ação do vento; e as cargas verticais sendo, de acordo com Giongo (2007) referentes a várias razões, como o peso próprio da estrutura e esforços de utilização.

#### **5.4 ANÁLISE ESTRUTURAL**

Kimura (2007) define análise estrutural como sendo a fase do projeto responsável por determinar os deslocamentos e esforços atuantes numa estrutura real.

Segundo Martha (2010, p. 18), existem condições básicas para a análise estrutural:

No contexto da análise estrutural, o cálculo corresponde à determinação dos esforços internos na estrutura, das reações de apoios, dos deslocamentos e rotações, e das tensões e deformações. As metodologias de cálculo são procedimentos matemáticos que resultam das hipóteses adotadas na concepção do modelo estrutural.



Após a concepção do modelo estrutural, considerando a geometria, as cargas e solicitações sobre as ligações com transmissão de esforços a análise estrutural passa a ser um procedimento matemático de cálculo que pode ser expressa por um conjunto de equações matemáticas de forma a estabelecer condições que satisfaça uma representação adequada do comportamento da estrutura real. As condições são: condições de equilíbrio; condições de compatibilidade entre deslocamentos e deformações; condições sobre o comportamento dos materiais que compõem a estrutura (leis constitutivas dos materiais) (MARTHA, 2010).

São as limitações de cada tipo de análise e o comportamento dos materiais usados em cada caso que irão determinar qual tipo de análise é mais adequada. A NBR 6118:2014 prevê os tipos de análise estrutural, que são: análise linear, análise linear com redistribuição, análise plástica, análise não linear e análise através de modelos físicos.

## 5.5 MODELO ESTRUTURAL

Modelos estruturais são esquemas estruturais que representam a estrutura como um todo ou em partes representando as diferentes solicitações nos elementos estruturais e de que forma estes influenciam na análise da estabilidade global do edifício. Modelos mais simples não garantem precisão e segurança dos parâmetros de estabilidade quando surgem os efeitos globais de segunda ordem (GIONGO, 2007; MONCAYO, 2011).

O modelo estrutural mais adequado para que a análise se torne mais real ao caso específico deve ser escolhido mediante fatores particulares de cada obra, como por exemplo: o projeto arquitetônico, carregamento atuante, condições de montagem e/ou fabricação da estrutura e o material a ser empregado (VALLE, 2013).

De acordo com Kimura (2007) e Martha (2010) para a realização da análise estrutural de uma construção é preciso adotar um modelo estrutural que empregue todas as hipóteses físicas necessárias e condizentes a estrutura real para que os efeitos das ações obtidas na análise estrutural e a verificação do estado limite último (ELU) e de serviço (ELS) proporcionem resultados realistas que garantam a execução adequada da construção

Devido ao aprimoramento e avanço tecnológico existem diversos modelos estruturais que podem ser usados na análise de edifícios em concreto armado, desde os mais

simples aos mais complexos permitindo conceber estruturas mais esbeltas, possibilitando uma arquitetura mais arrojada (KIMURA, 2007).

### 5.5.1 Vigas contínuas

Segundo Lins (2010), na época em que os cálculos estruturais eram realizados manualmente o modelo estrutural mais usado era o das vigas contínuas que agiliza e torna mais simples os valores calculados ao fim da análise. Este modelo consiste basicamente em separar a estrutura em elementos mais simples, de forma que os elementos de lajes, vigas e pilares sejam tratados de forma independente. Kimura (2007), diz que ao utilizar-se desse modelo deve-se considerar o caminho que as cargas assumem e a maneira de como a análise estrutural será abordada.

É importante levar em consideração que esse modelo é mais indicado para estruturas mais simples devido as simplificações nos cálculos, o que torna o modelo impreciso para o cálculo de estruturas mais complexas. Como exemplo, as distribuições de cargas nas lajes por área de influência precisam ter geometrias perfeitamente retangular ou quadrada, que o carregamento na superfície seja uniforme e ainda precisa ter condições de apoio bem definidas. Tais exigências torna o modelo ineficaz para obras mais elaboradas e modernas (MONCAYO, 2011; KIMURA, 2007).

Para Fontes (2005), esse modelo não é recomendado para analisar o esforço de torção uma vez que a torção ocorre em um plano perpendicular ao eixo longitudinal da viga e o modelo de vigas contínuas está limitado ao plano bidimensional no sentido longitudinal da peça. O modelo tem boa eficácia para compreender a distribuição de cargas verticais. De acordo com Kimura (2007), esse modelo só incorpora as ações das cargas verticais e não leva em consideração os efeitos provocados por ações horizontais como por exemplo, efeito de vento ou empuxo.

O modelo considera os apoios das lajes como rígidos para a simplificação dos cálculos, enquanto que na realidade as vigas de contorno apresentam uma deformação, e simultaneamente apresentarem rigidezes diferentes além de serem sujeitas a pequenos esforços de torção que são causados pelas lajes, que distribui esforços variáveis

contradizendo a teoria do modelo de vigas contínuas (MONCAYO, 2011; KIMURA, 2007).

De acordo com Fontes (2005), na utilização desse modelo é preciso considerar que os apoios entre vigas e pilares são articulados, ou seja, não existe a transferência de momentos fletores entre eles. A NBR 6118:2014 torna como um critério considerar os momentos fletores na interação viga/pilar em apoios extremos, uma vez que além das cargas verticais os esforços de momento fletor são determinantes para o dimensionamento dos pilares. A norma segue com algumas correções adicionais:

a) Não se deve considerar momento positivo inferior ao que seria obtido se houvesse engastamento perfeito nos apoios internos;

b) Não se pode considerar momento negativo inferior ao engaste perfeito no apoio caso a viga solidária com o pilar intermediário tenha seu comprimento de apoio maior que a quarta parte da altura do pilar;

c) Quando não se realizar cálculo exato da solidariedade dos pilares e vigas, para os apoios externos deve se considerar momento fletor igual ao momento de engastamento perfeito multiplicado por coeficientes normativos baseados na rigidez dos elementos.

### 5.5.2 Pórticos espaciais

Segundo Kimura (2007), pelo modelo de pórtico espacial é possível analisar a estrutura da obra como um todo, ou seja, de forma tridimensional considerar a interação e a influência das ações horizontais e verticais em todos os elementos estruturais modelados de forma simultânea. É comum que os projetistas utilizem softwares com esse modelo para uma avaliação do comportamento da edificação em todas as direções e sentidos obtendo uma maior produtividade e obtenção de resultados.

Através do modelo de pórtico espacial é possível determinar os momentos de flexão e torção, e os esforços cortantes e normais de todos os elementos. Seu uso é adequado para análise de carregamentos horizontais e verticais, inclusive com assimetria. Os pórticos espaciais são formados por elementos lineares com ligações rígidas, semirrígidas ou flexíveis (PFEIL; PFEIL, 2009).

Para Fontes (2005), devido à consideração da interação entre todos os elementos da

estrutura que expressam resultados de esforços normais, esforços cortantes, momentos fletores e momentos de torção o modelo de pórtico espacial pode ser empregado também em edifícios assimétricos. Giongo (2007), colabora afirmando que devido à tridimensionalidade do modelo é possível considerar a atuação do vento que age como um carregamento em diferentes direções.

De acordo com a NBR6118, nos pórticos espaciais, pode-se reduzir a rigidez à torção das vigas por fissuração utilizando-se 15% da rigidez elástica, exceto para elementos estruturais com protensão limitada ou completa.

## 5.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho limitou-se a analisar dois tipos de modelos estruturais (viga contínua, pórtico espacial) já que o foco de estudo é analisar as máximas discrepâncias de resultados através dos modelos estruturais convencionalmente utilizados, embora os autores de referência tenham feito uma análise com os demais modelos existentes estes dois modelos apresentam os valores mais extremos como mostra-se a seguir.

### 5.6.1. Caso 1

França Junior (2015), realizou uma análise comparativa entre diferentes modelos estruturais aplicados a um edifício em concreto armado com quatro pavimentos. Para o estudo das solicitações nas vigas e pilares foi empregado métodos aproximados (vigas contínuas), vigas discretizadas em grelha, vigas e lajes discretizadas em grelha, e pórtico espacial com lajes discretizadas em grelha, com e sem o carregamento de vento.

O modelo de referência adotado por França Junior (2015), foi o de pórtico espacial com lajes discretizadas em grelha, por se tratar de um modelo completo que, em uma única análise, incorpora todos os elementos estruturais concomitantemente, com seus carregamentos e a interação entre eles. Limitaremos em apresentar os resultados nas vigas com discrepâncias de valores mais acentuadas.

A Tabela 1 mostra os resultados dos esforços de momento fletor obtido na viga V1 de acordo com os diferentes modelos estruturais empregados.

Tabela 1 - Momentos fletores de cálculo da viga V1 (KN.m)

Viga V1							
	Apoio P1	Vão (1,53m)	Apoio P2	Vão (4,68m)	Apoio P3	Vão (8,15m)	Apoio P4
Viga contínua	-13,18	14,10	-14,05	3,16	-11,16	14,11	-10,25
Viga contínua com constante de rigidez rotacional	-14,46	7,54	-10,40	0,41	-9,26	9,69	-9,42
Lajes por métodos aproximados e vigas discretizadas em grelha	-14,98	7,13	-10,44	-0,31	-11,10	12,21	-4,86
Vigas e lajes discretizadas em grelha	-17,12	8,90	-10,16	-0,33	-15,09	15,37	-5,79
Pórtico espacial com lajes discretizadas em grelha sem carga de vento	-16,24	7,40	-10,00	1,26	-12,41	12,48	-8,87
Pórtico espacial com lajes discretizadas em grelha (envoltória)	-0,75	3,44	-1,25	-0,02	-9,90	12,30	-2,22
	-28,89	10,71	-17,37	2,50	-18,52	14,52	-15,44

Fonte: FRANÇA JUNIOR (2015)

O autor observa algumas discrepâncias entres os valores de momentos fletores positivos e negativos de acordo com cada modelo. O apoio P4 mostra a principal disparidade quanto aos momentos negativos nos apoios quando se compara a envoltória máxima do modelo do pórtico espacial com o modelo de vigas discretizadas em grelha, para ser mais exato, uma relação de 317,70%. Quanto aos momentos positivos esta relação é ainda maior, que é de 609,76% e pode ser visualizada no tramo V1b ao compara o modelo de vigas contínuas com constante de rigidez rotacional e o pórtico espacial.

No modelo de pórtico espacial os valores de momentos negativos encontrados nos apoios foram maiores em relação aos demais modelos, pois este é o único que trata diretamente a interação entre vigas e pilares, além disso pode-se observar que ocorre diminuição dos momentos fletores negativos quando se compara o pórtico espacial com e sem o carregamento de vento.


## 5.6.2 Caso 2

Chagas (2012), utilizou-se dos modelos de Vigas Contínuas, Pórticos Simplificados, Pórticos Planos, Grelha de Vigas, Grelhas de Vigas e Lajes, Lajes por Elementos Finitos, Pórtico Espacial sem Laje, Pórtico Espacial com Grelhas e Pórtico Espacial com Elementos Finitos. Através destes modelos o autor comparou e analisou o comportamento dos momentos fletores obtidos nas vigas de um edifício residencial com 5 pavimentos iguais.

O modelo de referência adotado foi o de pórtico espacial com elementos finitos considerado pelo autor o método de maior complexidade e que necessita de grande recurso computacional para seu emprego.

A Tabela 2 mostra, em vermelho, os valores para momentos fletores com módulos superiores aos do pórtico espacial com elementos finitos (valores inferiores estão em azul).

Tabela 2 - Momentos fletores solicitantes na viga 13

Viga 13 

Valores em "kN.m"	Apoio	Vão	Apoio	Vão	Apoio
Vigas Contínuas	-46,39	39,14	-70,05	39,14	-46,39
Pórtico Simplificado	-45,32	23,84	-47,50	23,84	-45,32
Pórtico Plano	-49,31	23,81	-43,08	23,91	-49,31
Grelha de Vigas	-42,22	23,07	-46,37	23,16	-43,93
Grelha de Vigas e Lajes	-36,71	17,05	-36,77	18,78	-39,72
Laje por Elementos Finitos	-32,69	13,71	-31,79	15,25	-35,11
P. Espacial sem Laje	-51,39	23,33	-38,44	23,41	-51,32
P. Espacial com grelha	-47,38	18,93	-28,41	18,00	-47,37
P. Espacial com Elementos Finitos	-42,62	14,63	-25,15	15,53	-42,70

Fonte: CHAGAS (2012)

É possível observar na viga 13 uma discrepância de 178% ao comparar o modelo de vigas contínuas e o modelo de referência. O único modelo que obteve valores inferiores ao modelo referência foi a laje por elementos finitos, onde os apoios não sofrem deslocamento vertical, resultando num momento negativo 26% maior no apoio central e num momento positivo com variação máxima 7% inferior ao modelo. No geral, o modelo de pórtico espacial com grelha, apresenta valores próximos ao modelo referência com variação de 20% nos vão e de 12% nos apoios.

### 5.6.3 Caso 3

O trabalho realizado por Fontes e Pinheiro (2006), consiste em analisar um edifício

de oito pavimentos, visando demonstrar as diferenças nos esforços ou nos deslocamentos obtidos através de três modelos estruturais: viga contínua, pórtico plano e espacial.

Tabela 3 - Momentos fletores da V5 (kN.m)

Modelos	P7	Vão	P8	Vão	P9	Vão	P10	Vão	P11	Vão	P12
<b>Vigas contínuas</b>	87,62	143,59	182,43	2,48	14,35*	29,58	14,35*	2,48	182,43	143,59	87,62
Diferença (%)	-22,5	52,8	21,0	-	222,3	754,9	222,3	-	21,0	52,8	-22,5
<b>Pórticos planos</b>	113,60	93,53	151,18	-	10,04	5,24	10,04	-	151,18	93,53	113,6
Diferença (%)	0,5	-0,5	0,3	-	-14,4	51,4	-14,4	-	0,3	-0,5	0,5
<b>Pórtico espacial</b>	113,04	94,00	150,80	-	11,73	3,46	11,73	-	150,75	94,00	113,09

\* Momentos positivos, ao contrário do que ocorre nestes apoios, com os demais modelos

Fonte: FONTES e PINHEIRO (2006)

Através da Tabela 3, é possível perceber mais uma vez, a grande discrepância entre o método de vigas contínuas em relação aos outros métodos, sendo a maior diferença, em porcentagem, de 754,9% no vão entre os pilares P9 e P10, enquanto que, no mesmo vão, pelo método de pórticos planos, percebe-se uma diferença de 51,4%. Ou seja, enquanto o valor do momento fletor pelo método de pórticos planos aproximadamente dobrou o valor obtido pelo método de pórticos espaciais, o valor pelo método de vigas contínuas foi cerca de 9 vezes maior.

É possível observar também que para outros pilares e vãos, o método de pórticos planos não ultrapassa 15% de diferença, chegando a um valor de -14,4% em duas oportunidades (P9 e P10), e diferencia-se uma margem de 1% para mais ou para menos nos outros elementos analisados. Já para o método de vigas contínuas, todas as diferenças são maiores do que 20% (em módulo).

## 5.7 CONCLUSÕES

Pôde-se comprovar que, o método de vigas contínuas para a análise de ações verticais em estruturas é muito impreciso quando comparado ao método de pórticos espaciais. Nas tabelas, é possível enxergar que existem outros métodos com boa aproximação ao método de pórticos espaciais, o que, caso sejam métodos de análise em duas dimensões, é uma grande vantagem, pois analisar uma estrutura bidimensionalmente

requer um tempo menor do que uma análise tridimensional, ou seja, para estruturas mais simples, a análise bidimensional pode ser aplicada. É importante ressaltar que, para o caso de uma possível análise com o método de vigas contínuas em um caso real, é provável que exista um superdimensionamento da estrutura afim de garantir a segurança da estrutura, tendo em vista a imprecisão do método, e por esta razão, não são recomendados (salvo quando para razões didáticas), já que é de amplo conhecimento que existem métodos mais precisos. Para trabalhos futuros, pode-se direcionar o olhar para uma abordagem comparativa com outros modelos estruturais, analisando a precisão de cada um em relação ao modelo de pórticos espaciais.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 221 p.

CHAGAS, D. P. **Análise comparativa entre modelos estruturais para edifícios de concreto armado**. 2012. 68 f. TCC (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

FRANÇA JUNIOR, D. O. **Análise estrutural de um edifício em concreto armado com quatro pavimentos**: estudo de caso para diferentes modelos estruturais. 2015. 122 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

FONTES, F. F.; PINHEIRO, L. M. Análise de um edifício por vários modelos estruturais. SIMPÓSIO EPUSP SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO, 6., 2006, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: [s.n.], 2006. p. 233-250.

FONTES, F. F. **Análise estruturas de elementos lineares segundo a NBR 6118:2003**. 2005. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

GIONGO, J. S. **Concreto armado**: projeto estrutural de edifícios. São Carlos: USP, 2007. Apostila.

KIMURA, A. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado**: cálculos de edifícios com o uso de sistemas computacionais. São Paulo: PINI, 2007.

LINS, F. F. V. **Comparativo entre modelos estruturais integrados na análise, formados por pórtico espacial e grelha, aplicados em estruturas de concreto armado de edifícios de múltiplos pavimentos**. 2010. 110f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade



Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

MARTHA, L. F. **Análise de estruturas: conceitos e métodos básicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MONCAYO, W. J. Z. **Análise de segunda ordem global em edifícios com estrutura de concreto armado**. 2011. 219f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de aço: dimensionamento prático de acordo com a NBR 8800: 2008**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

SORIANO, H. L. **Estática das estruturas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2014.

VALLE, Â.; ROVERE, H. L.; PILLAR, N. M. De P. **Análise estrutural I**. Florianópolis: UFSC, 2013. Apostila.

José Romário Ribeiro

Matheus Fernandes de Araújo Silva

## 6.1 INTRODUÇÃO

Em edifícios de altura elevada a alvenaria de vedação tem grande influência na resistência lateral dos pórticos. No entanto, são comumente desprezadas nos projetos estruturais devido à complexidade de sua análise. Se tratando de um material anisotrópico exige uma modelagem numérica detalhada, variando conforme a escala de análise do problema (PITANGA, 2017).

Dependendo da abordagem e complexidade do modelo numérico, segundo Asteris et al. (2002), podemos classificá-los em macro e micromodelos. Os macro modelos são caracterizados por uma modelagem simplificada abrangendo o comportamento global da estrutura não considerando todos os mecanismos de falha local. Por outro lado, os micro modelos possuem uma abordagem mais detalhada do comportamento da estrutura.

Entre os modelos numéricos empregados, o mais comumente utilizado é o método dos elementos finitos, que segundo Medeiros (2018), é possível estudar o comportamento da estrutura com base em vários parâmetros e sob diferentes condições de contorno. Ainda com base no autor, a maior dificuldade na análise numérica para as alvenarias de vedação está na sua composição física, ocasionalmente originando fenômenos não lineares na interface do bloco e argamassa.

A solução em elementos finitos é obtida pela discretização do objeto em um número finito de pequenos elementos interligados por nós, formando uma malha. A precisão dos resultados varia conforme o refinamento da malha. No entanto, quanto maior o refinamento da malha maior o custo computacional (MELO, 2017).

Em vista disso, nesse trabalho foi utilizada uma malha de elementos finitos considerando a análise de convergência de malha realizado por Amorim (2019), que obteve resultados satisfatórios representando fielmente o modelo físico com o menor custo

computacional possível.

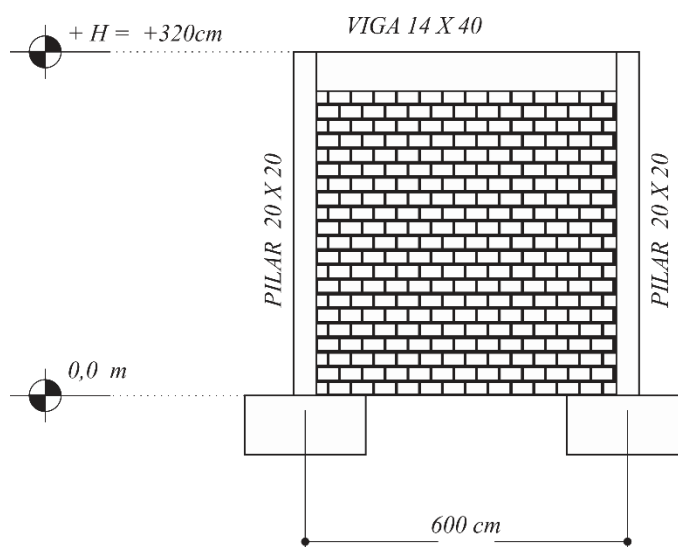
Dessa forma, o objetivo principal desse trabalho é analisar as tensões sobre os painéis de alvenaria por meio de simulação numérica através do método dos elementos finitos (MEF) em modelos de pórticos de múltiplos pavimentos considerando a interação entre os painéis de alvenaria e os quadros estruturais circundantes. Para tanto, será realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema em revistas indexadas, bem como, a discretização dos pórticos preenchidos em elementos finitos de barra e casca.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo proposto neste trabalho foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica, realizada principalmente em revistas indexadas, com o objetivo de buscar informações de análises em elementos finitos sobre a interação entre a alvenaria e a estrutura reticulada, bem como, modelos experimentais em conformidades com a análise numérica. Além disso, foram executados no programa computacional SAP2000 versão 20.0 simulações numéricas em elementos finitos bidimensionais de pórticos no estado plano de tensões preenchidos com alvenaria.

Para os pórticos preenchido, foi modelado uma estrutura rígida engastada com a alvenaria totalmente solidarizada ao quadro estrutural, com uma altura  $H$  de 320 cm e comprimento ( $L$ ) de 600 cm. Consideramos também uma viga superior de seção 14x60, pilares 20x20 e uma viga baldrame inferior (V101) de 14x30, conforme mostra a Figura 1. Em sequência, com base no modelo apresentado, foram acrescentados mais pavimentos e prumadas aos pórticos com as mesmas dimensões, para verificar o estado de tensões na alvenaria sob diferentes configurações geométricas, verificando a influência da relação entre altura ( $H$ ) e comprimento ( $L$ ) na distribuição de tensões.

Figura 1 – Modelo de pórtico



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na simulação numérica foi gerado uma malha refinada para uma geometria retangular simples, com 16 na horizontal e 8 elementos na vertical. Segundo Costa (2010), malha é o conjunto de nós formado pela ligação entre elementos finitos vizinhos. Assim, a malha representa a divisão da estrutura em pequenos elementos possibilitando avaliar diversos parâmetro, nesse caso a distribuição de tensões sobre o painel de alvenaria.

Nos modelos analisados foram utilizados elementos finitos de barra (frame) para elementos estruturais (vigas e pilares) e elementos finitos de casca (Shell-thin) para o preenchimento. Dessa forma, sobre alvenaria foi executado uma análise tridimensional com carregamentos paralelos e perpendiculares ao seu plano.

Na modelagem foram considerados, como condições de contorno, a restrição total dos deslocamentos horizontais e verticais, bem como, material em regime elástico linear e isotrópico. Para tanto, foi disposto um carregamento vertical de 15 KN/m sobre a viga superior, comum a todos os pavimentos, e um carregamento horizontal na extremidade também da viga superior de cada pavimento, representando as imperfeições globais, calculada conforme o item 11.3.3.4.1 da NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

Os resultados são apresentados na forma gráfica com o acréscimo de tensão máxima de compressão em função da variação do número de pavimentos. Para tanto, foi considerado o elemento finito mais próximo ao apoio, tendo em vista a maior concentração

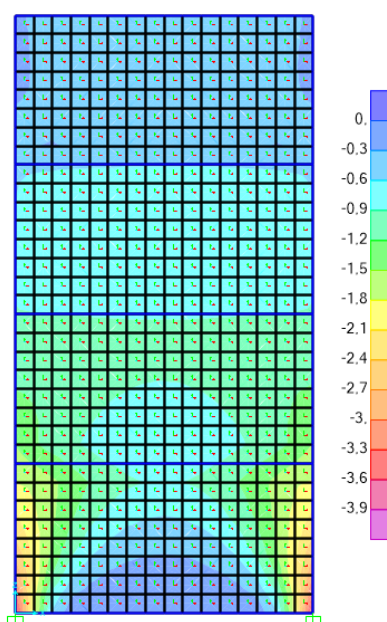
de tensão.

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de uma análise paramétrica nos diferentes modelos de pórticos preenchidos, foi possível avaliar os esforços de momento fletor, força cortante e força axial sobre os painéis de alvenaria e a viga baldrame do pavimento térreo (V101). Basicamente, em todos os modelos a distribuição das tensões sobre a alvenaria nos pavimentos inferiores segue a forma parabólica independente da continuação do carregamento dos pavimentos superiores.

Assim, nos modelos de pórticos mais altos, é possível observar que ocorre uma maior concentração de tensões sobre os apoios. No entanto, com a variação da altura a distribuição de tensões sobre a alvenaria nos pavimentos superiores tende a ser mais uniforme, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Distribuição das tensões verticais.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Isso acontece, porque em todos os modelos analisados de pórticos preenchidos a alvenaria oferece rigidez suficiente para induzir os esforços aos apoios (engastes) formando o sistema de bielas comprimidas sobre os painéis de alvenaria. Nesse caso, como a alvenaria

está totalmente solidarizada ao quadro estrutural a viga ao deformar traciona a base da alvenaria, assumindo o papel de um tirante.

Segundo Riddington e Smith (1978, *apud* BARBOSA, 2000, p. 10) mantendo constante o carregamento sobre a viga o arco originado na distribuição de tensões sobre a alvenaria obedece a relação de  $H \leq 0,7L$  entre a altura e comprimento, ou seja, para alturas superiores a  $0,7L$  do vão o peso proveniente dessa porção da parede é considerada apenas como acréscimo de carga.

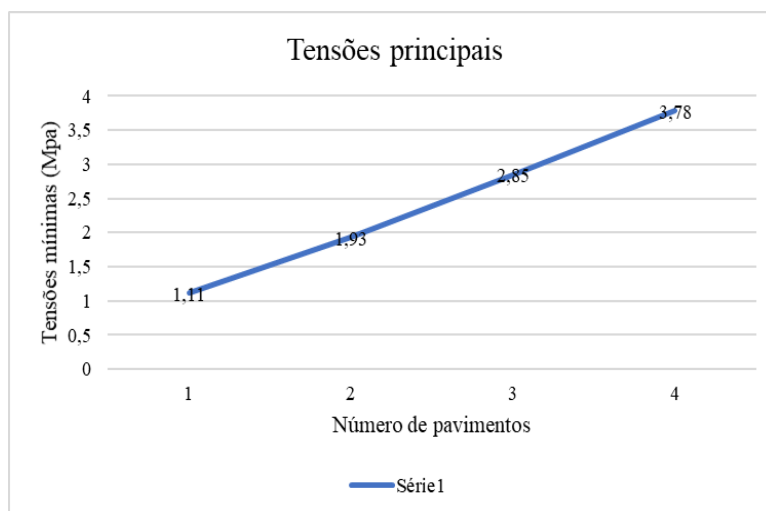
Axialmente, com a convergência dos esforços de compressão sobre a alvenaria para os apoios, a viga (V101) tende a ser tracionada no meio do vão e comprimida nas suas extremidades, ou seja, o painel de alvenaria traciona a viga que ao mesmo tempo está sendo comprimida pelos pilares do pórtico.

De maneira semelhante, os esforços, principalmente de momento fletor, são direcionados para os apoios assumindo uma configuração triangular reduzindo expressivamente valores positivos no meio do vão, pois a parede de alvenaria atua restringindo o deslocamento vertical da viga. Dessa forma, os valores máximos de compressão ocorrem nas extremidades da alvenaria, especificamente próximos aos apoios, gerando tensões nulas ou pequenos esforço de tração na interface entre a base da alvenaria e a viga baldrame.

Existe uma discrepância de solicitações sobre a viga baldrame (V101) influenciada pela rigidez do elemento. Assim, quanto menor a seção transversal da viga maior a convergência das tensões de compressão verticais para os apoios, ocasionando um efeito arco na distribuição de tensões bem mais expressivo.

Com relação as tensões principais, as máximas tensões de compressão próximo aos apoios são intensificadas com o aumento do número de pavimentos, conforme mostra o Figura 1, ocasionando momento fletor máximo e força cortante máxima sobre os apoios, formando um estado múltiplo de tensões variando ponto a ponto. podendo com o acréscimo de carga danificar a estrutura e causar fissuras na alvenaria, bem como, o colapso.

Figura 3 – Tensões máximas de compressão.

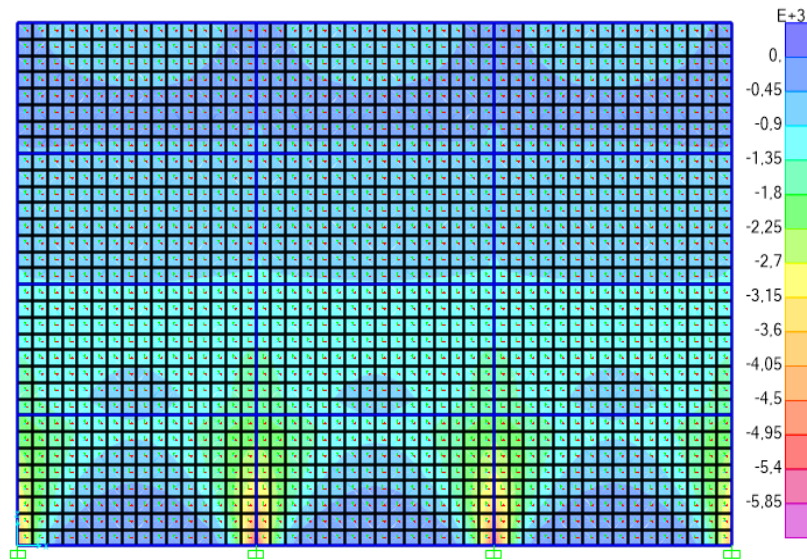


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Nessa perspectiva, a alvenaria altera a distribuição dos esforços na estrutura, segundo Alva et al. (2015), à medida que as ações horizontais são aplicadas aos pórticos a contribuição dos painéis de alvenaria aumentam a resistência lateral das estruturas apórticadas, onde as tensões principais mínimas formam uma diagonal comprimida sobre a alvenaria. No entanto, no estudo aplicado nesse trabalho foram considerados carregamentos verticais bem superiores que as ações horizontais representada somente pelo desaprumo, logo a distribuição dos esforços de compressão sobre as paredes foram direcionados para os pilares do modo a se intensificarem próximo aos apoios, tracionando axialmente a parte inferior da alvenaria, bem como, o meio do vão da viga baldrame (V101).

Em um segundo momento foi realizado a mesma análise do pórtico variando o número de prumadas. Os resultados mostraram a continuidade da formação do arco na distribuição de tensões em todos os modelos, conforme mostra a Figura 4. No entanto, nos pórticos intermediários ocorreram uma maior concentração de tensões máximas de compressão próximos aos apoios, bem como, valores mais expressivos de tensões de tração no bordo inferior da alvenaria justaposta ao centro da viga baldrame (V101).

Figura 4 – Distribuição das tensões verticais sobre a alvenaria no pórtico com múltiplas prumadas.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os diagramas de momento fletor e cortante da viga baldrame seguem o mesmo padrão dos primeiros modelos. Assim, apresentam valores máximos próximos ao apoio diminuindo gradativamente em direção ao meio do vão. Outro ponto a destacar são as tensões principais de compressão que são encaminhados para os apoios, distribuindo-se mais uniformemente nos pavimentos superiores.

## 6.4 CONCLUSÕES

No sistema parede-viga por apresentarem rigidez parecidas quando solidarizados existe a transmissão dos esforços dos elementos estruturais para a alvenaria. Apesar de a alvenaria aumentar resistência do pórtico as ações horizontais e contribuir para a estabilidade global, atuando como elemento de contraventamento, com carregamentos verticais pode ocorrer o comprometimento físico da alvenaria. Dessa forma, no contato entre os dois materiais deve existir um espaço vazio ou até mesmo empregar um encunhamento com material mais flexível para atenuar a transferência de esforços e permitir maior deslocamento da viga.



Nesse sentido, foi possível observar que a modelagem numérica reproduziu o efeito esperado para a distribuição de tensões sobre a alvenaria quando o pórtico é submetido a carregamentos simultâneos, mesmo se tratando de uma análise paramétrica. Dessa forma, para uma análise mais realista do comportamento estrutural da alvenaria de vedação é necessário especificar no modelo numérico todos os parâmetros referentes a análise e materiais empregados, para tanto deve transcorrer com modelos experimentais que visem a calibração do modelo numérico.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: estruturas de concreto armado – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ALVA, G. M. S. *et al.* Estado limite de serviço de deformações horizontais excessivas com a consideração das alvenarias de preenchimento no modelo estrutural. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 8, n. 3, p. 390-426, jun. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3ducQQM>. Acesso em: 24 jun. 2018.

AMORIM, L. S. de. **Análise experimental e numérica de resistência à compressão de prismas de alvenaria de vedação**. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2019.

ASTERIS, P. G. *et al.* **The state-of-the-art in infilled frames numerical models**. In: STRUCT ENG WORLD CONGRESS, 2002, Yokohama, Japan. **Proceedings** [...]. Yokohama, Japan: SEWC, 2020. Disponível em: <http://users.aspete.gr/asteris/Fulltext/T1-2-c-2.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

BARBOSA, P. C. **Estudo da interação de paredes de alvenaria estrutural com vigas de concreto armado**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000. Disponível em: <https://bit.ly/2YtpL10>. Acesso em: 24 jun. 2020.

COSTA, C. T. F. **Introdução aos métodos numéricos**. [S.l.]: UFC, 2010. Apostila.

MEDEIROS, W. A. **Pórticos em concreto pré-moldado preenchidos com alvenaria participante**. 2018. 163f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2018.

MELO, F. I. V. de. **Análise de lajes nervuradas por meio de elementos finitos**. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2017.

PITANGA, M. A. **Contribuição ao estudo de pórticos de concreto armado preenchidos com alvenaria de blocos cerâmicos**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

RIDDINGTON, J. R; STAFFORD SMITH, B. Composite method of design for heavily loaded wall-beam structures. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers**, v. 64, i. 1, p. 137-151, feb. 1978. pt. 1. Disponível em: <https://bit.ly/3dBUFsJ>. Acesso em: 24 jun. 2020.

# 7 ANÁLISE DOS ESFORÇOS GERADOS POR DIFERENTES TIPOS DE TELHAS CERÂMICAS NAS VIGAS QUE COMPÕEM ESTRUTURAS DE TELHADO

Lucas Rêgo de Queiroz

Naiara da Silva Pereira

Miriam Alves de Oliveira

Fabíola Luana Maia Rocha

## 7.1 INTRODUÇÃO

Um dos principais elementos utilizados na construção civil é a estrutura do telhado. Os telhados são responsáveis por realizar a cobertura de uma casa, prédio ou outra edificação. Tem como função proteger a área interna de uma edificação, de modo a evitar a entrada de raios solares, água da chuva, vento e animais, também pode apresentar função estética e isolante (PEREIRA, 2018).

O telhado é composto por telhas inclinadas de forma a conduzir a água da chuva para as calhas e posteriormente para o solo. Pode ser construído com diferentes tipos de telhas de acordo com a necessidade da edificação e serem confeccionados com diversos tipos de materiais como pedras, madeira, cerâmica, cimento, metal, vidro, etc (PEREIRA, 2018).

As vigas são responsáveis por receber os esforços externos decorrentes do peso da estrutura do telhado. Desse modo, é importante analisar o carregamento nas vigas e os esforços internos resultantes para que se possa realizar a previsão das ações atuantes.

As edificações no Brasil, em geral, possuem coberturas de telhas cerâmicas que podem variar de acordo com o tipo ou com características e recomendações próprias de cada fabricante.

As telhas, americana, colonial, italiana, romana, portuguesa e francesa são encontradas, geralmente, nas cores vermelha, branca e mesclada (vermelha e branca). A Tabela 1 apresenta as propriedades e características de seis tipos de telhas cerâmicas.

Tabela 1 – Propriedades e características de alguns tipos de telhas cerâmicas

Tipos	Consumo médio (un./m <sup>2</sup> )	Inclinação (%)	Tamanho (cm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )
Americana	16	30	43	36
Colonial	24	30	48	57,6
Italiana	14	30	41	38,50
Romana	16	30	40	38,40
Portuguesa	17	30	41	40,8
Francesa	16	36	41	43,2

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

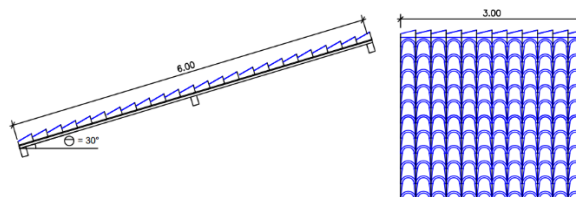
O tipo de telha que deve ser usado em uma construção é definido em conformidade com os parâmetros da estrutura estabelecidos na concepção do projeto. Além disso, deve-se destacar que o peso das telhas é importante para identificar como as mesmas irão agir sobre a viga.

Portanto, o presente artigo tem como objetivo apresentar a análise do carregamento aplicado nas vigas para diferentes tipos de telhas cerâmicas, evidenciando a importância da escolha de determinado modelo na concepção do projeto de uma construção.

## 7.2 METODOLOGIA

Por meio de uma pesquisa explicativa o trabalho busca de forma indireta analisar os esforços gerados nas vigas (terças) da cobertura dos telhados. A partir de dados encontrados na literatura, os pesos dos diferentes tipos de telha, os pesos dos elementos que se ligam a viga (caibros e ripas) e o formato do telhado, é possível determinar os esforços aplicados nas vigas. O telhado a ser analisado é mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Detalhamento do telhado.



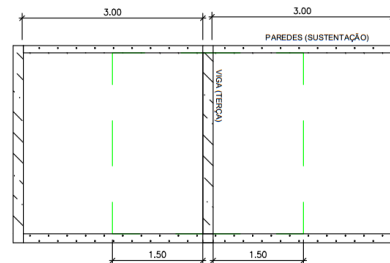
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A partir das informações referentes ao telhado, para determinar a carga em m<sup>2</sup> que incide na viga (terça) analisa-se a área de influência, esta trata-se da área da telha que será

sustentada por determinada terço. Para o telhado escolhido como referência, a área de influência é indicada pelas linhas apresentadas na cor verde na Figura 2.



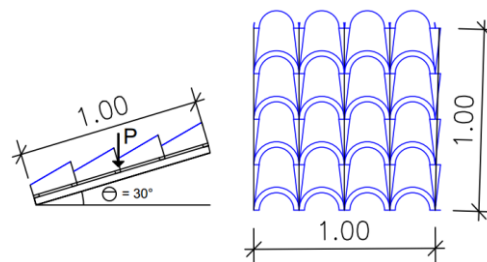
Figura 2 - Área de influência do telhado escolhido.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Analisando uma parte ainda menor do telhado, 1 m<sup>2</sup> de área como mostra a Figura 3, pode-se relacionar as cargas de forma a encontrar uma equação genérica para força “p” que é a força resultante da decomposição da carga P mostrada na figura, que considera constantes os pesos das ripas e caibros, variando somente de acordo com o peso da telha.

Figura 3 – Decomposição da força P resultante.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A carga p pode ser determinada pela Equação 1:

$$p = \frac{(P_{ripa+caibro} + P_{telha})}{1 \cdot \cos\theta \cdot 1} \quad (1)$$

Para calcular o peso dos caibros e das ripas aplicou-se a Equação 2, em que supõe-se um telhado feito de madeira maçaranduba onde  $\gamma = 1200 \text{ kg/ m}^3$  (NASCIMENTO, 2006):

$$P_m = \frac{\gamma \cdot b \cdot h}{ec}$$

Onde,

$\gamma$  é o peso específico da madeira;

$b$  e  $h$  são as dimensões da seção do caibro ou ripa;

$ec$  é o espaçamento entre caibros ou ripas.

Para os caibros, considerando um espaçamento de 0,4 m e as dimensões usuais dos caibros, tem-se (NASCIMENTO, 2006):

$$P_{caibros} = \frac{1200 \times 0,025 \times 0,05}{0,4} = 3,75 \text{ ou } 4 \text{ kg/m}^2$$

Por analogia, é calculado o peso das ripas, mudando somente as características intrínsecas a ela, logo (NASCIMENTO, 2006):

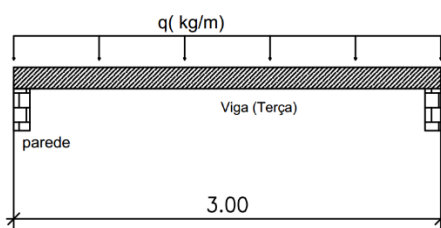
$$P_{ripas} = \frac{1200 \times 0,0125 \times 0,05}{0,35} = 2,14 \text{ ou } 2 \text{ kg/m}^2$$

Substituindo esses pesos na Equação 1, obtém-se a Equação 3.

$$p = \frac{(6 + P_{telha})}{1 \cdot \cos\theta \cdot 1} \quad (3)$$

Com a equação da carga por metro quadrado pode-se encontrar a equação da carga distribuída que atua sobre a viga como pode ser observado na Figura 4. Esse carregamento é dado pela multiplicação da largura da área de influência pela carga por  $m^2$ , como mostra a Equação 4.

Figura 4 - Carga que atua sobre a viga (terça).



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

$$q = \frac{(6 + P_{telha})}{1 \cdot \cos 30^\circ \cdot 1} \left( \frac{kg}{m^2} \right) \times l (m) \quad (4)$$

### 7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Equação 4, substituiu-se os valores referentes aos pesos por metro quadrado de cada uma das telhas da Tabela 1. Desse modo, determinou-se a carga que age sobre a viga em cada uma das situações, estes valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Carregamento correspondente aos tipos de telhas cerâmicas apresentados

Tipos	Carga "q" (kg/m)
Americana	145,49
Colonial	220,31
Italiana	154,15
Romana	153,81
Portuguesa	162,11
Francesa	170,43

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ao analisar os resultados nota-se que, de acordo com o tipo de telha escolhido, o carregamento ocasionado na viga tem certa discrepância. Por exemplo, os dois extremos, a telha americana e a telha colonial, apresentam os carregamentos de 145,49 e 220,31 kg/m, respectivamente, apresentando uma diferença de 74,92 kg/m.

Além dessa diferença mais considerável, é importante destacar que todos os tipos de telhas cerâmicas, mesmo que em escala pequena, apresentam variações quanto ao peso.

É de extrema importância ressaltar que todas as seções e materiais do restante da estrutura foram mantidos constantes, logo a discrepância se aplica somente a diferença do tipo de telha escolhido.

## 7.4 CONCLUSÕES

Por fim, este trabalho relaciona-se diretamente a realização de projetos e construção de estruturas de telhados em obras de edifícios e casas. Dessa forma, a partir das observações realizadas conclui-se o quanto a escolha de um determinado tipo de telha pode influenciar no custo da construção, na segurança do usuário e, de modo geral, em todas as etapas do dimensionamento estrutural do projeto.

Outra proposta de trabalho, seria realizar a comparação dos resultados obtidos para telhas cerâmicas com telhas de materiais diferentes, como as telhas de alumínio, fibrocimento, entre outras. Assim como considerar as variações nas ripas e caibros e identificar os esforços internos e as deformações para cada um dos carregamentos.

## REFERÊNCIAS

LOJAS GRAVIA. **Estrutura metálica para telhados**. [S.l.:s.n], 2020. Disponível em: <https://urless.in/7XbLH>. Acesso em: 06 jul. 2019.

NASCIMENTO, P. C. **Estrutura de madeira**. 2006. Disponível em: <https://urless.in/xrxDC>. [S.l.:s.n], [2018?]. Acesso em: 10 jul. 2019.

PEREIRA, C. **Telhados**. [S.l.]: Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://urless.in/zTzuM>. Acesso em: 19 jun. 2019.

ROSSI, F. **Telhas cerâmicas: tipos e características, passo a passo!** Disponível em: <https://pedreiro.com.br/telhas-ceramicas-tipos-e-caracteristicas-passo-a-passo/> Acesso em: 06 jul. 2019.



Ronnielbe Avelino Moura

Maria Alanya da Costa Oliveira

Filipe Abrantes Fernandes Cavalcanti

José Henrique Maciel de Queiroz

## 8.1 INTRODUÇÃO

As fundações na Construção Civil são essenciais no processo de construção de uma edificação. Os elementos de fundação constituem a infraestrutura das construções e fazem parte do subsistema estrutural que compõe qualquer tipo de obra. A depender do tipo de solo e dos tipos de edificação, a fundação empregada pode ser superficial ou profunda. O que irá definir esta escolha é a tipologia da obra e as características do terreno de implantação.

Para o conhecimento adequado do solo é necessária uma análise rigorosa. Um dos métodos mais aplicados nessa análise é a sondagem à percussão do terreno, mais conhecido como SPT (ensaio de penetração padrão). Cujo intuito é identificar as camadas do solo em suas profundidades de ocorrência, o nível do lençol freático e sua resistência à cravação de um amostrador padrão. Informações estas, que serão fundamentais para que seja definido o tipo de fundação a ser executada adequadamente posteriormente.

A depender da área de estudo, o solo pode receber distintos conceitos, mas de forma geral, o solo é o conjunto de horizontes ou camadas que se deu pela desintegração da rocha-mãe (Pereira *et al.*, 2004), sofrendo influências físicas e químicas ao longo do tempo pela ação do intemperismo, revelando características peculiares como textura, capacidade estrutural, cor, entre outros fatores. Dentre essas características, este trabalho limitar-se-á a análise do solo orgânico como suporte estrutural.

De acordo com a Pedologia, que é a ciência que estuda os solos, os solos orgânicos são oriundos da decomposição e posterior apodrecimento de matérias orgânicas, sejam estas de natureza vegetal (plantas, raízes) e animal. Para o Engenheiro Antônio Medeiros

(USP), os solos orgânicos são problemáticos para construção por serem muito compressíveis, ou seja, deformável. Neste sentido, estudos tem mostrado que, terrenos em que outrora eram lixões e/ou aterros, tem sofrido alteração no solo ao longo dos anos tornando-se problemas para edificação, como mostra Koswoski (2015) e Aquino (2018).

Conforme Koswoski e Calisto (2015), uma das patologias mais significativas nas construções devido à instabilidade do solo é o recalque diferencial. Recalque é o termo utilizado na Engenharia Civil para caracterizar o fenômeno que ocorre quando uma edificação sofre um rebaixamento devido ao adensamento do solo sob sua fundação.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo expor e discutir alguns casos de construções que tiveram problemas na estrutura, os quais foram construídos em terrenos que outrora eram lixões e/ou aterros.

## **8.2 METODOLOGIA**

Quanto a forma de abordagem do problema, este trabalho se trata de uma pesquisa qualitativa pois, este, não necessita de métodos e técnicas estatísticos, caracterizando-se como uma pesquisa descritiva. Na análise qualitativa não existe a necessidade de priorizar a quantificação de valores, a pesquisa neste caso preocupa-se essencialmente mais com o processo do que o produto (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Segundo Praça (2015), a pesquisa em questão possui cunho exclusivamente teórica, sendo esta baseada em análises de referências que, são embasados por outros autores teóricos, não existindo análises experimentais.

Este trabalho se classifica como uma pesquisa bibliográfica, na qual se baseia na revisão técnica de trabalhos já publicados como livros, revistas, artigos científicos, jornais, fotos, documentos, teses, normas, internet, entre outros.

Em resumo, este trabalho consistiu em 3 etapas. Em primeiro lugar foi delimitado uma área de estudo, bem como a escolha de um objeto de estudo, os problemas causados em edificações por esta situada e solo orgânico, neste caso. Em seguida, realizou-se o levantamento bibliográfico relacionado ao objeto de estudo. E por último foi realizada as análises das bibliografias utilizadas no trabalho.

### 8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o encerramento dos aterros comuns, a decomposição dos resíduos continua ativa provocando alteração no solo, tornando-o compressível. De acordo com Aquino (2018) em área com predominância de resíduos sólidos, as fundações dos imóveis são desestabilizadas, isto é, há acomodação de terra em consequência da decomposição dos resíduos. Para Antônio Medeiros (USP) em solo que já abrigou lixões e/ou aterros não deveria ser usado para construções, mediante o solo torna-se compressível, ou seja, muito deformável.

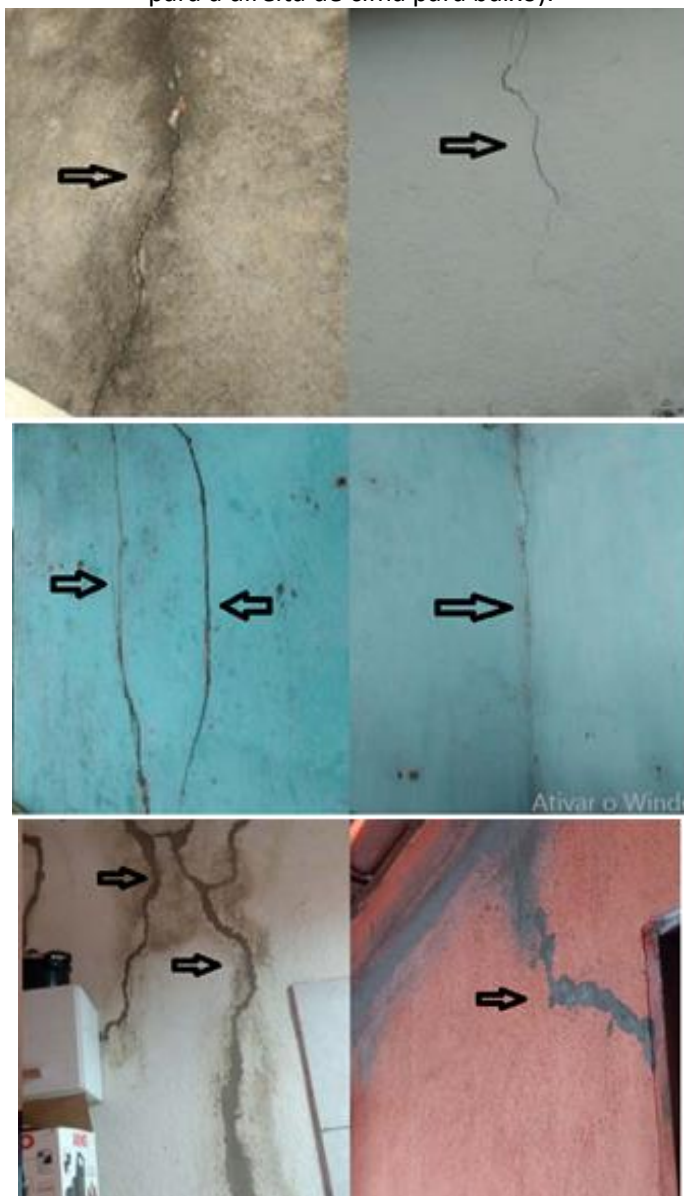
Embora essa seja a recomendação, a falta de condições socioeconômicas torna esses locais atraentes para povoamento de classe mais vulnerável socioeconomicamente. Acrescentando a este fator tem-se a falta de monitoramento da área pelos órgãos públicos o que torna as condições ainda mais irregulares e preocupante (COSTA; NISHIYAMA, 2012; AQUINO, 2018)

Diante disso, matérias jornalísticas e trabalhos acadêmicos tem revelado situações reais do que ocorre com obras construídas em terrenos de antigos lixões. Embora vários casos tenham sido relatados, este trabalho discutirá duas situações, uma ocorrida na zona urbana do município de Pereiro, CE e a outra num conjunto habitacional em Ribeirão Preto, SP.

De acordo com alguns registros fotográficos e levantamento sobre o histórico da área pelos moradores, foi identificado que o terreno outrora foi local de lixão do município, tendo sido desativado a mais de 10 anos.

Conforme Aquino (2018), os entrevistados informaram que, os resíduos eram queimados e os locais recebiam a cobertura de terra, e a partir daí eram desmembrados os loteamentos. As Figuras 1 (a, b, c) mostram algumas das patologias, do tipo fissura, que provavelmente pode ter sido resultante de um recalque diferencial devido a compressibilidade do solo.

Figura 1 – Fissuras na alvenaria interior e exterior de residências unifamiliares (a,b e c da esquerda para a direita de cima para baixo).



Fonte: Adaptado de Aquino (2018).

Embora não se tenha feito um estudo mais aprofundado do local, sendo apenas superficial, e mediante os conceitos abordados pela literatura sobre problemas estruturais nas fundações em solos orgânicos, pode-se deduzir através dos relatos obtidos pelos entrevistados e as imagens que, os danos aparente possivelmente seja decorrente de recalque diferencial devido a característica de solo compressível que é o solo modificado pela ação de material orgânico.

O outro caso a ser discutido é um conjunto habitacional localizado na cidade de Ribeirão Preto, SP. De acordo com Bervique (2008), os moradores da localidade relataram problemas estruturais nas residências sendo convocados a saírem de suas residências, um dos moradores relatou que uma investigação no subsolo realizada por um geólogo constatou que havia resíduos sólidos em decomposição a 1 metro de profundidade. As Figuras 2 e 3 mostram os problemas na alvenaria de algumas residências.

Figura 2, 3 – Trincas comprometedoras à estrutura



Fonte: Adaptado de Bervique (2008).

De acordo com o que foi discutido verifica-se que as fissuras são em maioria na diagonal, próximo as portas e janelas e pilar o que representa um recalque diferencial. E isso tem ocorrido em consequência da compactação inadequada dos resíduos sólidos depositados provocando os problemas estruturais apresentados pelas unidades habitacionais, decorrentes da fragilização do terreno e acomodação do solo.

#### 8.4 CONCLUSÕES

Um dos grandes problemas da sociedade moderna é o consumo e a grande produção de resíduos sólidos. Infelizmente, na maioria dos casos, esses resíduos não são armazenados em um aterro sanitário, sendo lançados em locais impróprios ocasionando mudanças químicas, físicas e biológicas no solo.

Diante do exposto, são perceptíveis os problemas gerados devido à baixa resistência do solo. Esses problemas são recorrentes em solos com grandes quantidades de matéria

orgânica proveniente de lixões. Devido a essa condição, o solo perde bastante resistência para suportar as cargas oriundas das edificações e conseqüentemente apresentado várias patologias nas fundações como recalques que acabam em alguns casos danificando e comprometendo a estrutura seja esteticamente ou estruturalmente a exemplo de fissuras e trincas.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, Y. C. **Abordagem integrada para avaliação das áreas de aterros comuns em Pereiro/CE**. 2018. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2018.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122 – Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- BERVIQUE, J. M. **Estudo dos impactos ambientais causados pelo antigo lixão, no Jardim Juliana A e Jardim das Palmeiras II**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2008.
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6. ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científico, 1989. v. 1.
- CONSOLI, N. C.; MILITITSKY, J.; SCHINAID, F. **Patologias das fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- COSTA, R. A.; NISHIYAMA, L. Zoneamento ambiental das áreas urbana e de expansão urbana de Caldas Novas (GO): uma contribuição metodológica. **RAEGA – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 25, p. 343-372, 6 jul. 2012.
- CRAIG, R. F.; KNAPPETT, J. A.; **Mecânica dos solos**. 8. ed. Rio do Janeiro: LTC, 2016.
- KOSWOSKI, R.; C. A. **Efeito do recalque diferencial de fundações em estruturas de concreto armado e alvenaria de vedação**: Estudo de caso. UTFPR. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil). 2015. 35 f.: il.
- PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- PRAÇA, F. S. G. Metodologia da pesquisa científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusões. **Revista Eletrônica Diálogos Acadêmicos**, n. 1, p. 72-87, jan./jul. 2015.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.

SOUSA, J. S. **Mecânica dos solos**. Brasília. NT, 2015.

SANTOS, D. F. A. *et al.* Estudo e análise das patologias da ponte de Porto Nacional-TO. (2017). **Engenharia Estudo e Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 31-41, jul./dez. 2017. Disponível em: [http://www.abperevista.com.br/imagens/volume17\\_02/cap03.pdf](http://www.abperevista.com.br/imagens/volume17_02/cap03.pdf). Acesso em 05 jul. 2019.

FRANÇA, A. A. V. *et al.* Patologia das construções: uma especialidade da engenharia civil. **Revista Técnica**, v.19, n. 174, p. 72-77, set. 2011.

SABBATINI, F. H. Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria estrutural. **Boletim Técnico**, v. 2, 1986.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: UNIVERSIDADE FEEVALE, 2013.

# 9 INTERPRETAÇÃO ESTÁTICA DE UM SEMI PÓRTICO METÁLICO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL SUBMETIDO A ESFORÇOS

---



Saskya Jamilly Uchôa Costa

Talles André Morais Albuquerque

Walter de Lima Cavalcante

Fabiola Luana Maia Rocha

## 9.1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre estática foram expandidos a partir da formulação das 3 leis de Newton. Segundo Soriano (2014), a primeira e a terceira leis de Newton, que fundamentam a estática, estudam o comportamento dos corpos rígidos sob ação de forças equilibradas, isto é, o comportamento dos corpos em repouso em que se utilizam o método do equilíbrio estático.

Este método é utilizado na engenharia para que as dimensões da estrutura resistam às forças atuantes no sistema ou corpo estudado. Almeida (2009) define estrutura como um conjunto de elementos capazes de receber solicitações externas, absorvê-las internamente e transmiti-las para seus apoios. Tais elementos ou componentes estruturais, segundo Soriano (2014), necessitam ser dimensionados para resistir ao próprio peso, bem como as demais ações que serão aplicadas, de forma a não comprometer seu desempenho em serviço.

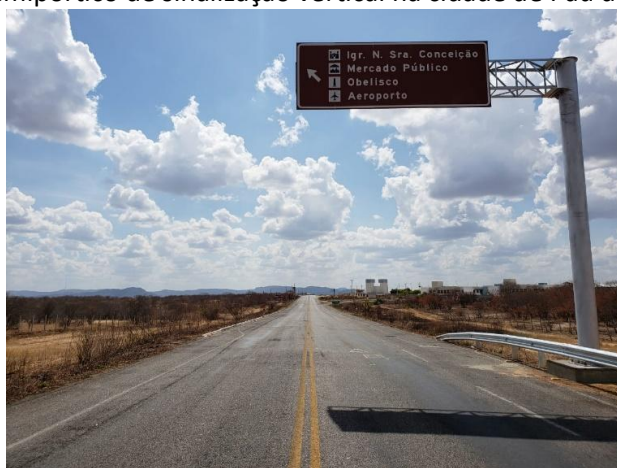
A determinação dos esforços internos solicitantes, das reações de apoio e dos deslocamentos em alguns pontos são os 3 objetivos da análise estrutural (ALMEIDA, 2009). Dessa forma, este trabalho se propõe a estudar como se dá o equilíbrio estático da estrutura metálica de uma placa de trânsito sujeito a uma força distribuída, bem como interpretar o comportamento da disposição dos seus elementos frente aos esforços.



## 9.2 METODOLOGIA

A figura 1, mostra o semipórtico na cidade de Pau dos Ferros/RN, cujo esse trabalho objetivou analisar.

Figura 1 – Semipórtico de sinalização vertical na cidade de Pau dos Ferros/RN.

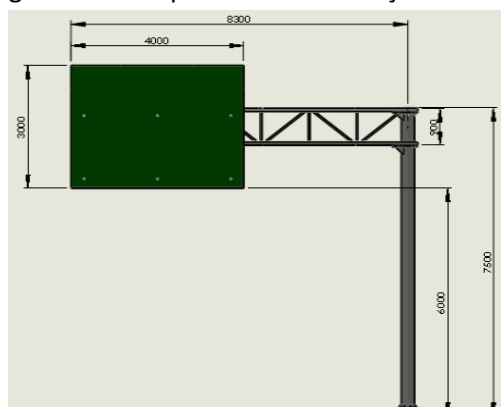


Fonte: Rio Grande do Norte (2018).

Devido a incapacidade de obtenção das reais dimensões da placa de sinalização, foi-se a literatura procurar fabricantes e projetos de sinalização, com estrutura similar ao objeto que se pretendia estudar.

A figura 2, esquematiza as dimensões da placa fornecidas por um projeto executivo de sinalização turística realizado pela cidade de Florianópolis (2015).

Figura 2 - Semi pórtico de sinalização vertical.



Fonte: Florianópolis (2015)

A estrutura em aço estrutural (ASTM A36) galvanizado, possui coluna com diâmetro nominal de 12" e espessura de 9,5 mm. A placa tem dimensões de 3m x 4m em alumínio com espessura de 2mm.

A velocidade do vento para a região de Pau dos Ferros/RN pode ser obtida pelo gráfico da norma ABNT NBR 6123 (1988), cujo valor é de 30 m/s.

Uma fórmula simplificada para cálculo da força do vento é dada por:

$$F_{vento} = \rho_{vento} \frac{v^2}{2} * A \quad (1)$$

Onde:  $\rho$  é a densidade do ar;  $v$  é a velocidade do vento;  $A$  é a área da placa. O valor da densidade do vento para 1 atm é da ordem de 1,224 kg/m<sup>3</sup>.

A força peso da coluna e da placa de alumínio pode ser estimada pela fórmula:

$$F_{peso} = m * g \quad (2)$$

Onde,  $m$  é a massa da estrutura (placa e coluna);  $g$  é a aceleração da gravidade. A massa da coluna pode ser calculada por:

$$m = \rho_{aço} * V \quad (3)$$

Onde:  $\rho_{aço}$  é a densidade do aço ou alumínio;  $V$  é o volume da estrutura.

Os valores de densidade para o aço estrutural e o alumínio foram obtidos no anexo em Hibbeler, 2010. O volume da coluna pode ser determinado por:

$$V = A * H \quad (4)$$

Onde:  $A$  é a área da seção;  $H$  é a altura da coluna.

O cálculo da área da seção da coluna, pode ser dado por:

$$A = \pi (R_e^2 - R_i^2) \quad (5)$$

Onde:

$R_e$  é o raio externo;  $R_i$  é raio interno.

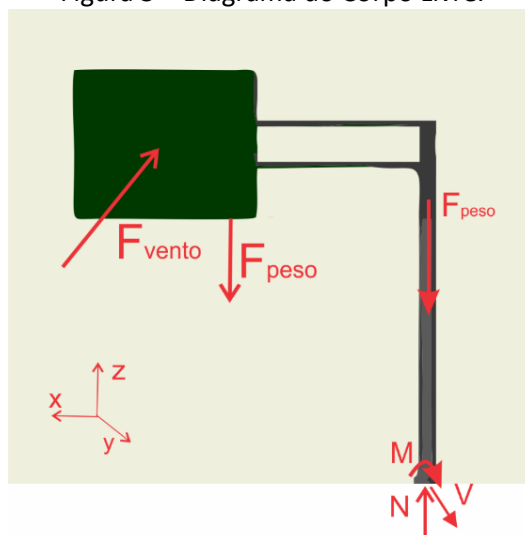
A força peso da coluna e da placa de alumínio pode ser estimada pela fórmula, com a ajuda do software FTOOL 4.0, obteve-se os diagramas para momento fletor (M), força cortante (V) e força normal (N) e o deslocamento da estrutura.

### 9.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de cálculos, com o intuito de facilitá-los, a força peso que a treliça realiza na estrutura foi desconsiderada, contudo a força peso exercida pela coluna foi considerada. Considerou-se que a força do vento atua somente na placa de alumínio.

A figura 3 apresenta o diagrama do corpo livre da estrutura.

Figura 3 – Diagrama do Corpo Livre.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Substituindo os valores de densidade do vento, área da placa e velocidade do vento na fórmula (1). Temos o valor para a força concentrada do vento na placa.

$$F_{vento} = 6,615 \text{ KN}$$

O memorial descritivo de implementação da estrutura nos diz que o diâmetro da seção é de 355,6mm com espessura de 9,5mm, usando esses valores para cálculo do raio

externo e interno e substituindo em (5), teremos a área da seção da coluna. Substituindo os valores de área e altura da coluna na fórmula (4), teremos o volume.

Ao substituirmos os valores de volume e densidade para o aço estrutural A36 na fórmula (3) e substituindo os valores encontrados na fórmula (2), teremos a força peso desempenhada pela coluna.

$$F_{pesocoluna} = 3,02 \text{ KN}$$

Substituindo os valores nas fórmulas para determinação de volume e multiplicando pela densidade do alumínio ( $2790 \text{ Kg/m}^3$ ), encontrou-se a massa da placa. Substituindo os valores de massa e aceleração da gravidade na fórmula (2), a força peso da placa será:

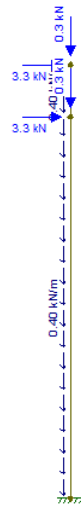
$$F_{pesoplaca} = 0.657 \text{ KN}$$

A partir da determinação das forças concentradas que atuam na estrutura, criou-se um modelo no software FTOOL 4.0, onde analisou-se como atuavam os esforços internos na estrutura, as reações de apoios geradas na base da coluna e o possível deslocamento da estrutura, devido a atuação dessas forças.

Para a criação do modelo no FTOOL, considerou-se que os esforços causados pela placa seriam transferidos inteiramente para a coluna no local de ligação da treliça.

Assim, a figura 4, mostra os esforços transferidos para a coluna.

Figura 4 – Forças atuantes na coluna.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A seguir, a tabela 1 mostra os diagramas para força normal, cortante e momento fletor.



Tabela 1 – Diagramas de esforços internos

Força normal (KN)	Força cortante (KN)	Momento Fletor (KN.m)

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Como pode-se verificar, a estrutura não irá sofrer deslocamentos significativos a aplicação da carga. A tabela 2 mostra a coluna em zoom para a verificação da deformação.

Tabela 2 – Deformação vertical e horizontal

Deformação horizontal (mm)	Deformação vertical (mm)
	

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Pode-se constatar que as deformações na coluna serão muito pequenas, onde a deformação na horizontal foi na casa de 20 mm. Já a deformação vertical apresentou valores na ordem de 0,006 mm. Portanto, podem indicar alta capacidade de suporte da estrutura a ação das forças consideradas nesse estudo.

#### 9.4 CONCLUSÕES

Esse trabalho permitiu analisar as forças que atuam em uma estrutura de semipórtico. Pode-se calcular a força de ação do vento na placa, bem como a força ocasionada pelo peso da placa e da coluna. Foi possível criar os diagramas para força normal, cortante e momento fletor, analisou-se a deformação ocasionada pelas forças atuantes na estrutura e verificou-se que estas, na coluna, não causam deformações significativas, o que pode indicar uma alta capacidade de resistência da estrutura.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6123**: forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: [s.l.], 1988.

ALMEIDA, M. C. F. de. **Estruturas isostáticas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

HIBBELER, R. C. **Resistência dos materiais**. Tradução de Arlete Simille Marques. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

FLORIANÓPOLIS (SC). **Projeto executivo de sinalização turística**: relatório do projeto e orçamento. Florianópolis, v. 1, 2015. Disponível em: <https://urless.in/u4XYv>. Acesso em: 07 jul. 2020.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). Sinalização turística em Pau dos Ferros. **Portal Oficial do Governo do Estado do Rio Grande do Norte**, Poder Executivo, Natal, 07 jul. 2020. Disponível em: <http://www.rnsustentavel.rn.gov.br/?pg=fotos&id=763> . Acesso em: 07 jul. 2020.

SORIANO, H. L. **Estática das estruturas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2014.

## 10 ESTRUTURA DE CONTENÇÃO COM PNEUS INUTILIZÁVEIS: PROCESSOS CONSTRUTIVOS E APLICAÇÕES

---

Vítor Souza de Abreu

Lorena Lívina Lima Oliveira Soares

Victor Ezequiel Leite Dedes

José Henrique Maciel de Queiroz

### 10.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o surgimento de novos materiais e a sua utilização frequente desses materiais não convencionais em obras de estabilização têm atraído o interesse de pesquisadores em todo o mundo, na busca de amenizar o descarte desses materiais que são prejudiciais ao ambiente, reutilizando e tornando um custo benefício viável (SIEIRA, 2009).

Os pneus inservíveis têm se tornado problema no seu descarte, devido, a grande poluição que causa ao meio ambiente e o seu acúmulo. Buscando uma medida de reaproveitamento desse material, surge uma técnica que consiste na execução de muros de contenção de gravidade constituídos de pneus e preenchido com solo. Assim, procura-se associar a eficiência mecânica do pneu e o baixo custo, despertando o interesse para o reaproveitamento de materiais não convencionais. Seu dimensionamento é semelhante ao dimensionamento de qualquer tipo de muro de gravidade, e requer o conhecimento do peso específico do material que o constitui (MEDEIROS *et al.*, 2000).



As primeiras aplicações desses muros de pneus usados no ramo da engenharia ocorreram na década de 70, com a reconstrução de um aterro reforçado com pneus em uma rodovia no norte da Califórnia (Hausmann, 1990). As camadas horizontais de pneus eram espaçadas verticalmente de 0,60m e interligadas com alças de metal. Os estudos relacionados à utilização da técnica de pneus e solo (denominada “pneusol” ou solo-pneus) foram desenvolvidos na França, com a construção de um muro experimental de solo-pneus em Langres (Long, 1984). A construção deste muro, com 5m de altura e 10m de extensão, demonstrou a viabilidade de execução de estruturas a partir do lançamento de camadas de pneus preenchidos com solo (MEDEIROS *et al.*, 2000).

Posteriormente, outras estruturas utilizando pneus foram construídas como muros de contenção. Como exemplo disso, um aterro experimental com 4m de altura e 17m de extensão foi construído em Ottawa (Canadá) visando o estudo da utilização de pneus em reforço e em muros de contenção (GARGA; O’SHAUGHNESSY, 1995).

Portanto, o presente trabalho busca descrever os processos construtivos envolvidos na técnica e analisar suas aplicações como alternativas de contenção para obras de engenharia.

## **10.2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **10.2.1 Estruturas de contenções**

As estruturas de contenção são obras da engenharia civil indispensáveis quando a situação de equilíbrio natural de um bloco de solo/rocha é modificada por ações que podem resultar em deformações exageradas ou até mesmo chegar ao colapso. Para garantir a segurança ao talude, essas estruturas devem suportar as pressões laterais do material (LUIZ, 2014).

A execução de uma estrutura de contenção pode tornar a sua construção muito onerosa, pelo fato de resultar em uma ocupação de maiores áreas para garantir a estabilidade do sistema, pois pode, em alguns casos, apresentar custo maior do que a própria edificação a ser construída (BERNADO, 2017).

Dessa forma, Luiz (2014) ressalta a importância de ser desenvolvido projetos levando

sempre em consideração opções de diferentes estruturas de contenção, com o intuito de atender a segurança fundamental da construção com um baixo custo.

Pode ser citados alguns exemplos de obras de contenção do terreno, como: projeto de estradas, pontes, estabilização de encostas, canalizações, de saneamento, de metrô, entre outras. Os materiais de construção utilizados nas estruturas de contenção, geralmente é o betão simples e o armado, uma boa opção de economia quanto ao material, seria a aplicação da reutilização de pneus (BERNARDO, 2017).

Há ainda outras estruturas de contenção como as paredes diafragmas, empregadas em barragens de terra, que é moldada no solo, realizando no subsolo um muro vertical de concreto armado e as cortinas estaca prancha que funcionam como cortinas de contenção provisórias ou definitivas formadas por perfis, geralmente metálicos, justapostos e cravados no solo (VARELA, [201-?]).

### **10.2.2 Muros de arrimo**

Segundo Luiz (2014), as estruturas de contenção são divididas em muros, solos grampeados ou cortinas ancoradas. Sendo os muros as estruturas mais antigas e abundantes no Brasil e são divididas em dois grupos: muros de gravidade e muros de flexão. Os muros de gravidade que podem ser construídos de alvenaria de pedras, gabiões, concreto ciclópico, solo-cimento e com material alternativo reciclado, como o pneu; já os muros de flexão, são construídos com concreto armado e podem ser com ou sem contraforte e com ou sem ancoragens.

Andrade (2018) afirma que os muros de gravidade, como o próprio nome sugere, são estruturas de contenção que resistem aos empuxos exercidos pelo solo usando apenas o seu peso próprio, muito utilizadas para conter pequenos desníveis com no máximo 5 metros de altura. Esse tipo de estrutura deve possuir sua base alargada em relação ao corpo do muro, onde este varia entre 0,5 a 1 metro, no caso de muros de gravidade construído com alvenaria de pedra. Assim, tal medida reduzirá o risco de a estrutura entrar em colapso por deslizamento.

Barros (2011) alega que os muros por gravidade podem ser construídos com materiais rígidos, como os muros de concreto ciclópico, pedras argamassadas, etc., ou com

materiais flexíveis, como no caso dos gabiões, blocos articulados, etc. Os muros produzidos com materiais rígidos exibem certas limitações, pois exigem um bom terreno de fundação, pois não permitem que a estrutura apresente deformações. Já os flexíveis, são materiais deformáveis e se adequam aos movimentos do terreno sem reduzir sua eficiência.

Desta forma, com as características apresentadas anteriormente, as estruturas de contenção construídas com pneus são classificadas como muros de gravidade flexíveis.

Figura 1 – Muro de Arrimo – Concreto ciclópico



Fonte: Página do Guia da Engenharia.

Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/muros-arrimo-tipos/>.

Acesso em: jul. 2019.

### 10.2.3 Estruturas de contenção com materiais alternativos

Gomes Filho (2007) alega que o uso de materiais alternativos na engenharia vem sendo comumente empregado por que além de melhorar algumas propriedades do produto final, contribuem para a questão ambiental no sentido de diminuir a necessidade de aterros e lixões para destinação de resíduos sólidos que podem causar danos irreversíveis ao meio e ao indivíduo.

Além de viabilizar a transformação de materiais descartados em matéria-prima que pode ser utilizada na fabricação de diferentes produtos. Gomes Filho (2007) menciona que o problema dos resíduos sólidos deve ser tratado focando na elaboração e o ensino de

técnicas sobre o manejo, tratamento e em sua aplicação.

Assim, possibilitando um maior aproveitamento destes materiais como matéria prima em estruturas de contenção, desempenhando funções estruturais com maior eficiência e reduzido os custos da obra.

#### **10.2.4 Características do pneu**

De acordo com Bernardo (2017), o pneu é um dos componentes de maior relevância em um veículo automotor, ele sustenta o peso do veículo e sua carga. O pneu, também é responsável por transformar a força do motor em tração e pela eficiência da frenagem, assim como pelo equilíbrio nas curvas.

Os pneus têm um aspecto simples, mas que na verdade é um objeto complexo, que apresenta uma diversidade de materiais, tem características como: baixo peso específico, baixa condutividade térmica, propriedades granulométricas e de aderência, entre outros (LUND, 1993; EPPS, 1994; SPECHT, 2004).

Como os pneus são de fácil acesso, custo reduzido e tem relativamente um bom comportamento ambiental, além de possuírem um ciclo de vida que possibilita fazer a sua reutilização, podem ser usados em obras de engenharia, tais como: construção de muros de gravidade, reforço de aterros e redução de empuxo (BERNARDO, 2017).

### **10.3 METODOLOGIA**

A pesquisa classifica-se conforme sua finalidade, como descritiva. Para Cristiano e Cesar (2013, p. 14) “a metodologia, em um nível aplicado, examina, descreve e avalia métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, visando ao encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões de investigação”. Enfatizando as características e aplicações dos muros de contenção construídos com pneus e realizando uma análise superficial de custos, buscando tornar a problemática dos impactos ambientais causados pelo descarte de pneus inutilizáveis mais explícita e mostrando a possibilidade de transformar esse material em possível matéria prima em obras de contenção na engenharia civil, reduzindo assim tais impactos.

Quanto aos meios utilizados, enquadra-se como bibliográfica (levantamento bibliográfico sobre o setor da construção civil, avaliação de impactos ambientais, planos de gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil), artigos de relevância voltados para o uso de pneus descartáveis, sites organizacionais, dentre outros.

## 10.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 10.4.1. Método construtivo

Segundo Gerscovich (SA), os muros de pneus são fabricados com base do lançamento das camadas horizontais de pneus, que estão amarradas simultaneamente com arame ou cordas, sendo o conjunto preenchido com o solo compactado. Quando utilizados como muros de gravidade, apresentam a vantagem de fazer o reuso de pneus descartados.

O aproveitamento de pneus em obras geotécnicas é uma boa solução, pois alia a alta resistência mecânica do material e o baixo custo, se comparado com os materiais convencionais. Por se tratar de um muro de peso, fica restrito a uma altura menor que 5 m, enquanto que a largura de sua base geralmente fica entre 40 a 60% da altura do muro (GERSCOVICH, [201-?]).

É recomendado o uso de cordas de polipropileno com o diâmetro de 6 mm, para servir de amarração entre os pneus. Para tentar evitar espaços vazios entre os pneus, é importante se atentar na posição das gradativas camadas horizontais que devem ser empilhadas de forma separada (GERSCOVICH, [201-?]).

Conforme Gerscovich (SA), para evitar que a água escorra pelo solo com enxurradas ao chover intensamente, como também a erosão do solo pelo acúmulo de pneus e a probabilidade de incêndios, é importante que a face externa do muro de pneus seja totalmente revestida.

Esse revestimento tem que ser resistente e maleável, além de ter uma simples construção. Uma das opções de revestimento do muro, podem ser em blocos de concreto, placas pré-moldadas e vegetação como as gramas (GERSCOVICH, [201-?]).

Figura 2 - Etapas de construção do muro solo-pneu



Fonte: SIEIRA *et al.* (2001)

#### 10.4.2 Análise de custos

Uma análise de custo realizada por Souza (2002), enfatiza a seguinte questão. Ele elaborou um comparativo entre várias estruturas de contenção de terra. Em seu estudo não foram considerados os custos de outros serviços como projeto, reaterro, obras de drenagem, entre outros; pois tais custos são difíceis de generalizar, para obtenção de tais informações é necessário realizar estudos para cada caso.

Quando comparados os custos de construção entre os muros de pneus e os convencionais (gabião e concreto armado), Souza (2002) observou que o muro de pneus apresentou uma maior economia, de aproximadamente 52% em relação aos muros convencionais, dado este, justificado pela a facilidade na aquisição de material necessário para a execução e por não precisar de mão de obra qualificada. Nota-se que a estrutura de contenção construída com pneus é melhor ecologicamente e economicamente em relação à estrutura de concreto armado.

#### 10.4.3 Exemplos no Brasil

A Ponte Wall Ferraz, localizada na cidade de Teresina no Piauí, teve que passar por

um processo de duplicação devido à grande densidade de veículos sobre a mesma. De acordo com o Departamento de Estradas de Rodagem do Piauí (DER), houve a necessidade de implementar um sistema de contenção no barranco da estrutura, assim, foi feito um elemento de contenção com a utilização de pneus velhos. A escolha desse tipo de estrutura foi justificada por ser uma iniciativa ecológica e por gerar mais economia para o governo do estado.

Uma outra experiência satisfatória, embora ainda em pequena escala, foram realizadas em Jacarepaguá, no Rio de Janeiro (SIEIRA et al., 1997). O muro experimental foi construído em uma área plana a jusante de uma encosta que apresentava sinais de instabilidade. Alcançando 4m de altura, sendo constituído por camadas horizontais de pneus preenchidos com solo residual compactado e amarrados entre si com corda ou arame.

## 10.5 CONCLUSÕES

Como foi tratado no decorrer do trabalho, os muros de pneus são erguidos pelo lançamento de camadas horizontais, amarrados entre si e preenchidos com solo compactado. Para ser evitada a erosão do solo, vandalismos e incêndios, é importante que a face do muro seja revestida, dentre as opções de revestimento pode ser citada, as de alvenaria em blocos de concreto, placas pré-moldadas ou vegetação em grama.

Logo, é uma estrutura de contenção que apresenta custos baixos, uma alta resistência mecânica, além de um processo construtivo descomplicado. Vale salientar que, como o muro é uma estrutura flexível, ele não pode ser utilizado em casos onde existem terrenos que forneçam de suporte para obras muito deformáveis.

Conclui-se que, a aplicação do muro de pneus é uma solução praticável, por substituírem os materiais convencionais, oferecendo melhorias tanto econômicas como ambientais para a construção, além de não necessitar de mão de obra especializada, minimizando assim o volume de resíduos sólidos em lixões e aterros sanitários.

Em uma abordagem futura, faz-se necessário alguns estudos de forma experimental, para que se possa avaliar como o solo pode estar suscetível a contaminação pelo enchimento de produtos lixiviados do pneu, de modo a certificar a sustentabilidade desse recurso construtivo.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. O. **Análise comparativa de custos entre estruturas de contenção**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.
- BARROS, P. L. A. **Obras de contenção**: manual técnico, [S.l.: s.n.], 2011.
- BERNARDO, E. R. Reutilização dos pneus em muros de contenção de terra. *In*: CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA, 8., 2017, Moçambique. **Anais [...]**. Moçambique: [s.n.], 2017.
- CRISTIANO, C.; CESAR, E. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.
- PIAÚÍ (Estado). Departamento de Estradas de Rodagem. **Notícias**. Teresina: DER, 2020. Disponível em <http://www.der.pi.gov.br/index.php>. Acesso em 28 jun. 2019.
- GARGA, V.K.; SHAUGHNESSY, V. O. **Use of Scrap Tires for Embankment Construction**. 48th Canadian Geotechnical Conference, Vancouver, Canadá, vol. 1, p. 425 -432. 1995.
- GERSCOVICH, D. M. S. **Estruturas de contenção e muros de arrimo**. Faculdade de Engenharia, disciplina de estruturas de contenção. UERJ. Rio de Janeiro, [201-?].
- GOMES FILHO, C. V. **Levantamento do potencial de resíduos de borracha no Brasil e avaliação de sua utilização na indústria da construção civil**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissionalizante), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, PR.
- HAUSMANN, M. R. (1990). Slope Remediation. Stability and Performance of Slope and Embankments. **II Geotechnical Special Publication**, n. 31, ASCE, edited by R.B. Seed and R.W. Boulanger, vol. 2, p. 1274-1317.
- LONG, N. T. Pneusol, tyresoil, tiresoil. *In*: COLLOQUE ROUTES ET DEVELOPMENT, 1984, [S.l.]. **Anais [...]**. [S.l.]: Ecole National des Ponts et Chaussées, 1984.
- LUIZ, B. J. **Projeto geotécnico de uma estrutura de contenção em concreto**. 2014. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- LUND, H. **The McGraw Hill recycling handbook**. New York: Mc Graw Hill, 1993.
- MEDEIROS, L. V. *et al.* Reuso de pneus em geotecnia. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE REUSO/RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS, 2000, São Paulo. **Anais [...]**. São



Paulo: Fiesp; Ciesp, 2000. 1 CD-ROM.

SIEIRA, A. C. C. F. Geossintéticos e pneus: alternativas de estabilização de taludes. **ENGEVISTA**, v. 11, n. 1, p. 50-59, jul./2009. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/engevista.v11i1.227>. Acesso em: 21 jun. 2019.

SIEIRA, A. C. C. F. *et al.* **Simulação numérica de um muro experimental solo-pneus**. In: IV Encontro sobre Modelagem Computacional, 2001, IPRJ-UERJ, Anais do 4º Encontro sobre Modelagem Computacional, Friburgo, p. 251-260, 2001.

SOUZA, A. N. **Muro de contenção utilizando pneus**: a análise e alguns comparativos de custo. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. 110 f. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3226/000383967.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2020.

VARELA, M. Curso tecnologia da construção civil, disciplina de estruturas de contenção. Natal: IFRN, [201-?].

## 11 ANÁLISE NUMÉRICA DOS MÉTODOS DE CÁLCULO DE RECALQUE DE FUNDAÇÕES EM SAPATAS ISOLADAS

---

Álvaro Felipe Agostinho da Silva

Ávilo Ferreira Leite

Gabriel Ferreira Andrade

José Henrique Maciel de Queiroz

### 11.1 INTRODUÇÃO

As fundações são elementos que tem por finalidade suportar as cargas advindas da superestrutura, e transferi-las para o solo. Os projetos envolvendo essas estruturas estão associadas a muitas variáveis, sendo que algumas dessas estão sujeitas a imprecisões, tendo como características desses projetos de fundação, requerer experiência na área, haja visto que, os riscos inerentes ao colapso dessa estrutura podem levar a danos e perdas humanas, bem como perdas financeiras (VELLOSO; LOPES, 2010).

Existem uma gama de opções de fundações a serem utilizadas de acordo com a necessidade para a qual está se projetando a edificação. Necessita-se para a correta escolha da fundação, os seguintes procedimentos necessários para o projeto, como o estudo topográfico da área, dados geológicos e geotécnicos, dados das construções vizinhas e sobre a estrutura a qual vai se construir (VELLOSO; LOPES, 2011).

Entre as definições de tipo de fundação, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua norma 6122:1996 que é a de Projeto e Execução de Fundação, apresenta que essas estruturas podem ser classificadas em rasas ou profundas, sendo que as fundações rasas são aquelas que tem a cota de assentamento de sua base inferior a duas vezes a menor das dimensões do elemento, e que as cargas são transmitidas para o solo através de pressões distribuídas na base. Já as profundas, transmitem os esforços para o solo por meio de resistência de ponta e de atrito lateral da sua superfície, e a sua cota de assentamento é maior que duas vezes a menor dimensão do elemento, e com no mínimo 3 metros de profundidade.

Um dos problemas comumente encontrados nas fundações são os recalques, sendo esses definidos como o deslocamento no sentido vertical para baixo, da fundação em relação a um ponto referencial da mesma. No mundo existem vários exemplos de casos de grandes edificações que foram recalçadas, desde a Torre de Pisa e as edificações próximas a orla de Santos/SP, com seus deslocamentos excessivos, até deslocamentos milimétricos e imperceptíveis a olho nu e que transmitem a impressão que não há recalque para aqueles que são leigos no assunto (CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2011).

Esse tipo de problema está dentre os apresentados no estado limite de serviço, em que, devido a ocorrência de efeitos na estrutura, se torne incompatível o uso dessa para a finalidade a qual foi projetada, ou que apresente perturbações ao usuário (ABNT, 2003).

Diante disso, a análise do recalque é feita a partir da conferência deste, submetida ao estado limite de utilização, e que os deslocamentos sofridos pela estrutura não causem sérios danos a mesma (ABNT, 1996).

Portanto, o presente artigo tem como objetivo uma análise numérica de diferentes tipos de métodos de cálculo do recalque provocado em uma fundação, fazendo-se um comparativo gráfico e apresentando disparidades de valores encontrados.

## **11.2 MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE RECALQUE**

### **11.2.1 Métodos racionais**

Segundo Velloso e Lopes (2011), os procedimentos para calcular recalques podem

ser divididos em dois, os cálculos diretos, onde o recalque é fornecido diretamente para a solução admitida, e os cálculos indiretos, em que o recalque é obtido por cálculo de deformações específicas.

O cálculo direto de recalques pode ser determinado pela solução da Teoria da Elasticidade ou métodos numéricos, entretanto, os métodos numéricos são raramente utilizados para a análise apenas de deformações, objetivando a obtenção de recalques, mas são muito utilizados com modelos simplificados para o comportamento dos solos (VELLOSO; LOPES, 2011).

De acordo com Velloso e Lopes (2011) as soluções da Teoria da Elasticidade proporcionam o cálculo de recalques para um certo número de casos. No caso de uma sapata sob carga centrada o recalque é dado por:

$$w = qB \frac{1 - \nu^2}{E} I_s I_d I_h \quad (1)$$

Onde:

$q$  = pressão média aplicada;

$B$  = menor dimensão da sapata;

$\nu$  = Coeficiente de Poisson;

$E$  = Módulo de Young;

$I_s$  = fator de forma da sapata e de sua rigidez (no caso flexível, depende da posição do ponto: centro, bordo etc.);

$I_d$  = fator de profundidade / embutimento;

$I_h$  = fator de espessura de camada compressível.

As soluções da Teoria da Elasticidade para o cálculo direto de recalques embora seja bastante utilizado para meios homogêneos, também pode ser utilizado para meios heterogêneos, desde que se use o Artificio de Steinbrenner, que determina o recalque na superfície de um meio estratificado como sendo a soma das parcelas de recalque das camadas. (VELLOSO; LOPES, 2011).

Para o cálculo de recalques por meios indiretos Velloso e Lopes (2011) explicam que

deve-se seguir o seguinte procedimento: dividir o terreno em subcamadas, essas subcamadas em função das propriedades dos materiais e da proximidade de carga ou variação no estado de tensão; calcular as tensões iniciais e o acréscimo de tensão, pela solução da Teoria da Elasticidade; obter a deformação média da subcamada através da combinação das tensões iniciais, o acréscimo de tensão e as propriedades de deformação das camadas, o produto da deformação pela espessura da camada resulta na parcela de recalque da subcamada; e por fim, soma-se as parcelas de recalques das subcamadas para se obter o recalque total.

### **11.2.2 Métodos semiempíricos**

São denominados os métodos semiempíricos aqueles que a determinação dos parâmetros de resistência do solo é realizada através de estimativas com base em correlações, e podem ser usados em Mecânica dos Solos através de adaptações nas teorias (TEIXEIRA; GODOY, 1998).

As estimativas são efetuadas com base nas correlações dos ensaios de campo, como por exemplo os ensaios de Sondagens à Percussão (SPT) e Penetração de Cone (CPT).

Uma avaliação dos métodos semiempíricos foi realizada por Andrade (1982), listando como os métodos mais conservativos: Terzaghi e Peck (1948); Meyerhof (1965); Agnastopoulos e Papadopoulos (1982); Schmertmann (1970); Schmertmann, Hartman e Brown (1978); e Harr (1978).

A seguir será apresentado os métodos de Terzaghi e Peck (1948), e Meyerhof (1965) que são baseados nos ensaios de SPT, e os métodos de Schmertmann (1970) que são métodos baseados no ensaio de cone (CPT).

#### **11.2.2.1 Método de Terzaghi e Peck**

Segundo Terzaghi e Peck (1948,1967) as tensões que provocam um recalque de 1

polegada, pode ser descrita da seguinte maneira:

$$q_{adm} = 4,4 \left( \frac{N - 3}{10} \right) \left( \frac{B + 1'}{2B} \right) \quad (2)$$

onde:

$q_{adm}$  = tensão em kgf/cm<sup>2</sup>;

B = menor dimensão em pés ( $B \geq 4'$ );

N = número de golpes do ensaio SPT.

Os autores ainda recomendaram que, caso houvesse um nível d'água superficial,  $q_{adm}$  deveria ser dividida por na metade. Em uma das revisões que o método passou, foi determinado ábacos que levam em consideração a profundidade da sapata por meio da razão D/B, onde D é a profundidade e B a menor dimensão da sapata.

#### 11.2.2.2 Método de Meyerhof

De acordo com Meyerhof (1965), é possível determinar a tensão aplicada que provoca um recalque de 1'' nas sapatas em areia da seguinte maneira:

$$q_{adm} = \frac{N \cdot w_{adm}}{8} \text{ para } B \leq 4' \quad (3)$$

$$q_{adm} = \frac{N \cdot w_{adm}}{12} \left( \frac{B + 1'}{B} \right)^2 \text{ para } B > 4' \quad (4)$$

onde, B em pés,  $w_{adm}$  em polegadas e  $q_{adm}$  em kgf/cm<sup>2</sup>.

#### 11.2.2.3. Método de Schmertmann

Através de compilações de perfis de deformação específica ( $\epsilon_z$ ) medidos debaixo de placas de prova, Schmertmann (1970) observou que os perfis apresentavam um pico a uma profundidade da ordem de B/2 e que a deformação se anulava em 2B, com isso, criou um

índice de deformação específica  $I_\varepsilon = \varepsilon_z E/q$  que é adimensional. Definindo o recalque, como:

$$w = q \sum_{i=1}^n \frac{I_{\varepsilon,i}}{E_i} \Delta z \quad (5)$$

Foram previstas duas correções que mudam o recalque, sendo a primeira referente ao embutimento ( $C_1$ ), sendo que  $C_1 \geq 0,5$ , e a segunda referente a deformações viscosas ( $C_2$ ), temos que:

$$w_f = w C_1 C_2 \quad (6)$$

$$C_1 = 1 - 0,5 \frac{\sigma_{v,0}}{q} \quad (7)$$

$$C_2 = 1 + 0,2 \log \frac{t}{0,1} \quad (8)$$

O módulo de elasticidade e o índice de deformação específica do pico, são dados respectivamente por:

$$E = 2q_c \quad (9)$$

$$I_{\varepsilon,pico} = 0,5 + 0,1 \sqrt{\frac{\Delta \sigma}{\sigma_{v,p}}} \quad (10)$$

### 11.2.3 Métodos empíricos

Os métodos empíricos chegam na previsão dos recalques ou de tensão admissível através da descrição do terreno. São métodos que são apresentados sob forma de tabelas de tensões admissíveis (VELLOSO; LOPES, 2011).

Conforme Velloso e Lopes (2011), a norma NBR 6122/96 recomendava que fossem considerados aspectos como a fundação ser sobre rocha, a tensão admissível em solos moles e fofos, solos expansivos e colapsáveis, como também prescrições especiais tanto para solos granulares como para solos argilosos.

### 11.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Tomou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica, em que de acordo com Gil (2008) é um formato de pesquisa realizado a partir de literaturas já existentes, como leitura de livros e artigos científicos. Para a análise das diferenças de resultados numéricos, será realizado o estudo de caso do solo em contato com a fundação de uma obra situada na cidade de Pau dos Ferros no estado do Rio Grande do Norte.

Para a obtenção dos resultados foram utilizados os métodos de Terzaghi e Peck e o de Meyerhof para determinação das tensões que provocam um recalque de 1' em solos arenosos, e para os cálculos foi considerado que o tipo de fundação é uma sapata isolada. Inicialmente foi definido o comprimento da menor dimensão da fundação de 2 m, com isso, variando a quantidade de golpes (NSPT) foi possível obter os valores de tensões. De forma análoga foi verificado os valores de tensões para a variação da menor dimensão da sapata com o Nspt fixado em 15.

### 11.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise das tensões com a utilização dos métodos de Terzaghi e Peck e Meyerhof foram utilizadas as equações 2 e 4 respectivamente, onde para o método de Meyerhof o recalque  $w_{adm}$  foi definido de 1', já que para o método de Terzaghi e Peck obtém-se a tensão para o recalque de 1'.

Na primeira análise os valores definidos para a quantidade de golpes Nspt foram de 5, 10, 15, 20, 25 e 30, com isso foi obtido o valor de tensão para cada um desses valores para os dois métodos, o resultado está apresentado na Tabela 1, sendo as tensões obtidas no método de Terzaghi e Peck representada por  $q_{TP}$ , e para o método de Meyerhof, como  $q_M$ . Na segunda verificação a variação da menor dimensão da sapata foi definida como sendo de 0,5 a 3 m, com um passo de 0,5 m, onde os resultados estão descritos na tabela 2.

Com os resultados da Tabela 1 foi plotado o gráfico apresentado na Figura 1, que expõe como a quantidade de golpes influencia na tensão que provoca o recalque de 1', ou seja, quanto mais resistente o solo (maior Nspt) maior terá que ser a tensão. Também é



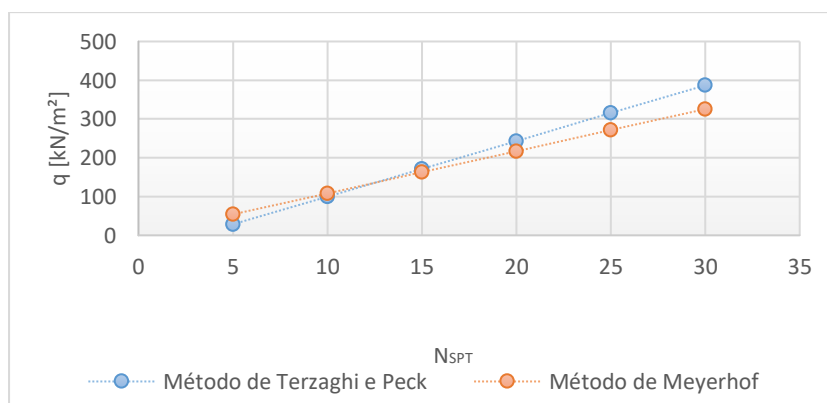
possível notar que para até um  $N_{spt}$  de aproximadamente 13 golpes o método mais desfavorável em relação a segurança é o de Terzaghi e Peck, já que a tensão que provoca o mesmo recalque é menor. Para o  $N_{spt}$  maior que 13 a situação se inverte, e o método de Meyerhof se torna o mais desfavorável.

Tabela 1 - Tensões mediante variação do NSPT

NSPT	$q_{TP}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$q_{TP}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_M$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$q_M$ (kN/m <sup>2</sup> )
5	0,29	28,65	0,55	54,26
10	1,02	100,28	1,11	108,53
15	1,75	171,91	1,66	162,79
20	2,48	243,54	2,21	217,06
25	3,21	315,17	2,77	271,32
30	3,94	386,80	3,32	325,59

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 1 - Variação da tensão com o NSPT



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

De maneira semelhante se procedeu com os resultados da Tabela 2, plotando o gráfico na Figura 2, onde os métodos apresentam resultados próximos, devido ao  $N_{spt}$  adotado que foi de 15 golpes, pois de acordo com o Figura 1 quanto mais próximo do  $N_{spt}$  da interseção entre as curvas, os resultados dos métodos tendem a ser iguais. A Figura 2 mostra que ao aumentar a menor dimensão da fundação, a tensão que provoca o recalque de 1' terá seu valor reduzido.

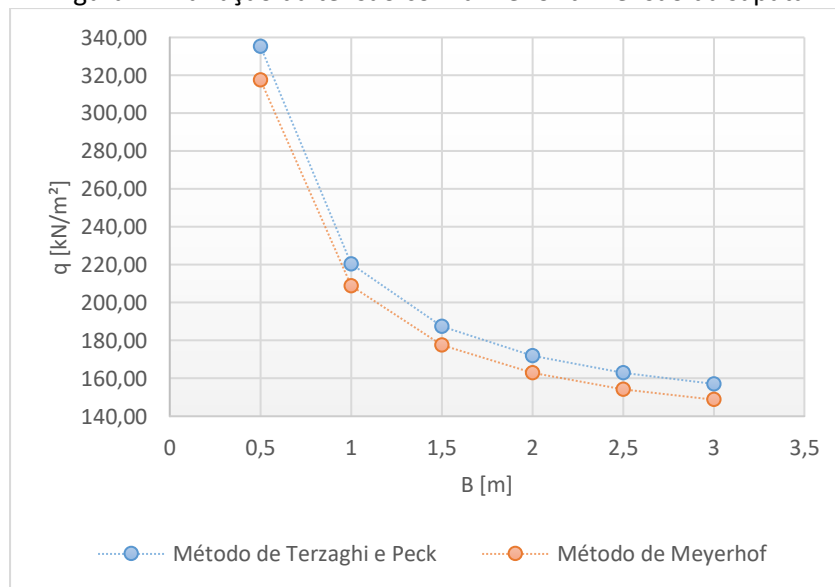
Tabela 2: Tensões mediante variação da menor dimensão da fundação

B(m)	B(pés)	$q_{TP}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$q_{TP}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_M$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$q_M$ (kN/m <sup>2</sup> )
------	--------	---------------------------------	-------------------------------	------------------------------	----------------------------

0,5	1,64	3,42	335,37	3,24	317,59
1	3,28	2,25	220,39	2,13	208,70
1,5	4,92	1,91	187,40	1,81	177,46
2	6,56	1,75	171,91	1,66	162,79
2,5	8,20	1,66	162,94	1,57	154,30
3	9,84	1,60	157,09	1,52	148,76

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 2 - Variação da tensão com a menor dimensão da sapata



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

## 11.5 CONCLUSÕES

Diante do exposto nas figuras 1, tem-se que variando o valor do número de golpes ( $N_{spt}$ ), os valores apresentados de tensão em relação a fórmula de Terzaghi e Peck possui uma reta com angulação mais acentuada, enquanto pelo método de Meyerhof a reta tem

uma angulação menor, ao passo que ocorre a inversão no  $N_{spt}$  igual a 13, onde pelo método de Terzaghi a tensão para provocar o recalque é maior do que pelo método de Meyerhof, e a disparidade entre os valores de tensões para resultar no mesmo deslocamento vai se agravando conforme aumenta o número de golpes.

Conforme apresentado na figura 2, tem-se então que apesar de se modificar o valor da menor dimensão da fundação, o gráfico prossegue com um distanciamento entre as curvas, diferença entre estas relativamente pequena, onde o método apresentado por Terzaghi e Peck resulta em tensões maiores para provocar o mesmo recalque.

Portanto, para valores pequenos do número de golpes do ensaio de SPT, o método de cálculo de recalque de Terzaghi e Peck apresenta valores menores para o mesmo deslocamento em comparação com o de Meyerhof, entretanto, ao prosseguir aumentando o valor, a equação de Meyerhof passa a ser mais a favor da segurança já que considera valores menores admissíveis. Da mesma maneira ocorre na variação da menor dimensão da sapata, onde nesse caso, os resultados gerados pela equação de Meyerhof são menores em todo o intervalo de comprimento analisado, ou seja, em comparativo com o outro método estudado, considerado a favor da segurança.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8681**: ações e segurança nas estruturas - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 15 p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122**: projeto e execução de fundação. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 33 p.

CINTRA, J. C. A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H. **Fundações diretas**: projeto geotécnico. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 140 p.

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

TEIXEIRA, A. H.; GODOY, N. S. DE. Análise, projeto e execução de fundações rasas. *In*: HACHICH, W. et al. (ed.). **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: PINI, 1998.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**: critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**: critérios de projeto, investigação de subsolo,

fundações superficiais. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

# 12 ANÁLISE ESTRUTURAL DE UMA VIGA POR MEIO DO PRINCÍPIO DA SUPERPOSIÇÃO DOS EFEITOS

Antônia Patrícia Dias Chaves

Cleto Rodrigues Durand Filho

Lucas Ruan Menezes Leite

Maria Kauana Mesquita Rodrigues

## 12.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas estruturais podem ser classificados de acordo com a disposição dos elementos estruturais, os quais são responsáveis por receber e transmitir as solicitações à estrutura e, como consequência acabam sofrendo deformações, são eles: a barra, a estrutura de superfície e os blocos. Tais estruturas podem sofrer alterações provocadas por efeitos da temperatura que pode fazer com que o material se expanda, e do recalque que pode fazer com que os elementos sofram uma espécie de rebaixamento.

De acordo com Martha (2010), o princípio da superposição das forças prescreve que a superposição dos campos de deslocamentos provocados por vários sistemas de forças atuando isoladamente é igual ao campo de deslocamentos provocado pelos mesmos sistemas de forças atuando concomitantemente.

De acordo com Martha (2010), modelos estruturais são elementos compostos por barras, que possuem um eixo definido. Conforme Gere e Weaver (1982, *apud* PEREIRA, 2015) estruturas reticuladas podem ser classificadas em seis tipos, sendo elas vigas, treliças planas, treliças espaciais, pórticos planos, grelhas e pórticos espaciais. O que diferencia cada tipo de estrutura é o seu grau de liberdade em cada nó, permitindo assim o deslocamento em diferentes direções.

As estruturas podem ser classificadas em estruturas estaticamente determinadas ou em estruturas isostáticas e em estruturas estaticamente indeterminadas ou hiperestáticas (MARTHA, 2010). As isostáticas possuem o número preciso de apoios para que a estrutura se mantenha estável, mas caso seja retirado um desses vínculos, a estrutura passará a ser hipostática (MARTHA, 2010). Estruturas hipostáticas acontecem quando ela não possui a

quantidade de apoio capaz de deixá-la imóvel. Quando for hiperestática, de acordo com Cavalcanti (2006), é importante saber o quanto a estrutura é estaticamente indeterminada, para isso, faz-se o uso da equação a seguir:

$$G_r = NRA - NEE \quad (1)$$

Onde:

$G_r$  = Grau de indeterminação estática;

$NRA$  = Número de reações de apoio;

$NEE$  = Número de equações de equilíbrio;

Para facilidades de cálculo das condições de equilíbrio necessários para a análise estrutural, as estruturas podem ser apresentadas em modelos planos em que se utiliza apenas três equações: uma de rotação (somatório dos momentos) e duas de translação (somatório das forças):

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum M_z = 0 \quad (2)$$

Todavia, em estruturas hiperestáticas, em que as reações de apoio só são encontradas, depois que sejam usadas e obedecidas todas as condições de análise da estrutura, como o equilíbrio, compatibilidade e leis constitutivas (MARTHA, 2010).

As condições de compatibilidade são os deslocamentos preliminares e deformações previstos em pontos definidos da estrutura, os quais permitem que a estrutura continue continua ao se deformar (CAVALCANTI, 2006).

O primeiro método básico de análise estrutural é o método das forças que tem como objetivo determinar um conjunto de reações/e ou esforços seccionais superabundantes ao equilíbrio estático de estruturas hiperestáticas, permitindo que as demais reações/e ou esforços seccionais sejam calculada com as equações da estática (SORIANO; LIMA, 2006). Ainda conforme Soriano e Lima (2006), neste método trabalha se com equações de compatibilidade dos deslocamentos ou de compatibilidade cinemática. Para aplicá-lo seleciona-se um conjunto de redundantes estáticas  $X_i$  cujas restrições são retiradas da

estrutura hiperestática transforma – a em isostática. Esse modelo isostático é denominado de sistema principal (SORIANO; LIMA, 2006).

Seleciona se um sistema principal e os sentidos positivos das redundantes estáticas escolhidas. Este método consiste em escrever equações de compatibilidade de deslocamentos nas direções dessas redundantes. Como os deslocamentos nos apoios é nulo temos as equações de compatibilidade:

$$\delta_{10} + \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 = 0 \quad (3)$$

$$\delta_{20} + \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 = 0 \quad (4)$$

Os deslocamentos  $\delta_{ij}$  são positivos quando coincidem com os sentidos positivos arbitrados para as redundantes  $\delta_{i,x_{i0}}$  é o deslocamento do ponto da redundante estática  $x_i$  e em sua própria direção, quando se aplica ao sistema principal o carregamento original, no que se chama “estado”  $E_0$  referindo se aos esforços e aos deslocamentos que ocorrem nesse sistema com esse carregamento (SORIANO; LIMA, 2006).

Após a determinação das referidas redundantes, os esforços e os deslocamentos na estrutura original são obtidos pela combinação linear:

$$E = E_0 + \sum_i X_i \cdot E_i \quad (5)$$

Onde  $i$  varia de 1 até o número total de redundantes. A estrutura hiperestática passa a ser isostática a partir do conhecimento dessas redundantes estáticas. Sendo tornando possível determinar as reações de apoio de quaisquer esforços seccionais.

Considerando a estrutura inicialmente sem efeitos de temperatura, sem apoio elástico e sem deslocamento prescrito aos coeficientes.

$$\delta_{ij} = \sum_b \int_x \left( \frac{N_i N_j}{EA} + \frac{M_i M_j}{EI} + \frac{V_i V_j}{EA_v} + \frac{T_i T_j}{GJ} \right) dx \quad (6)$$

Onde  $e$   $i$  varia de 1 até o número total de redundantes, e  $j$  varia de 0 até o número total de redundantes, e  $N_i$ ,  $M_i$ ,  $V_i$ ,  $T_i$  representam os esforços seccionais no estado  $E_i$ , e  $N_j$ ,  $M_j$ ,

$V_j$  e  $T_j$  representam os esforços seccionais no estado  $E_j$ .

De acordo com o mostrado nas seções anteriores, nos métodos de análise estrutural comumente se utiliza o princípio da superposição dos efeitos que de acordo com Martha (2010, p. 32) “esse princípio prescreve que a superposição dos campos de deslocamentos provocados por vários sistemas de forças atuando isoladamente é igual ao campo de deslocamentos provocado pelos mesmos sistemas de forças atuando concomitantemente”, estas forças estão relacionadas, além de cargas aplicadas e distribuídas, com efeitos da temperatura, efeitos provocados pelo vento e recalque nas estruturas.

Considerando todas as condicionantes para utilização desse método para análise estrutural, o trabalho consistirá na análise de uma viga engastada com um apoio de primeiro gênero, tratando assim de uma estrutura hiperestática, da varanda do edifício residencial localizado Avenida Independência, N° 1280, município de Pau dos Ferros – RN. visa analisar de forma estrutural os deslocamentos causados pelo efeito temperatura ou efeito recalque. Para isso, fez-se a utilização do método da superposição dos efeitos na busca de melhor obtenção dos resultados.

## 12.2 METODOLOGIA

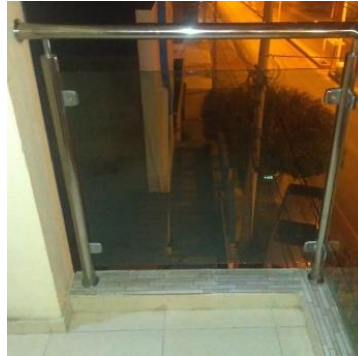
A metodologia adotada para a realização deste trabalho consiste no estudo de caso, realizando se através da análise estrutural de uma viga isostática, e tornando a mesma hiperestática com a adição de um apoio de primeiro gênero para obtenção de um resultado mais preciso. Escolheu se de forma aleatoriamente a viga da varanda do edifício residencial, localizado no município de Pau dos Ferros – Rio Grande do Norte (RN) de modo que atendesse as condicionantes citadas anteriormente com aplicação dos métodos citados em referências bibliográficas.

## 12.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A varanda analisada possui dimensões de 1,20 m de largura por 5,85 m de comprimento, possuindo assim uma área total de 7,02 m<sup>2</sup> composta por um guarda corpo de vidro. Conforme mostra a Figura 1 a varanda em análise.



Figura 1 – Viga analisada.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Para calcular os esforços solicitantes à viga é necessário que seja feita algumas considerações, como o peso próprio da estrutura, o peso do guarda corpo e os esforços internos. Para o cálculo do peso próprio da estrutura foi consultada a NBR 6120: 1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, sendo assim considerada o peso específico do material, no caso o concreto armado de  $P_e = 25 \text{ KN/ m}^3$  para o peso próprio, e a carga vertical de  $Q_c = 25 \text{ Kg/ m}^2$  para o guarda corpo, pois de acordo com a NBR 7199 – Projeto, execução e aplicações de vidro na construção civil, para cada 1mm de espessura, equivale a  $2,5 \text{ Kg/ m}^2$ , supomos a espessura de aproximadamente 10mm.

Segue abaixo o cálculo do peso próprio da estrutura e o cálculo da carga vertical do guarda corpo:

$$P_p = P_{e_{material}} \times A \quad (7)$$

Onde,

$P_p$  = peso próprio da estrutura (KN/m);

$P_e$  = peso específico do material (KN/m<sup>3</sup>);

$A$  = área da seção transversal da viga (m<sup>2</sup>);

$$P_p = 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \times 0,14\text{m} \times 0,16\text{m} = 0,56 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$Q_c = Q_{objeto} \times h_{(altura)} \quad (8)$$

$$Q_c = 0,25 \frac{KN}{m^2} \times 1,20 m = 0,3 \frac{KN}{m}$$

Considere,

$Q_c$  = Carga vertical do guarda roupa ( $KN/m^2$ );

H = Altura (m);

E para o peso total da estrutura foi considerado a soma do peso próprio da estrutura com o peso do guarda corpo de vidro, sendo assim:

$$P_{PT} = P_p + Q_c \quad (9)$$

$P_{PT}$  = Peso total da estrutura (m);

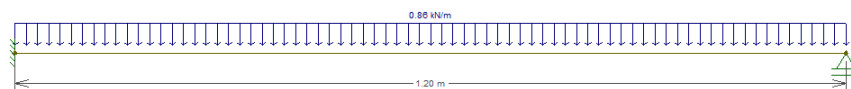
$$P_{PT} = 0,56 + 0,3 = 0,86 \frac{KN}{m} \quad (10)$$

Seguindo a análise, no procedimento seguinte calcula – se o grau de indeterminação estática da estrutura, através da Equação 1.

$$G = 4 - 3 = 1$$

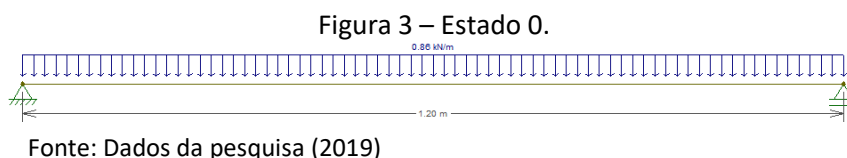
Por meio do grau sabemos que a estrutura contém apenas 1 estado virtual. Conforme a Figura 2, pode-se perceber o estado real da viga.

Figura 2 – Estado real.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Calculando para o estado 0 ( $E_0$ ) temos a seguinte representação. Nesse estado desconsidera-se o momento existente no estado real, para tornar a estrutura isostática, mostrado na Figura 3.



Em seguida, calculou-se as reações de apoio para o estado 0, encontrando como valores:

$$A_Y = \frac{QL}{2} \quad (11)$$

$$A_Y = \frac{0,86(1,2)}{2} = 0,516 \text{ KN}$$

$$C_Y = \frac{QL}{2} \quad (12)$$

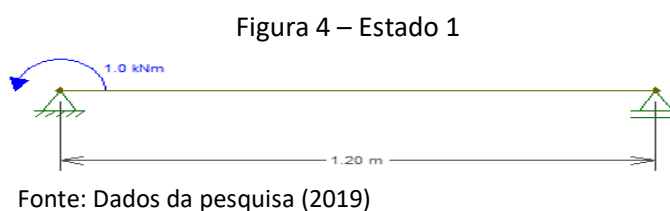
$$C_Y = \frac{0,86(1,2)}{2} = 0,516 \text{ KN}$$

O momento máximo pode ser encontrado pela Equação 11 por se tratar de uma viga biapoiada

$$\frac{QL^2}{8} \quad (13)$$

$$\frac{0,86(1,2)^2}{8} = 0,1548 \text{ KN.m}$$

Para o estado 1, considera-se a viga mostrada na Figura 4 e segue o mesmo procedimento dos cálculos realizado para o estado 0, considerando o momento virtual de 1 KN.m que foi desconsiderado no estado 0.

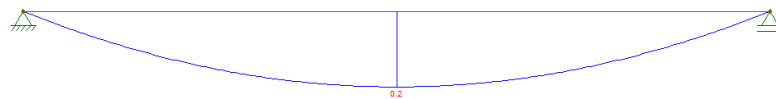


### 12.3.1 Cálculo das reações de apoio para o estado 1

$$\begin{aligned} \uparrow F_{y=0} \\ A_y + C_y &= 0 \\ A_y &= 0,83\text{KN} \\ \curvearrowright M_{a=0} \\ 1,2C_y + 1 &= 0 \\ C_y &= -0.83\text{KN} \end{aligned}$$

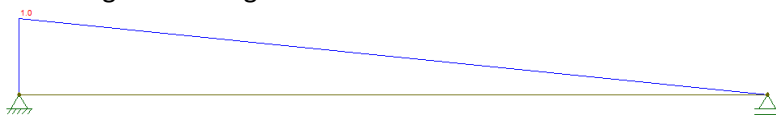
Em seguida, as Figuras 5 e 6 mostram o comportamento da viga com os respectivos esforços para o estado 0 e o estado 1, em posse dos diagramas relaciona-se os mesmos e calcula-se.

Figura 5 – Diagrama de Momento fletor no estado 0.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 6 – Diagrama de Momento fletor no estado 1.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Pelo método das forças, fazemos a compatibilidade dos deslocamentos com a finalidade de calcular o real momento que atua na viga, e manter as condições de equilíbrio que foi suposto no estado 1 como sendo de 1 KN.m, pelo seguinte sistema 1 x 1,

$$\delta = \delta_{10} + \delta_{11}X_1$$

Após realizado a relação dos diagramas do estado 1 com o do estado 0, e o 1 x 1. Obteve se o valor para o momento real atuante de:

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{(-0.0619)}{EI} + \frac{(0.4)}{EI} X_1 \\ X_1 &= 0,1548\text{KN.m} \end{aligned}$$

Após encontrar  $X_1$  substituímos para encontrar valores reais:

$$M = M_0 + M_1 X_1 + M_2 X_2 + \dots + M_n X_n$$

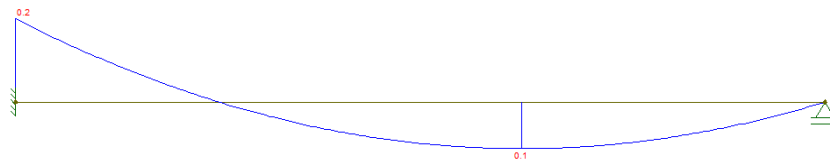
$$M_A = (-1)(0,1548) = -0,1548 \text{ KN.m}$$

$$M_B = 0 \text{ KN.m}$$

$$M_{0,6} = (0,1548) + (-0,5 \times 0,1548) = 0,0774 \text{ KN.m}$$

Encontramos assim, o seguinte diagrama:

Figura 7 – Diagrama de Momento fletor real.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Os valores do módulo de elasticidade do material (concreto) foi consultado na NBR 6118, e possui o valor de  $E = 200 \text{ MPa}$ , e a inércia é calculada levando em consideração as dimensões da viga, pela Equação 21

$$I = \frac{b \times h^3}{12} \quad (14)$$

Para o cálculo da inércia foi considerado as seguintes dimensões da viga,  $b = 15 \text{ cm}$ , e  $h = 20 \text{ cm}$ . Dessa maneira, a inércia calculada é de,

$$I = \frac{0,15 \times (0,20)^3}{12} = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

Levando em consideração a temperatura média que segundo o instituto Climate Data (2016) a cidade possui, calculamos o gradiente de temperatura.

$$G_t = \frac{30 - 26}{0,2}$$

$$G_t = 20^\circ\text{C}$$

Assim, é possível obter o valor verdadeiro para o momento sob o efeito da temperatura, lembrando que, o efeito da temperatura só entra no cálculo do  $\delta_{10}$ .

$$\begin{aligned}\delta_{10} &= \frac{(-1)(1.2)}{2} (10^{-5})(20) \\ \delta_{10} &= -1,2x10^{-4}m \\ &\quad (0.4) \\ \delta_{11} &= \frac{(0.4)}{(200x10^6)(10^{-4})} \\ \delta_{11} &= 2x10^{-5}m \\ \delta &= \delta_{10} + \delta_{11}X_1 \\ 0 &= -1,2x10^{-4} + 2x10^{-5}X_1 \\ X_1 &= 6 \text{ KN.m}\end{aligned}$$

Aplicando os momentos, para encontrar as reações reais temos:

$$\begin{aligned}M &= M_0 + M_1X_1 + M_2X_2 \dots M_nX_n \\ M_A &= (-1)(6) = -6 \text{ KN.m} \\ M_B &= 0 \text{ KN.m} \\ M_{0,6} &= (0,1548) + (-0,5x6) = -2,8452 \text{ KN.m}\end{aligned}$$

Obtendo os dois resultados foi feita a superposição dos dois efeitos, assim, tem-se:

$$\begin{aligned}\delta_{10} &= \frac{(-1)(1.2)}{2} (10^{-5})(20) + \frac{(-0.0619)}{(200x10^6)(10^{-4})} \\ \delta_{10} &= -1,2x10^{-4} - 3,095x10^{-6} \\ \delta_{10} &= -1,23x10^{-4} m \\ &\quad (0.4) \\ \delta_{11} &= \frac{(0.4)}{(200x10^6)(10^{-4})} \\ \delta_{11} &= 2x10^{-5}m \\ \delta &= \delta_{10} + \delta_{11}X_1 \\ 0 &= -1,23x10^{-4} + 2x10^{-5}X_1 \\ X_1 &= 6,15 \text{ KN.m}\end{aligned}$$

Os valores de momento fletor real, com a superposição dos efeitos seria a seguinte:

$$\begin{aligned}M &= M_0 + M_1X_1 + M_2X_2 \dots M_nX_n \\ M_A &= (-1)(6,15) = -6,15 \text{ KN.m}\end{aligned}$$

$$M_B = 0KN.m$$
$$M_{0,6} = (0,1548) + (-0,5x6) = -2,92 KN.m$$

Percebe-se que o deslocamento provocado pelo efeito da temperatura apresenta-se maior que o efeito do peso próprio da viga e que estes superpostos acrescentam uma variação irrisória nos diagramas de momento do efeito da temperatura.

## 12.5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como finalidade, analisar estruturalmente uma viga engastada em uma varanda. Apesar de existir atualmente, diversos softwares empregados para a realização deste procedimento de análise estrutural, é extremamente relevante o conhecimento das teorias e o entendimento de como se procede os cálculos manualmente e matematicamente para a obtenção das reações, solicitações, deslocamento e temperatura.

Tendo como base o método da superposição dos efeitos, a viga em estudo teve que obedecer a algumas exigências como: às condições de equilíbrio, compatibilidade entre os deslocamentos e deformações, e também o comportamento dos materiais baseados na lei. Ademais, o método das forças é usado apenas para análises lineares, pois é fundamentado no método da superposição dos efeitos, sendo essencial para compreender o comportamento de viga hiperestática, formulando assim, um método mais simples da equação de três momentos (MARTHA, 2010).

Todavia, para os resultados, foram realizados cálculos matemáticos, permitindo desenvolver o comportamento real da estrutura. Portanto, este trabalho avaliou de maneira precisa o comportamento da estrutura, levando em consideração a superposição dos efeitos para a análise da viga.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. Acesso em: 09 jul. 2019.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120**: cargas para o

cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1980. Acesso em: 09 jul. 2019.

CAVALCANTI, M. V. S. **Análise matricial de estruturas reticuladas**: um curso para acadêmicos de Engenharia Civil. Anápolis: [s.n.], 2006. Acesso em: 07 jul. 2019.

MARTHA, L. F. **Análise de estruturas**: conceitos e métodos básicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Acesso em: 07 jul. 2019.

PEREIRA, R. A. T. **Análise de estruturas reticuladas espaciais com barras de seções variáveis**. 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

SORIANO, H. L.; LIMA, S. S. **Análise de estruturas**: método das forças e método dos deslocamentos. 2. ed. atual. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2006.



# 13 ANÁLISE DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR PROBLEMAS NA FUNDAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM OLHO D'ÁGUA DOS BORGES/RN

Lourynny Hélia de Lima Costa

Bruno de Almeida Saldanha

Jadson Batista Soares

José Henrique Maciel de Queiroz

## 13.1 INTRODUÇÃO

Conforme Milititsky (2008), existem diversas manifestações patológicas que podem surgir nas edificações, dentre as quais podem destacar a patologia das fundações que ocorre devido a inúmeras causas como, por exemplo, ao recalque diferencial e a investigação insuficiente do subsolo.

De acordo com Velloso e Lopes (2004), recalque é o deslocamento vertical que pode ocorrer na estrutura da fundação de uma edificação. Segundo Silva (2008), esse comportamento anômalo ocasiona surgimento de fissuras que comprometem a funcionalidade da construção.

Essas fissuras são chamadas de patologias, que segundo o dicionário Michaelis (2017) a palavra “patologia” é de origem grega onde, páthos significa doença e lógos significa ciência ou estudo. É um termo utilizado na medicina para definir a ciência que estuda os aspectos de uma doença, tal como a origem, os sintomas, a natureza e as consequências. Semelhantemente, na engenharia civil, esse mesmo termo é empregado para caracterizar estruturas que apresentam perda ou queda de desempenho (ANDRADE; SILVA, 2005).

Segundo Velloso e Lopes (2004), os efeitos dos recalques nas estruturas podem ser classificados em 3 grupos:

- **Danos estruturais:** São os danos causados à estrutura propriamente dita (pilares, vigas e lajes).

- **Danos arquitetônicos:** São os danos causados à estética da construção, tais como fissuras, trincas em paredes e acabamentos, rupturas de painéis de vidro e etc.
- **Danos funcionais:** São os causados à utilização da estrutura com refluxo ou ruptura de esgotos e galerias, emperramento das portas e janelas, desgaste excessivo de elevadores (desaprumo da estrutura), etc.

Diante do exposto neste trabalho, realizou-se um estudo de caso referente a uma Residência Unifamiliar, localizada no município de Olho D'Água do Borges/RN, com o objetivo de analisar as manifestações patológicas presentes em estruturas de alvenaria, concreto armado, revestimentos cerâmicos, revestimentos líquidos (tinta), entre outras estruturas que serão citadas, ocasionadas por problemas na fundação, o recalque. E apontar possíveis soluções.

### 13.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho foi um estudo de caso, que de acordo com a abordagem da pesquisa, classificou-se como pesquisa qualitativa, que para Richardson (2008), é a tentativa de se entender a natureza do problema estudado, através da observação e descrição.

Contudo, o estudo de caso se trata de uma investigação em uma edificação, para a realização de um levantamento das manifestações patológicas do local, para que, posteriormente fosse realizada uma avaliação dos problemas e por fim soluções para eles.

A pesquisa foi realizada em uma edificação residencial unifamiliar construída há 20 anos e reformada a 7 anos, na qual, está localizada no centro da cidade de Olho D'Água do Borges/RN. O município conta com um quantitativo populacional de 4295 habitantes, uma área de aproximadamente 144 km<sup>2</sup> e um PIB per capto de 7.687,53 R\$, segundo o IBGE (2019). Atualmente sua principal fonte de renda é o setor de prestação de serviços, tendo o comércio como importante atividade econômica e a atividade agrícola.

Para a realização da inspeção visual da edificação do objeto em estudo, foram adotadas 3(três) etapas propostas por Lichtenstein (1986), que consistiram em:

- **Levantamento de recursos:**
  - ✓ Vistoria do local;
  - ✓ Informações sobre a edificação;
  - ✓ Consulta aos moradores da edificação;
- **Diagnóstico da situação atual:**
  - ✓ Causa provável;
  - ✓ Origem provável;
- **Definição de conduta.**

Este método foi proposto pelo autor Lichtenstein (1986), para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações, sendo frequentemente utilizado no meio acadêmico para estudos de caso semelhantes.

Para a análise desse método, Silva (2008) complementa fazendo a classificação de algumas dessas patologias de acordo com as espessuras das aberturas. Veja na Figura 1.

Figura 1 - Classificação de fissura, trinca e rachadura

<b>ANOMALIAS</b>	<b>ABERTURAS (mm)</b>
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

Fonte: Silva (2008).

De acordo com Silva (2008), existem limites de abertura de fissuras que são aceitáveis, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Abertura de fissuras e danos associados

ABERTURA DA FISSURA (MM)	INTENSIDADE DOS DANOS		
	RESIDENCIAL	COMERCIAL OU PÚBLICO	INDUSTRIAL
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante
0,1 a 0,3	Muito Leve	Muito Leve	Insignificante
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito Leve
1 a 2	Leve a Moderada	Leve a Moderada	Muito Leve
2 a 5	Moderada	Moderada	Leve
5 a 15	Moderada a Severa	Moderada a Severa	Moderada
15 a 25	Severa a muito Severa	Severa a muito Severa	Moderada a Severa
> 25	Muito Severa a Perigosa	Severa a Perigosa	Severa a Perigosa
FISSURA	EFEITO NA ESTRUTURA E USO DO EDIFÍCIO		
< 0,1 a 0,3	Nenhum		
0,3 a 5	Apenas estética com deterioração acelerada do aspecto externo		
5 a 25	Utilização do edifício será alterada e, no limite superior, a estabilidade pode também estar em risco		
> 25	Cresce o risco da estrutura tornar-se perigosa		

Fonte: Silva (2008).

Com base nesses dados se fez possível realizar o levantamento de recursos através da vistoria do local, onde utilizou-se a inspeção visual e detectaram-se as manifestações patológicas existentes nas estruturas. Posteriormente, houve uma consulta aos moradores do local, para o recolhimento de informações sobre a edificação, como o modo de uso, frequência de manutenções, e por fim a obtenção de registros fotográficos.

Após a coleta de informações na etapa anterior, foi possível elaborar o diagnóstico, estabelecendo as possíveis causas e origens do surgimento das manifestações patológicas.

Por fim, foi proposta a definição de conduta para cada caso analisado, na qual foram sugeridos procedimentos para o reparo e recuperação das áreas deterioradas.

### 13.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na edificação, os ambientes ao quais foram localizadas manifestações patológicas, foram na parte final da mesma, sendo eles: a cozinha e a área de serviço.

Através de questionamentos, relatos, fotografias, da verificação visual e estudos relacionados ao surgimento e aberturas de trincas e fissuras em edificações, as características apuradas indicavam um padrão típico relacionado à atuação de recalques diferenciais.

A Figura 3 mostra a presença de trincas inclinadas, deitando-se em direção do pilar com 1,4 mm de espessura nas paredes laterais da cozinha, que de acordo com as Figuras 1 e 2 será caracterizada com uma intensidade de danos leve e moderada. Logo, o seu efeito na estrutura será apenas estético, com deterioração acelerada do aspecto externo.

Figura 3 - Trincas nas paredes laterais da cozinha.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Nas paredes laterais da área de serviço foram encontrados brechas, essas tinham 18 mm de espessura, que de acordo com as Figuras 1 e 2 será caracterizada com uma intensidade de danos severa a muito severa. Logo, a utilização do edifício será alterada e, no limite superior, a estabilidade pode também estar em risco como mostrado na Figura 4.

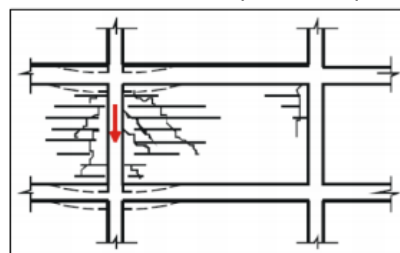
Figura 4 - Brechas nas paredes laterais da cozinha.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Possivelmente, essas patologias são decorrentes dos recalques diferenciais, a inclinação acontece na direção do ponto onde ocorreu o maior recalque, as aberturas serão proporcionais à intensidade. Podendo ocasionar danos arquitetônicos, estruturais e funcionais. Conferindo assim com o padrão apresentado por Thomaz (1988) na Figura 5.

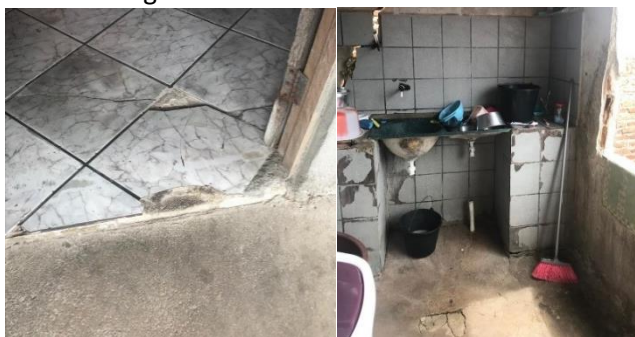
Figura 5 - Fissuras inclinadas por recalque diferencial



Fonte: Thomaz (1988), p.560

Além dessas patologias tem-se, tanto no piso da cozinha como no piso da área de serviço foram encontrados recalques e consequentemente trincas e deslocamentos, decorrentes dos rebaixamentos de solo de apoio, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Afundamentos e trincas



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Segundo Thomaz (1988), geralmente a maior causa de recalques diferenciais são os fatores geotécnicos. No entanto, pode algumas fissurações aparecem devido aos recalques localizados do terreno que se processam lentamente ao longo dos anos devido principalmente a falhas no subsolo.

#### 13.4 CONCLUSÕES

O estudo de caso expôs a grande importância do estudo prévio para o dimensionamento das fundações, uma vez que sua ausência acarretará em um futuro próximo patologias, como as evidenciadas na edificação de Olho D'Água do Borges/RN, por exemplo.

A causa principal do problema pode ser definida pelo fato de que no local da obra

existe uma grande declividade do solo, havendo assim uma necessidade de aterro, o mesmo foi executado sob uma camada de solo muito mole de composição argilosa. Em consequência disto, e da baixa capacidade de suporte do mesmo, houve recalques excessivos na camada de argila, revertendo em fissuras em diversos pontos da obra.

No entanto, para elaborar uma solução para o problema requer um trabalho de especialistas, aliando técnicas de engenharia de estruturas e solo. Com base no que foi visto neste trabalho, as possíveis soluções foram:

- Elaborar um reforço, adaptações ao sistema existente, da fundação de tal maneira, que os recalques sejam os mesmos em cada ponto da fundação, uma vez que, os reforços de fundações muitas vezes complementam o processo de recuperação de uma obra;
- A execução de novas fundações (reconstrução) desprezando-se as existentes como elemento resistente;
- A utilização de estacas escavadas como a hélice contínua.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, T.; SILVA, A. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Olho D'Água do Borges/RN**. Rio de Janeiro: IBGE, [2015?]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/olho-dagua-do-borges/panorama>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

LICHTENSTEIN, N. B. **Boletim técnico 06/86: patologia das construções**. São Paulo: USP, 1986.

MICHAELIS DICIONÁRIO BRASILEIRO DA LÍNGUA PORTUGUESA. Patologia [S.l.]: Melhoramentos, 2017. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/patologia>. Acesso em: 04 de julho de 2019.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SILVA, J. F. C. **Uma revisão sobre as manifestações patológicas mais frequentes em fundações de concreto de edificações**. Feira de Santana, BA: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em edificações: causas e mecanismo de formação: tecnologia das edificações**. São Paulo: Editora Pini, 1988.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. v. 1.

## 14 CÁLCULO DE DESLOCAMENTO DE UMA VIGA DEVIDO À TEMPERATURA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E DO PRINCÍPIO DOS TRABALHOS VIRTUAIS

---

Lincoln Nunes de Queiroz

Matheus Oliveira da Silva

Tárcio Murillo Pires Miranda

Fabíola Luana Maia Rocha

### 14.1 INTRODUÇÃO

No contexto básico de análise de estruturas, o cálculo é responsável por determinar de forma numérica os esforços internos da mesma. Todavia, para poder quantificar tais resultados é necessário fazer idealizações das estruturas, ou seja, identificar os tipos de cargas e apoios do objeto de estudo. Para compreender o comportamento da estrutura, algumas condições matemáticas devem ser satisfeitas, sendo essas: condições de equilíbrio, condições de compatibilidade entre deslocamento e deformação e condições sobre o comportamento dos materiais que compõem a estrutura.

Havendo interferências externas sobre uma estrutura, esta irá gerar reações internas para manter as condições de equilíbrio e compatibilidade. Um caso específico de interferência externa é a variação de temperatura em diferentes faces de uma mesma estrutura, o que causa dilatação térmica e, conseqüentemente, deformações em sua forma



inicial. Uma mesma estrutura pode sofrer ao mesmo tempo inúmeros esforços externos das mais variadas naturezas (que é o que ocorre em estruturas reais), dessa forma, é imprescindível que os métodos de cálculo de deslocamento e deformações em uma estrutura contemplem a análise dessas diferentes naturezas de interferência externa.

O Princípio da Conservação de Energia, por exemplo, admite que em uma análise estrutural seja aferido o deslocamento sofrido por uma estrutura devido ao efeito de cargas externas, porém, não permite a análise do deslocamento devido a variação de temperatura. O Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV) em contrapartida, possibilita que ambas as análises sejam realizadas mutuamente.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo geral comparar os métodos da conservação de energia e do princípio dos trabalhos virtuais no cálculo de deslocamento de uma estrutura, levando-se em consideração uma deformação por carga aplicada e temperatura.

Quanto aos objetivos específicos, pretende-se:

- Deduzir a partir do princípio dos trabalhos virtuais a equação do deslocamento de uma viga sob o efeito de uma carga aplicada e aumento de temperatura;
- Expressar graficamente a influência da temperatura no deslocamento de uma estrutura;
- Discorrer sobre as limitações do método da conservação de energia devido a impossibilidade de considerar deformações por temperatura.

## 14.2 METODOLOGIA

Para poder comparar corretamente a eficiência entre os métodos da conservação de energia e do princípio dos trabalhos virtuais, foi analisado o deslocamento de uma viga isostática engastada e em balanço submetida à uma carga aplicada em sua extremidade livre e sob o efeito de dilatação por temperatura.

Justificou-se a impossibilidade do uso do método da conservação de energia em detrimento da presença da dilatação por temperatura, que permitia somente o cálculo devido a carga aplicada, e então calculou-se o deslocamento usando apenas o PTV, desenvolvendo-se os cálculos até uma simplificação em que pôde-se observar o

deslocamento devido aos efeitos da carga aplicada e da temperatura.

### 14.2.1 Conservação de energia

O método de conservação de energia tem como base o equilíbrio de energia. A análise é construída com base em algumas hipóteses, primeiro que só é considerada a energia mecânica, ou seja, forças como eletromagnetismo, temperatura e reações químicas são desprezadas. Assim o princípio trata-se que se aplicado uma carga lentamente a um corpo, de maneira que a energia cinética possa ser desprezada, essa carga externa tende a deforma a estrutura, dessa forma tem-se um trabalho externo ( $U_e$ ) sendo realizado que por ação e reação transforma-se em trabalho interno ou energia de deformação ( $U_i$ ) (HIBBELER, 2010).

Portanto, a conservação de energia para o corpo é quantificada matematicamente como:

$$U_e = U_i \quad (1)$$

A relação do trabalho externo é derivada da relação entre força e deslocamento. Considerando uma força  $F$  que aumenta gradualmente de zero até algum valor limite  $F=P$  tendo a estrutura comportamento linear elástica, a força será proporcional ao deslocamento e a energia gerada pela força externa será a área abaixo da curva do regime elástico.

$$U_e = \frac{1}{2}P\Delta \quad (2)$$

Entretanto o balanço de energia reque o equacionamento das parcelas de energia internas referente as forças normais, cortante, momento torsor e momento fletor dadas pelas equações abaixo.

$$\int_0^L \frac{N^2}{2EA} dx \quad (3)$$

$$\int_0^L \frac{f_s V^2}{2GA} dx \quad (4)$$

$$\int_0^L \frac{T^2}{2GJ} dx \quad (5)$$

$$\int_0^L \frac{M^2 dx}{2EI} \quad (6)$$

### 14.2.2 Princípio dos trabalhos virtuais

O teorema dos deslocamentos virtuais se aplica a análise de estruturas em forma geral e é também conhecido como princípio dos deslocamentos virtuais. A particularização do Princípio dos Trabalhos Virtuais (forças virtuais) na qual se considera a força virtual (ou forças virtuais) com valor unitário é conhecida como Método da Carga Unitária (MCU). O PTV utiliza um sistema auxiliar, chamado sistema virtual, que é completamente independente do sistema real, sendo este a estrutura da qual se quer calcular um deslocamento ou rotação (ou estabelecer uma condição de compatibilidade).

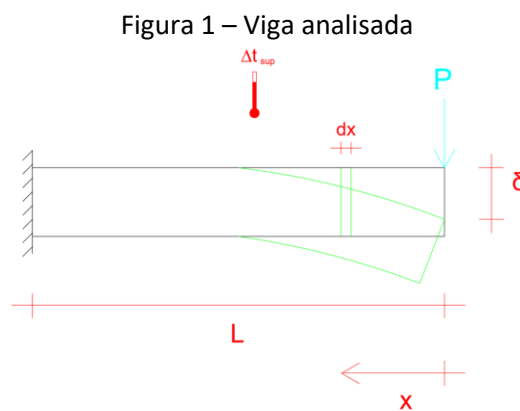
O sistema virtual trabalha com a mesma estrutura, mas com cargas diferentes. As cargas do sistema virtual são compostas de uma força (ou momento) escolhida arbitrariamente na direção do deslocamento (ou rotação) que se deseja calcular e de suas correspondentes reações de apoio. As cargas do sistema virtual não existem na realidade (por isso, são ditas virtuais) e são meras abstrações para cálculo. Como o MCU é uma sistematização do PTV, sua formulação geral pode ser utilizada em estruturas de comportamento elástico linear e não-linear. Pode-se, por exemplo, calcular o deslocamento vertical em uma estrutura isostática sujeita a um sistema de cargas qualquer.

Portanto, o método consiste em aplicar uma carga unitária no ponto onde deseja-se encontrar o deslocamento (o deslocamento se dá no sentido da carga, sejam nos eixos, x, y ou z). Após conhecer os esforços solicitantes causados pela carga inicial e devido a carga unitária pode-se encontrar o deslocamento fazendo o uso de integrais ao longo da viga, por exemplo.

Como principais aplicações do PTV podem -se realizar o cálculo de deslocamentos (e rotações) em estruturas isostáticas devidos a diferentes tipos de solicitações: carregamento externo, variação de temperatura e recalque de apoio. O princípio dos trabalhos virtuais também aplica -se na verificação do atendimento a condições de compatibilidade de estruturas hiperestáticas.

### 14.2.3 Análise de viga

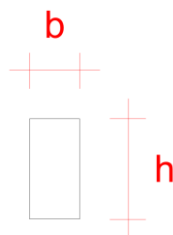
Para analisar os efeitos de deslocamento provocados por uma carga pontual aplicada e variação de temperatura, foi estudado um modelo de viga em balanço de comprimento  $L$  com uma de suas extremidades engastadas. Na extremidade livre, há uma carga vertical e pontual  $P$  sendo aplicada com sentido de cima para baixo, além de haver também variação de temperatura  $\Delta t_{sup}$  na face superior da viga. O deslocamento total da viga é  $\delta$  e  $dx$  é o comprimento do elemento infinitesimal analisado no seccionamento da viga, conforme mostra a Figura 1.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Também determina-se que a viga tenha um perfil com base e altura com comprimentos  $b$  e  $h$  respectivamente, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Perfil da viga

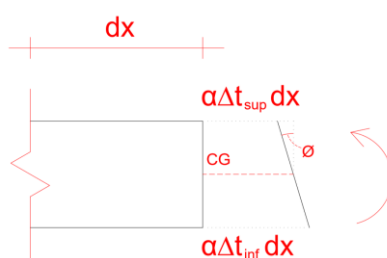


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Conhecidas as características da viga e os efeitos externos aos quais ela está submetida, é analisado um elemento infinitesimal de comprimento  $dx$  para poder determinar o deslocamento gerado pela variação de temperatura.

Deve ser considerado a variação de temperatura superior e inferior à viga e um coeficiente de dilatação  $\alpha$  para a mesma, e é chamado  $\varnothing$  a inclinação gerada pela diferença de dilatação entre as faces superior e inferior. A Figura 3 apresenta o esquema descrito com maiores detalhes.

Figura 3 – Seção da viga



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ainda sobre a Figura 3, os comprimentos superior e inferior após as variações de temperatura serão respectivamente:

$$dx_{sup} = \alpha \Delta t_{sup} dx \quad (7)$$

e,

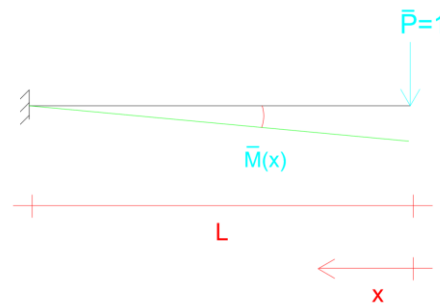
$$dx_{inf} = \alpha \Delta t_{inf} dx \quad (8)$$

Além disso, a variação da inclinação da viga gerada pelas variações de temperatura superior e inferior será:

$$d\varnothing = \alpha \left( \frac{\Delta t_{inf} - \Delta t_{sup}}{h} \right) \quad (9)$$

Para a aplicação do Princípio dos Trabalhos Virtuais, é necessário analisar a viga virtual com carga unitária no ponto e sentido cujo deslocamento pretende-se ser aferido, conforme modelo apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Viga virtual



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Prosseguindo com a aplicação do PTV, utiliza-se a equação:

$$\bar{P}\delta = \int \bar{M}(x)\phi dx \quad (10)$$

Abrindo a equação considerando o deslocamento por temperatura, tem-se:

$$\bar{P}\delta = \int \frac{\bar{M}(x)M(x)}{EI} dx + \int \bar{M}(x) \alpha \left( \frac{\Delta t_{inf} - \Delta t_{sup}}{h} \right) dx \quad (11)$$

Aplicando o método da carga unitária do PTV na equação, tem-se:

$$\delta = \int_0^L \frac{(-1x)(-Px)}{EI} dx - \alpha \frac{\Delta t_{sup}}{h} \left( \frac{-1L \times L}{2} \right) \quad (12)$$

Resolvendo a segunda integral e retirando para fora da primeira integral os elementos constantes:

$$\delta = \frac{P}{EI} \int_0^L x^2 dx + \alpha \frac{L^2 \Delta t_{sup}}{2h} \quad (13)$$

Por fim, resolvendo a primeira integral obtêm-se a seguinte expressão, sendo o primeiro elemento do cálculo o deslocamento devido à carga P aplicada e o segundo o deslocamento devido à variação de temperatura.

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI} + \frac{\alpha L^2 \Delta t_{sup}}{2h} \quad (14)$$

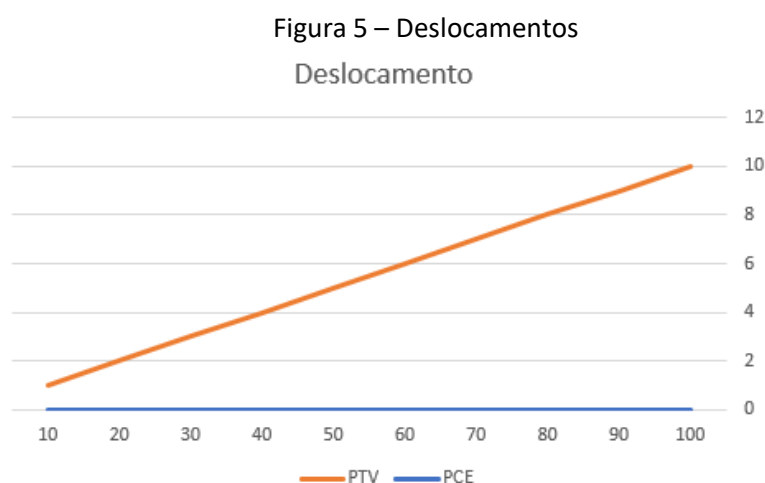
### 14.3 ANÁLISE GRÁFICA

No gráfico a seguir foram plotados os valores de deslocamento calculados pelos métodos de conservação de energia e do princípio dos trabalhos virtuais considerando uma carga pontual  $P$ , aplicada a uma viga de comprimento  $L$  e variando-se os valores de temperatura.

Dados:

$L = 10 \text{ m}$

$P = 20 \text{ KPa}$



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Nota-se, que independente da variação de temperatura, o deslocamento calculado pelo método de conservação de energia se mantém constante.

Por ser mais complexo, o princípio dos trabalhos virtuais acaba sendo mais preciso quanto ao cálculo do deslocamento. Enquanto no princípio de conservação de energia calcula-se somente o deslocamento ocasionado pela variação de temperatura no corpo da viga. No princípio dos trabalhos virtuais leva-se em conta o deslocamento provocado pela carga externa aplicada e a influência da variação temperatura ao mesmo tempo.

### 14.4 CONCLUSÕES

Pela observação dos aspectos apresentados ao longo do trabalho, observou-se que a influência da temperatura contribui para a deformação da estrutura de forma significativa, com isso, métodos como a conservação da energia na qual é baseado no regime elástica da estrutura não são capazes de mensurar essa deformação enquanto para o princípio dos trabalhos virtuais é bem mais eficiente nesse quesito tornando a análise mais coerente.

### REFERÊNCIAS

HIBBELER, Charles Russell. **Resistência dos materiais**: Russell Charles Hibbeler. Tradução Arlete Simille Marques. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.



## 15 ANÁLISE DE VIGAS INCLINADAS: UM ESTUDO SOBRE AS FORÇAS ATUANTES EM ESCADAS

---

Pauliana Gomes da Silva

Pedro Henrique de Oliveira Sousa

Raito Francisco de Né

Fabíola Luana Maia Rocha

### 15.1 INTRODUÇÃO

Usualmente a viga está presente em todos os tipos de construções, podendo ela ser de madeira, aço, alumínio ou, o mais comum, concreto. Essas por sua vez está disposta na construção geralmente como elemento de sustentação e amarração, logo é mais comum ser encontrado com sua base na horizontal, isso para o recebimento de cargas e esforços da edificação. Nos edifícios, em geral, as vigas servem de apoio para lajes e paredes, fazendo com que as cargas e esforços sejam direcionadas até os pilares de sustentação. No presente trabalho será abordado as escadas em L com vigas em todo o contorno externo.

As vigas são estruturas lineares. Podem ser dispostas horizontalmente ou inclinadas, com um ou mais apoios (móvel ou fixo), engastes etc. de tal forma a garantir que tais barras sejam no mínimo isostáticas. Podem ser confeccionadas de madeira, aço, ferro fundido, concreto (armado ou protendido) e alumínio, com aplicações nos mais diversos tipos de construções (SOUZA; RODRIGUES, 2008). No caso analisado nesse trabalho, não trataremos de material específico, apenas de um tipo específico de aplicação que são as escadas feitas

com vigas inclinadas. Essas vigas inclinadas estão presentes em algumas partes do projeto estrutural, como telhado, em construções de telhado de lajes de concreto, podem estar presentes também em construções de edificações que utilizam concreto pré-moldado na estrutura do telhado. Mas o que motiva o presente estudo é a presença desse tipo de viga em construções de escadas, de modo que basicamente quase todos os projetos contendo escadas feita de concreto ou não, precisam de uma viga inclinada para sua sustentação e ligação com os demais elementos estruturais da edificação.

O objetivo do presente artigo é mostrar a aplicabilidade de viga inclinada em um caso real de estrutural, como também fazer uma análise da atuação de forças nessa estrutura.

## **15.2 METODOLOGIA**

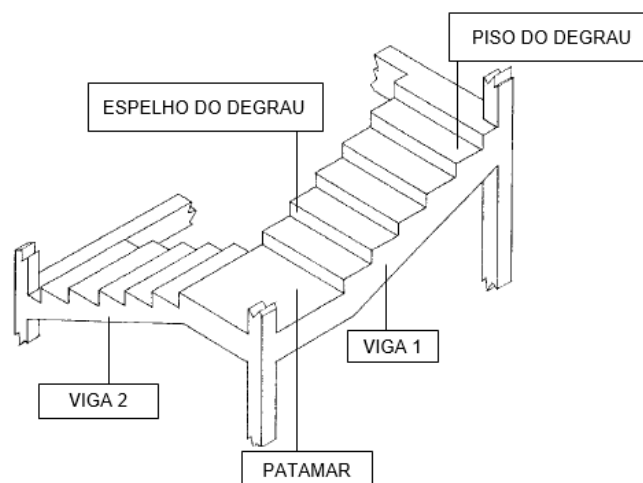
Para a realização dessa pesquisa, faz-se necessário escolher um método que seja eficaz e proporcione os melhores caminhos a serem seguidos para se chegar ao conhecimento desejado; ou seja, quais os procedimentos utilizados na realização de uma pesquisa. Escolher um método que mais se adeque à natureza da pesquisa é um elemento que requer bastante atenção, uma vez que a credibilidade, a validade e a aceitação dos resultados que serão obtidos dependem da eficácia e eficiência dos procedimentos técnicos e metodológicos utilizados.

No que diz respeito à natureza da pesquisa, está se caracteriza por ser pesquisa bibliográfica. Neste tipo de pesquisa, as escadas em L com vigas em todo o contorno externo são observadas, analisadas e interpretadas, de modo subjetivo, generalizando para casos gerais.

## **15.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As escadas do tipo L, podem ter ou não vigas no contorno externo. Nesse trabalho serão analisadas as escadas em L com vigas em todo o contorno externo. A Figura 01 mostra uma escada do tipo L com todos os elementos que a compõem.

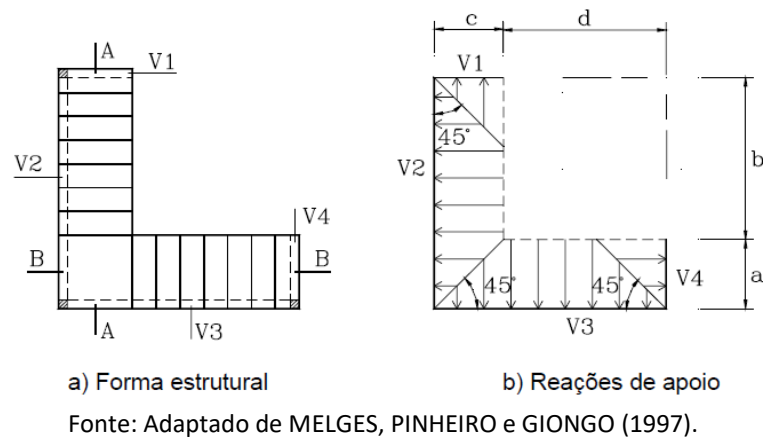
Figura 1 - Escada em L



Fonte: Adaptado de MELGES, PINHEIRO e GIONGO (1997).

Analisa-se (Figura 1) que uma escada é formada de diversos elementos, mas para a análise de cargas atuantes os estudos estão votados precisamente para as vigas 1 e 2. A Figura 2-a, mostra como as escadas em L são em seu modelo estrutural, onde são demonstrados todas as vigas presentes para esse modelo de vigas e os cortes a e b do esquema estrutural e a Figura 2-b mostra que as reações de apoio pode ser calculado pelo próprio cálculo de área em a, b, c e d, informando que os ângulos são de  $45^\circ$ .

Figura 2 -Escada em L com vigas no contorno externo: forma estrutural e esquema das reações de apoio



De acordo com Melges, Pinheiro e Giongo (1997), para o cálculo dos momentos fletores, utiliza-se um processo simplificado que consiste em dividir a escada conforme a Figura 3. Outra forma é utilizar a equação para vigas armadas transversalmente:

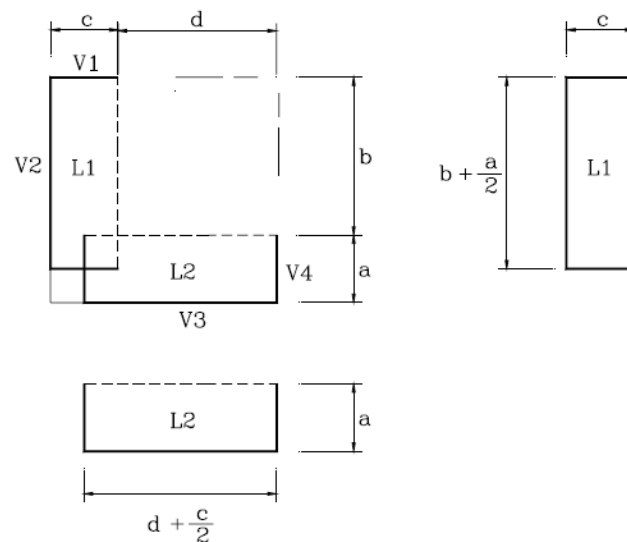
$$m = \frac{Pl^2}{8} \quad (\text{IV})$$

E para forças cortantes utilizar a equação para vigas armadas transversalmente:

$$v = \frac{Pl}{2} \quad (\text{V})$$

As lajes L1 e L2 são consideradas apoiadas em três bordas, com a quarta borda livre. As ações são admitidas uniformemente distribuídas nas lajes.

Figura 3 - Esquema para cálculo dos momentos fletores



Fonte: Adaptado de MELGES, PINHEIRO e GIONGO (1997).

Já foi mostrado como são feitos os cálculos de reações de apoio e para o cálculo do momento fletor. Entretanto, existem outras ações que atuam nas estruturas. Essas ações serão consideradas verticais por  $m^2$  de projeção horizontal, pois é um caso generalizados para escadas comuns. Agora, será mostrado forças independentes que agem nas escadas.

Uma dessas ações é o próprio peso da escada, este peso é calculado de duas formas dependendo do tipo de material que o degrau será enchido. Se a laje e os degraus forem de concreto (Figura 04), calcula-se o  $h_m$  e adota-se o peso específico do concreto igual a  $25 \text{ kN/m}^3$ . Mas, se a laje for de espessura constante e o enchimento dos degraus for de alvenaria (Figura 05), o peso próprio será calculado somando-se o peso da laje, calculado em função da espessura  $h_1$ , ao peso do enchimento, calculado em função da espessura (Melges, Pinheiro e Giongo; 1997). O esquema para se fazer este cálculo está representado na figura 3. Outra ação é a força dos revestimentos, para a força do revestimento inferior (forro), somada à de piso, costumam ser adotados valores no intervalo de  $0,8 \text{ kN/m}^2$  a  $1,2 \text{ kN/m}^2$ .

Figura 4 - Laje com degraus de concreto

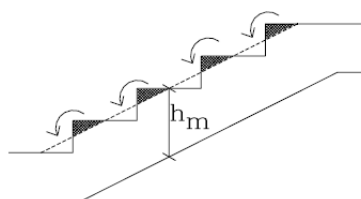
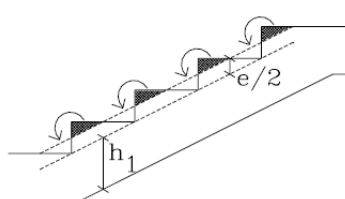


Figura 5 - Laje com degraus de alvenaria

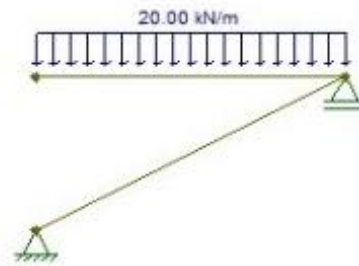


Fonte: Adaptado de MELGES, PINHEIRO e GIONGO (1997).

Fazendo todas as análises para uma residência unifamiliar, podemos considerar as equações (IV) e (V), para a determinação de forças atuantes. Além de considerar a força do revestimento, peso próprio da escada. Então fazendo uma simulação (Figura 6), da escada com a viga inclinada e o peso distribuído na mesma, obtemos uma aproximação da deformação que a viga irá se submeter, por meio dos diagramas de força normal (Figura 7), diagrama de força cortante (Figura 8) e diagrama de momento fletor (Figura 9). Essa simulação é feita uma por meio do programa Ftool, para analisar o comportamento de uma viga em escada. Para a viga em escadas L, surgem os mesmos esforços com os mesmos diagramas, basta sobrepor uma na outra. Foi feito uma simulação com valores não aplicados

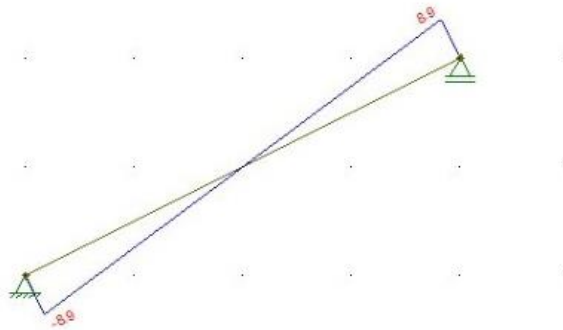
a norma, somente para mostrar como ocorre a deformação de forma demonstrativa.

Figura 6 - Esquema estático representativo da viga.



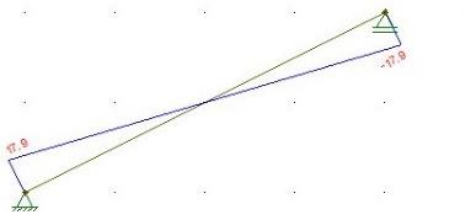
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 7 - Diagrama força normal.



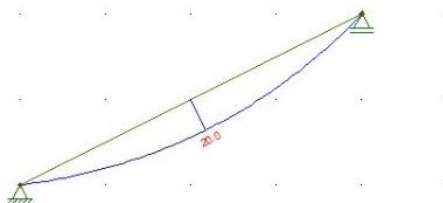
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 8 - Diagrama da força cortante.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 9 - Diagrama do momento fletor.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Por meio da análise dos diagramas, podemos concluir que as vigas se deformam. Essa deformação acontece pelos pesos, ou seja, forças internas e externas que atuam nessa viga direta ou indiretamente, deformando também a escada, por isso, faz necessário um projeto bem qualificado, para que os esforços sejam bem dimensionados e assim não venha a se romper devido aos esforços atuantes. Por isso, é essencial a análise do peso e todas as forças que atuarão nessa escada, do dimensionamento, do fluxo de pessoas. Assim, como analisar as normas e submeter o projeto de acordo com as normas.

#### 15.4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de alguns dos elementos relacionados à viga inclinada na composição de escadas, assim como o seu dimensionamento de acordo com as normas que a regem. Também foram utilizados softwares projetados para análises estruturais, possibilitando visualizar os efeitos das aplicações de cargas às vigas inclinadas e os esforços atuantes nas mesmas.

#### REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120**: cargas para o cálculo de estruturas de edificações. São Paulo: ABNT, 1980.

MELGES, J. L. P.; PINHEIRO, L. M.; GIONGO, J. S. **Concreto armado**: escadas. 1997. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

MACHADO, C. P. **Escadas**. São Paulo: FTDE, 1983. Notas de aula.

SOUZA, M. F. S. M.; RODRIGUES, R. B. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2008.



Lara Poliana Melo Gomes  
Orlando Alves Gondim Sobrinho  
Simone Taiane Gameleira  
Jose Henrique Maciel de Queiroz

## 16.1 INTRODUÇÃO

Dentre as principais análises para a elaboração de um projeto de uma edificação está a determinação da fundação a ser utilizada. Segundo Azevedo (1999), as fundações nada mais são que elementos estruturais de transição entre a estrutura de uma construção e o solo sobre o qual ela se apoia, a fim de transmitir com segurança, as solicitações oriundas da construção. E por isso, tem para si uma atenção elevada, já que além de constituir de uma etapa de custo elevado, quando mal determinada potencializará a edificação a diversas patologias.

A determinação de uma fundação é complexa envolvendo vários aspectos, de acordo com Velloso e Lopes (2010) o projeto e execução de fundações requer conhecimentos de geotécnica e cálculo estrutural, e portanto se faz necessário caracterizar o solo local, normalmente por sondagens, assim como o conhecimento das cargas totais que a edificação irá transmitir ao solo, além da interação solo-estrutura que apresenta um certo grau de incerteza já que em fundações na grande maioria dos casos cada obra apresenta suas peculiaridades, que devem ser consideradas adequadamente na tomada de decisões para a escolha da fundação a ser utilizada.

Para o conhecimento das peculiaridades do solo a qual será construída uma edificação existem elementos indispensáveis que devem ser considerados para o desenvolvimento do projeto de fundações, a NBR 6122 (2010) especifica que primeiro é necessário um reconhecimento inicial sendo considerado os aspectos de visita ao local assim como outros elementos, que segundo Velloso e Lopes (2010), são a topografia da área, dados geológicos-geotécnicos do solo local, Dados sobre as construções vizinhas, dados da obra a

qual irá ser construída.

Levando em conta esses requisitos necessários a um projeto de fundações, este trabalho surge como um estudo das alternativas de fundações a serem utilizadas em um edifício residencial coletivo no município de Pau dos Ferros, fazendo uso dos dados obtidos em campo e com o engenheiro responsável, afim de verificar se a solução executada pode ser considerada vantajosa.

## **16.2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **16.2.1 Fundações rasas**

Segundo Velloso e Lopes (2010, p. 11) as fundações são classificadas em superficiais (ou “diretas” ou rasas) e profundas, em que uma fundação profunda será aquela na qual o mecanismo de ruptura da base não aparecera na parte superior do terreno em que a fundação estará sendo efetuada.

Para a NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 2) a profundidade de assentamento da base da fundação em relação ao terreno adjacente tem que ser inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação para que ela seja classificada como fundações superficiais. Além disso, a norma informa que as fundações rasas são divididas em sapatas, sapatas associadas, sapatas corridas, blocos, radies e vigas de fundações.

Das fundações rasas citadas a cima a NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 2) explica em seus textos que as sapatas devem ser constituídas de concreto armado, onde o dimensionamento destas estruturas tem que ser realizado de modo que as tenções determine tração nelas empregadas não sejam resistidas pelo concreto e sim pela armadura que faz parte de sua constituição.

Como se pode notar, além da sapata tida como isolada existe também a sapata corrida que segundo o pensamento de Velloso e Lopes (2010, p. 11) este tipo de sapata está sujeita a ação de uma força distribuída linearmente ou de pilares em uma mesmo alinhamento, segundo estes mesmos autores está sapata também é normalmente chamada de baldrame.

A sapata associada é um outro tipo de fundação rasa que de acordo com a NBR 6122

(ABNT, 2010, p. 2) este tipo de sapata é normalmente comum a vários pilares pertencentes a estrutura da edificação, cujos centros, em planta, não estejam situados em um mesmo alinhamento, ou seja, os pilares não possuíram um mesmo eixo de alinhamento.

Os blocos de fundações pela NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 2) são definidos como um componente da fundação superficial de concreto, onde o seu dimensionado é realizado de modo que as tensões de tração nele produzidas devam ser resistidas pelo concreto, este elemento das fundações rasas não faz uso de um sistema de armaduras.

Os blocos de fundações não chegam a possuir nenhum tipo de impedimento em decorrência de valores de forças aplicadas sobre sua estrutura. Porém, ao se aplica uma carga elevada sobre esta estrutura, desvantagem poderão vir a surgir caso se prosseguir com este tipo de fundação (VELLOSO; LOPES, 2010, p. 132)

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010, p. 2) o radiers são um elemento da fundação superficial que vem a abranger todos os pilares pertencente a obra que está sendo efetuada ou que venha a receber todos os carregamentos distribuídos existentes na edificação (por exemplo: tanques, depósitos, silos, etc.).

## **16.2.2 Fundações profundas**

As fundações profundas ou indiretas são aquelas caracterizadas pelas bases serem alocadas no terreno a uma profundidade superior a duas vezes sua menor dimensão e a pelo menos 3 metros de profundidade), de maneira que a transmissão das cargas ao solo ocorrerem ao longo da superfície lateral (resistência de fuste) e/ou pela sua base (resistência de ponta) (VELLOSO; LOPES, 2010).

Esse tipo de fundação é classificado em três grandes grupos, sendo eles: estacas, tubulões e caixão, que podem ser utilizados isoladamente ou em grupo constituindo as fundações mistas.

### **16.2.2.1 Tubulões**

Os tubulões de acordo com Velloso e Lopes (2010, p. 12) são elementos de fundação profunda de forma cilíndrica dotados de base alargada que, pelo menos na sua fase final de

execução, requer a descida de operário ou técnico para completar a geometria da escavação e fazer limpeza do solo. Dividem-se em dois tipos básicos: os tubulões a céu aberto e a ar comprimido (com camisa de aço ou de concreto).

Os tubulões ditos de ar comprimido são executados quando não se é possível esgotar a água, ou seja, abaixo do nível da água, são sempre revestidos por camisa de concreto armado ou camisa metálica, já os tubulões a céu aberto, são normalmente sem revestimento e permite o esgotamento da água (ALONSO, 1983).

#### 16.2.2.2 Caixaão

Reserva-se a denominação de caixaões para as peças de seção quadrada, ou mesmo retangular, que têm as paredes laterais pré-moldadas. A descida ou implantação destes elementos no subsolo se faz com a escavação do solo, na parte interna, até que se atinja a profundidade adequada para seu apoio (ALONSO, 1983).

#### 16.2.2.3 Estacas

As estacas de sustentação são peças alongadas, cilíndricas ou prismáticas que são cravadas ou confeccionadas no solo com o auxílio de equipamentos ou ferramentas para a cravação ou perfuração do terreno, a fim de transmitir as cargas da estrutura para uma camada mais profunda e resistente (CAPUTO, 1988).

Os tipos de estacas disponíveis, podem ser classificados segundo diversos critérios, tais como: material, função, processo construtivo, entre outros. Uma das possíveis formas de classificação é definida pelo efeito de execução nas condições do solo: estacas com deslocamento e estacas escavadas (AZEVEDO, 1999).

##### 16.2.2.3.1 Estacas de deslocamento

Estacas de deslocamento são aquelas introduzidas no terreno através de algum processo que não promova a retirada de solo, podendo ser esse processo por, por prensagem, também pode ser utilizado a vibração (BARROS, 2011).

No Brasil, o exemplo mais característico desse tipo de estaca é o das pré-moldadas de concreto armado. Também se enquadram nessa categoria as estacas metálicas, as estacas de madeira, as estacas apiloadas de concreto e também as estacas de concreto fundido no terreno dentro de um tubo de revestimento de aço cravado com ponta fechada, sendo o exemplo mais característico dessas últimas as estacas tipo Franki (DÉCOUR, 1998).

#### 16.2.2.3.2 Estacas escavadas

Estacas escavadas são aquelas executadas "in situ" através da perfuração do terreno por um processo qualquer, com remoção de material, com ou sem revestimento, recuperável ou perdido, com ou sem a utilização de fluido estabilizante. Nessa categoria enquadram-se as estacas tipo broca, executadas manual ou mecanicamente, os tipos "Strauss", estaca raiz e as hélices contínuas (DÉCOUR, 1998).

### 16.3 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO TIPO DE FUNDAÇÕES

Como as fundações são elementos importantes para uma estrutura, é necessário escolher o tipo ideal, para isso, existem aspectos ou parâmetros que devem ser considerados para a escolha de uma fundação em uma determinada construção. Assim, Velloso e Lopes (2010, p. 13) determina como elementos necessários para a elaboração do projeto de fundação os especificados nos sub tópicos a seguir.

#### 16.3.1 Topografia da área

A topografia da área está relacionada a realização de levantamento topográfico e levantamento de dados sobre taludes e encostas que possam ter interação com o terreno (VELLOSO; LOPES, 2010).

O levantamento topográfico fornece informações essenciais ao projeto como as dimensões do terreno, elementos existentes, desníveis, acidentes geográficos, ou seja, determina as características da área (GBC ENGENHARIA, 2015).

A topografia da área consiste também em verificar a necessidade de efetuar cortes e

aterros, presença de aterros com lixo e matacões, e a existência de solos moles na superfície que pode causar erosões. Assim, é possível escolher a fundação mais adequada, conforme Alonso (1983) as fundações rasas não devem ser usadas em argila mole, areia fofa e muito fofa, na existência de água, e as estacas pré-moldadas de concreto e a do tipo Franki não são recomendadas para terrenos com a presença de matacões.

Além disso, ABCP ([201-?]) destaca a importância de conhecer as variações das camadas do solo e sua resistência, analisando a compressibilidade e resistência dos solos e a posição do lençol freático. Já que existem fundações que podem ser utilizadas na presença do lençol freático e outras não como é o caso das estacas brocas que não podem ser utilizadas em profundidades abaixo do nível freático (ALONSO, 1983).

### **16.3.2 Dados geológicos-geotécnicos**

Os dados geológicos-geotécnicos do solo local são obtidos principalmente por investigações de subsolo e levantamentos altimétricos, mapas e artigos sobre experiências anteriores na área (VELLOSO; LOPES, 2010).

A NBR 6122 (ABNT, 2010) indica para a obtenção dos dados geológicos-geotécnicos do solo a investigação geológica, que consiste na realização de uma vistoria geológica por um profissional, e a investigação geotécnica preliminar composta pelo menos por uma sondagem a percussão com SPT que determina a classificação do solo, índice de resistência a penetração, posição do nível d'água, e a depender dos resultados, caso haja dúvida quanto o tipo de material ou quando na execução da fundação for constatados divergências dos resultados com o material encontrado será fundamental a realização da investigação geotécnica complementar constituída de sondagens adicionais, como sondagens mistas e rotativas que são realizadas quando não se sabe a natureza do material impenetrável a percussão, sondagem a percussão com medida de torque que caracteriza o atrito lateral entre o solo e o amostrador, ensaio de cone pode classificar o solo, de palheta que é um ensaio utilizados em solos moles determinando sua resistência ao cisalhamento, ensaio de placa que é realizada para caracterizar a capacidade de carga do solo sob carregamentos de fundações diretas, o pressiométrico que obtém a resistência e tensão-deformação do material, e ensaios de laboratórios, como ensaios de caracterização, granulometria,

umidade, adensamento e permeabilidade do solo.

Assim, percebe-se que a investigação do subsolo no geral classifica os solos e determinam as tensões que eles podem suportar, se tornando um critério importante visto que cada fundação tem a capacidade de suportar um tipo de carga. De acordo com Alonso (1983) as estacas de brocas suportam pequenas cargas de 50 a 100 kN, e as escavadas suportam cargas admissíveis elevadas e apresentam adaptação fácil às variações de terreno (VELLOSO; LOPES, 2010). E ainda, com as resistências obtidas na investigação são realizados os dimensionamentos das fundações.

### **16.3.3 Dados sobre as construções vizinhas**

Os dados sobre as construções vizinhas a serem determinados são existência ou não de subsolos, do tipo de estrutura e fundações utilizadas, o desempenho dessas fundações, o número de pavimentos existentes e a carga média por pavimento permitindo que seja possível prever possíveis consequências de escavações e vibrações devido a nova obra (VELLOSO; LOPES, 2010).

Com esses dados e sabendo das características dos tipos das fundações pode-se determinar a adequada em cada situação, como é o caso das estacas escavadas que de acordo com Velloso e Lopes (2010, p. 215) podem ser executadas em zonas urbanas, pois não produzem perturbações na vizinhança em decorrência de levantamento do solo ou vibrações durante a instalação. O que não é o caso das estacas pré-moldadas de concreto, metálicas e de Franki que durante a sua cravação geram vibrações, não sendo assim recomendadas quando as construções vizinhas apresentam um estado precário (ALONSO, 1983).

### **16.3.4 Dados da obra a qual irá ser construída**

Deve-se obter os dados da obra a qual irá ser construída, que são o uso e ocupação da obra juntamente com o sistema estrutural e construtivos que possibilita o conhecimento das cargas às quais as fundações transmitirão ao solo residente (VELLOSO; LOPES, 2010), como visto no sub tópico 2.3.2 cada tipo de fundação pode suportar até certo nível de carga.

Além de todos esses parâmetros considerados por Velloso e Lopes, a ABCP ([201-?]) também considera como critérios de escolha os aspectos econômicos da construção que engloba os custos para a execução do serviço e prazo para o mesmo.

### 16.3 METODOLOGIA

Para este trabalho inicialmente buscou-se uma ampliação do conhecimento sobre o assunto abordado, fazendo-se uso de revisão bibliográfica, sendo este levantamento constituído principalmente de livros, artigos científicos e fontes de caráter secundário, como sites acadêmicos e normas técnicas captados por meios eletrônicos referentes ao tema abordado.

Este artigo foi realizado através de uma pesquisa de caráter qualitativo, pois de acordo com Silva et al. (2005, p. 20) a análise dos fenômenos ocorrentes e as suas atribuições de significados são básicas, não necessitando o uso de métodos e técnicas estatísticas, pois o ambiente em estudo é a fonte direta para coleta de dados, por este motivo o pesquisador é um instrumento-chave, pois serão os próprios pesquisadores que tenderam a analisar seus dados coletados, todos estes indutivamente.

O estudo da fundação do residencial Fontes Rego pode ser definido como um estudo de caso, pois de acordo com Silva et al. (2005, p. 20) um estudo de caso envolve um aprofundamento de um ou mais objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Esta descrição se encaixa perfeitamente no estudo realizado pelos autores deste trabalho, pois a intenção dos mesmos é realizar uma aprofundação na análise da fundação da edificação em estudo.

Esta edificação se localiza no município de Pau dos Ferros no estado do Rio Grande do Norte, sua localização específica na cidade está próxima a BR-405 com destino a cidade de Rafael Fernandes, este prédio também se encontra próxima a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte que se localiza na cidade.

Para este estudo de caso, foi realizada a análise da fundação e os possíveis critérios de escolha que foram considerados na definição da fundação da edificação, para esta análise então se fez uso do método visual e fotográfico ao se visitar o local da edificação e dos dados de projeto da edificação que chegaram a ser fornecidos pelo engenheiro responsável pela



construção do prédio, todos os dados recolhidos foram analisados e comparados com o material de pesquisa encontrado nas fontes descritas no primeiro parágrafo desta metodologia.

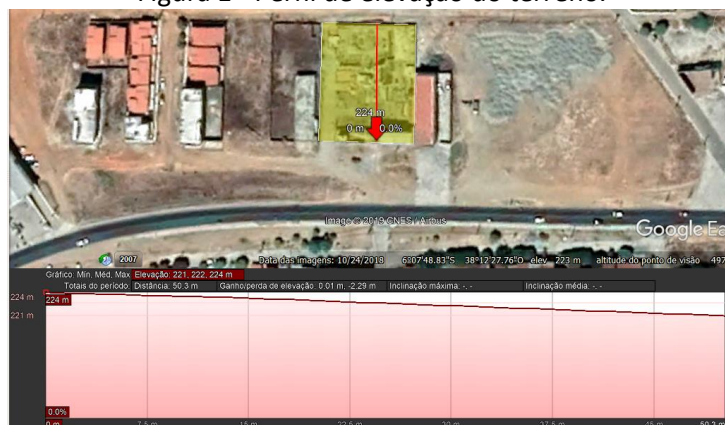
## 16.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, foram analisados os critérios de escolha para um projeto de fundações definidos anteriormente e aplicados a edificação escolhida ainda em execução, como discutido nos tópicos a seguir.

### 16.4.1 Topografia da área

Inicialmente observou-se o terreno utilizado, analisando a topografia da área. Assim, notou-se que o terreno possui um acive na direção dos fundos do lote, com a cota de 224 metros nos fundos e de 221 metros na frente do lote, como mostrado no perfil do terreno na Figura 1, obtido por meio do Google Earth.

Figura 1 - Perfil de elevação do terreno.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Como trata-se de uma edificação com a presença de um subsolo, se fez necessário a realização de corte ao longo de todo o terreno. De acordo com o engenheiro responsável foi realizado levantamento planialtimétrico antes do início da obra e locação de pontos por meio de estação total.

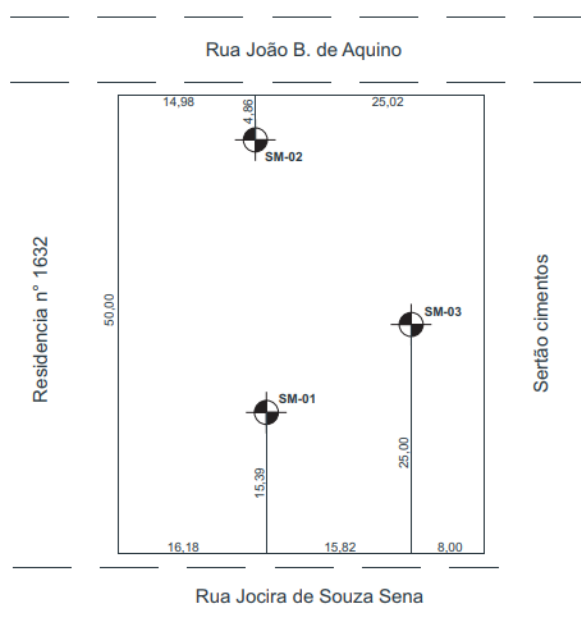
Com as análises realizadas sobre a topografia da área desta construção percebeu-se que foi um critério que não influenciou na determinação do tipo de fundações.

#### 16.4.2 Dados geológicos-geotécnicos

Como o descrito na norma vigente foram realizadas as investigações de subsolo ao longo do terreno do residencial em outubro de 2017. Os trabalhos para obtenção dos dados geotécnicos foram executados pela empresa GEPÊ engenharia e de acordo com as recomendações vigentes do DNER-PRO 102/9 (Procedimento – Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo)

Foram realizados três furos de sondagem mista em locais escolhidos pelo engenheiro responsável da obra nos locais indicados na Figura 2.

Figura 2 - Planta de localização dos furos realizados



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os trabalhos foram iniciados pela sondagem à percussão. Em seguida, foram prosseguidos com utilização da Sonda Rotativa, modelo SD-1A da SONDADRIL, de avanço hidráulico. Pelos resultados do relatório fornecido pela empresa tem-se que o solo

superficial é resistente com um índice de resistência a penetração acima de 30 classificando como uma argila dura (TEIXEIRA, 1974), sendo também encontrado rochas, tendo em vista isso, e as características das fundações rasas, seria uma adequada escolha para a fundação desta edificação.

#### 16.4.3 Dados sobre as construções vizinhas

Para a obtenção dos dados das construções vizinhas foi realizada uma pesquisa visual. Assim, percebeu-se que na obra estudada existem construções vizinhas dos dois lados do terreno, e que estas se encontram bem próximas a obra. Como a edificação em estudo possui subsolo, as construções vizinhas se encontram em um nível superior e por isso toma-se muito cuidado para não haver desmoronamentos havendo a necessidade de construção de contenções. No lado esquerdo tem-se um depósito que aparentemente está em boas condições, não apresenta subsolo (Figura 3a) e do lado direito tem-se uma edificação residencial e comercial, de dois pavimentos, sem subsolo, em que no térreo existe uma padaria e em cima são os apartamentos para alugar, essa edificação apresenta algumas trincas e fissuras, descamação e manchas na pintura (Figura 3b). Atrás da obra se encontra uma rua, não existindo outras construções.

Figura 3 - Edificação do lado esquerdo



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 4 - Edificação do lado direito



Desta forma, pelas condições da edificação e a proximidade deve-se tomar cuidado com as possíveis consequências de escavações e vibrações devido a nova obra, então a partir do que foi discutido e apresentado anteriormente é adequado escolher fundações que não causem vibrações como é o caso das estacas escavadas, e já segundo Alonso (1983) as

estacas pré-moldadas de concreto, metálicas e de Franki não seriam recomendadas. Podendo também ser adequado as fundações superficiais que requerem pouca escavação (TÉCHNE, 2004).

#### **16.4.4 Dados da obra a qual irá ser construída**

A edificação objeto de estudo ainda se encontra em estado de execução, sendo um edifício residencial multifamiliar chamado de Fontes Rego, apresentado 15 pavimentos (com um subsolo para garagem, e térreo com área de lazer e salão de festas), localizado na rua Jocira de Souza Sena, S/N, bairro Zeca Pedro no município de Pau dos Ferros.

O sistema estrutural adotado pelo engenheiro foi o de concreto armado com alvenaria de tijolo de oito furos como vedação, executando lajes treliçadas com EPS para assim diminuir a cargas das lajes que percorres as vigas, pilares e por fim descarregam na fundação. Não foi possível obter os valores exatos das cargas de edificação devido o projeto ter sido elaborado por um contratante, no entanto, pelo porte da obra pode-se dizer que está apresenta elevadas cargas, sendo necessário utilizar fundações que possam suporta-las, Alonso (1983) destaca que as estacas escavadas podem suporta cargas admissíveis elevadas e as fundações rasas são geralmente utilizadas em casos de cagas leves (SANTANA, 2011), porém segundo Ubiratan Leal na Téchne (2004) as sapatas associadas são um tipo de fundações diretas que podem ser utilizadas quando as cargas estruturais forem maiores.

De acordo com engenheiro responsável a obra exigirá um investimento de 10 milhões e necessitou trazer profissionais de cidades distantes já que a mão de obra local não era capacitada para a execução dos processos necessários. A obra já está sendo executada a 3 anos e tem data prevista para término em 6 anos.

#### **16.5 CONCLUSÕES**

A fundação do residencial Fontes Rego como foi descrito neste trabalho foi realizada através de sapatas isoladas armadas, está fundação não seria a mais adequada para suportar o elevado valor de cargas provenientes da edificação, para alguns autores as sapatas associadas poderiam vir a suportar está intensidade de cargas mais como o tipo de sapata não foi a associada este critério não vem ao caso.

No que diz respeito as fundações do tipo bloco, alicerces, vigas baldrame e radieis estas não seriam adequadas para serem realizadas no lugar das sapatas isoladas, pois elas também são classificadas com fundações superficiais e conseqüentemente estão propensas a não suportar as cargas que estariam atuando sobre eles e a edificação acabaria por sofrer recalques ou até um colapso durante a sua utilização.

O tipo de fundação mais adequada seria uma fundação do tipo profunda como as estacas. Porém, não seria qualquer tipo de estaca que se poderia utilizar, pois estacas que provocam deslocamentos no solo ou até mesmo vibrações poderiam vir a provocar problemas. Portanto, tem-se que o mais ideal seria utilizar estacas escavadas do tipo Strauss, raiz ou hélice contínua que não causariam tantas perturbações nas construções vizinhas quanto as estacas de deslocamento.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ALONSO, U. R. **Exercícios de fundações**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983.

AZEVEDO, S. L. **Desenvolvimento de um protótipo de sistema especialista para escolha do tipo de fundações**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BARROS, C. **Apostila de fundações: técnicas construtivas: edificações**. Pelotas, RS: IFRS, 2011.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 1988.

DÉCOUR, L. *et al.* **Fundações: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998.

GBC ENGENHARIA. **Importância da topografia para a obra**. [S.l.: s.n.], 2015.

SANTANA, O. S. de. **Fundações rasas para residências populares**. 2011. 59 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

TEIXEIRA, A. H. A Padronização da sondagem de simples reconhecimento. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICAS DO SOLO, 5., 1974, São Paulo, 1974. **Anais [...]**. São Paulo:

[s.n.], 1974.

LEAL, U. . **Fundações:** Fundações rasas. **Revista Técnica**, v.83, p. 38-43, fev. 2004.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações:** critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

FRANÇA, A. A. V. *et al.* Patologia das construções: uma especialidade da engenharia civil. **Revista Técnica**, v.19, n. 174, p. 72-77, set. 2011.

Bruna Rodrigues de Lima

Maéce Pessoa Oliveira

Tairine de Sousa Brilhante

José Henrique Maciel de Queiroz

## 17.1 INTRODUÇÃO

As estruturas de contenção podem ser entendidas como obras de engenharia que são aplicadas em situações onde a estabilidade natural de um maciço de solo ou rocha é alterada por solicitações que podem gerar deformações excessivas que podem ou conduzir ao colapso. A estrutura de contenção deverá, portanto, ser projetada para suportar o empuxo lateral do material a ser contido (LUIZ, 2014).

Na perspectiva dos fatores físicos deve-se analisar a altura da estrutura, espaço disponível para a execução, as sobrecargas, dentre outros. Já os aspectos geotécnicos a serem considerados envolvem o tipo de solo a conter, a presença de lençol freático e a capacidade de suporte do solo. Vale destacar que os fatores econômicos também podem interferir nessa escolha (SILVA, 2019).

Nesse contexto, uma alternativa para a garantia da estabilidade do solo seria a construção de estruturas de contenção com muros de gabiões, que segundo Daldegan (2016) são muros compostos por uma grande estrutura de pedra, que são colocadas em gaiolas de arame recozido e empilhadas conforme o projeto de contenção, além de serem bastante resistentes aos esforços por meio do seu peso, o que os tornam estruturas de grandes dimensões.

Nesta perspectiva, o presente artigo objetiva apresentar e descrever os principais parâmetros técnicos envolvidos no projeto e execução de estruturas de contenção com muro de gabião destacando as vantagens e desvantagens de sua utilização.

## 17.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 17.2.1 Características do muro de Gabião

A junção de fios de aço galvanizado constitui as gaiolas metálicas que são preenchidas pelas pedras que podem ser organizadas manual ou mecanicamente. As unidades das gaiolas são unidas de forma contínua por um arame o que torna a estrutura monolítica (PEREIRA, 2018).

A rede metálica de que é constituído o muro é dotada de uma alta resistência mecânica, o que implica que, em um caso de eventual ruptura de um dos arames, a característica de dupla torção dos elementos componentes desta rede seria responsável por absorver as deformações excessivas (PORTAL VIRTUHAB, 2019).

Ainda segundo o Portal Virtuhab (2019), os arames presentes nos Gabiões passam por um processo de galvanização dupla além de, em alguns casos, também serem submetidos ao revestimento com uma camada de PVC o que lhes confere eficiência contra a ação do intemperismo, bem como, da agressão dos solos e águas à que estejam expostos.

Conforme Finotti et al. (2013), dentre as principais características pode-se destacar o fato de as contenções em Gabiões poderem ser consideradas como estruturas monolíticas já que todos os blocos estão unidos formando um único bloco homogêneo, por meio de amarrações em todas as arestas das unidades. Além disto, estas estruturas também se apresentam como resistentes, flexíveis, de baixo impacto ambiental e econômicas.

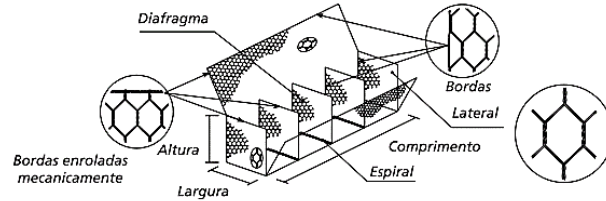
### 17.2.2 Tipos de muro de Gabião

Para obras de contenção, os gabhões podem ser: do Tipo Caixa, Tipo Saco e do Tipo Colchão Reno.

Na Figura 1 estão representados os elementos constituintes de um Gabião do tipo caixa. Pode-se observar que após o desdobramento e montagem do pano hexagonal, este toma a forma de um paralelepípedo que deverá ser transportado e instalado em seu local definitivo para, então, ser preenchido conforme as especificações de projeto (BARROS, 2008).



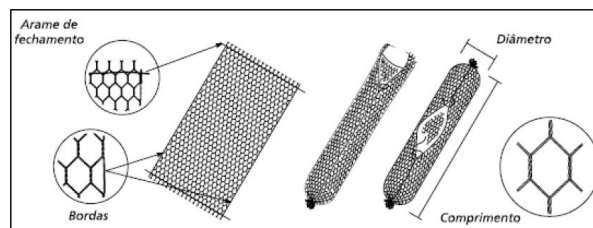
Figura 1. Elementos constituintes do Gabião Tipo Caixa



Fonte: Barros 2014 *apud* Nogueira (2016)

Junior (2016), define os Gabiões do tipo saco como sendo aqueles desenvolvidos de um único painel de arame hexagonal cujas extremidades são fechadas por arames de aço inseridos alternadamente entre as penúltimas malhas das bordas livres, conforme ilustra a Figura 2.

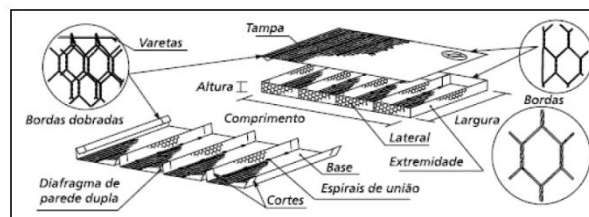
Figura 2. Elementos do Muro de Gabião do tipo saco



Fonte: Barros 2014 *apud* Nogueira (2016)

A Figura 3 ilustra os elementos de um gabião tipo colchão.

Figura 3. Elementos do Muro de Gabião Tipo Colchão.



Fonte: Barros 2014 *apud* Nogueira (2016)

Conforme Daldegan (2016), o muro tipo colchão possui um formato de paralelepípedo, no entretanto, sua pequena altura o remonta ao formato de um colchão.

### **17.3 METODOLOGIA**

Lakatos e Marconi (2003) definem a pesquisa bibliográfica como sendo a compilação sistemática do material contido em revistas, livros, publicações avulsas ou trabalhos mimeografados acerca de um determinado tema que se deseja estudar.

Partindo desta perspectiva, o presente trabalho consiste na revisão e análise de materiais publicados, com relevância para o tema, buscando disseminar os conhecimentos sob o olhar de alguns autores acerca dos principais aspectos técnicos envolvidos nos fases de projeto e execução de estruturas de contenção do tipo Muro de Gabião, bem como, as vantagens e desvantagens de sua utilização.

A elaboração do presente artigo científico teve como ferramenta base, materiais já publicados sobre o tema; tais como: livros, artigos científicos, publicações periódicas e materiais na internet disponíveis em diversas plataformas online, como Google Acadêmico, Portal da Capes, entre outros.

### **17.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **17.4.1 Parâmetros de projeto de um muro de Gabião**

Para Barros (2008) os muros de gabiões são estruturas de gravidade e, portanto, podem ser dimensionados como tal. Deste modo, ele afirma que as teorias clássicas de Coulomb e Rankine, bem como, o método do equilíbrio limite podem ser utilizados na determinação dos empuxos atuantes.

Nogueira (2016) destaca que as características auto drenantes dos muros de gabião, advindas do material de enchimento da gaiola de malha metálica, permite que o cálculo desse tipo de estrutura de contenção minore ou até mesmo desconsidere as pressões de água atuantes.

Ainda segundo Nogueira (2016), para o caso de situações que tornam o cálculo dos

muros mais complexo, geralmente faz-se uso da Teoria de Cullman (ou do equilíbrio limite).

Um dos principais parâmetros envolvidos no projeto de uma estrutura de contenção é a verificação da segurança desta contra os diversos tipos de ruptura. No caso de muros de gravidade do tipo de Gabião, as principais formas de ruptura que podem vir a ocorrer são: ruptura global, ruptura da fundação, deslizamento, tombamento e ruptura interna (BARROS, 2008).

#### **17.4.2 Parâmetros de execução de um muro de Gabião**

Abaixo, serão elencados os processos de execução dos três principais tipos de muros de gabião.

##### **17.4.2.1. Gabião tipo caixa**

Segundo Pereira (2018), as “gaiolas” dos muros tipo caixa são montadas no próprio local onde serão aplicadas. As telas devem estar estendidas e dobradas, conforme as instruções fornecidas pelo fabricante. Em seguida, serão colocados gabaritos na face frontal do muro, a fim de evitar a deformação da estrutura metálica.

Depois de realizada essa etapa, é feito o preenchimento com as pedras, que de acordo com Júnior (2018), devem ser colocadas apropriadamente para reduzir ao máximo a porosidade do gabião, conforme previsto no projeto (aproximadamente 40%), até alcançar aproximadamente 0,30 m de altura, no caso de gabiões de altura 1,00 m ou 0,25 m para os de altura 0,50m.

Ainda de acordo com o autor devem ser colocados arames adicionais, chamados de tirantes, que são dispostos horizontalmente, para conectar as faces opostas do gabião. Por fim, completa-se o preenchimento do elemento frontal até alcançar uma altura superior à do elemento, em aproximadamente uma polegada.

##### **17.4.2.2 Gabião tipo colchão**

Recomenda-se o uso de sarrafos que unirão a tampa à base dos mesmos, auxiliando

no confinamento do material de enchimento e minimizando a possibilidade de deformações durante a vida de serviço do revestimento (BARROS, 2008).

Feita a montagem das estruturas, elas são postas na face do talude que, se for muito inclinado, torna-se necessário o uso de estacas de madeira e grampos para garantir a estabilização do mesmo. Feito isto, costura-se os colchões de modo a uni-los. Após a realização dessa etapa, deve-se colocar as pedras, atentando para que não sobrem muitos vazios (CONSTRUÇÃO, 2019).

De acordo com Barros et al. (2008), completa-se o preenchimento de cada célula até exceder sua altura em aproximadamente três centímetros. Superar este limite pode gerar dificuldades na hora do fechamento dos colchões.

Após o preenchimento, as tampas dos colchões são estendidas sobre eles, amarradas em uma das bordas e então, esticadas e amarradas ao longo das outras bordas, unindo também os colchões ao lado (PEREIRA, 2018).

#### 17.4.2.3 Gabião tipo saco

O gabião deverá ser desdobrado sobre uma superfície rígida e plana, e, com os pés, serão tiradas todas as irregularidades do painel. Feito isso, forma-se um cilindro enrolando o pano no sentido longitudinal, até formar um cilindro aberto nas extremidades (BARROS, 2008).

Para o fechamento das extremidades desse tipo de muro de gabião, cada unidade é fornecida com arames de aço inseridos alternadamente entre as penúltimas malhas das bordas livres. Tais arames reforçam cada elemento e conferem mais rapidez durante instalação (NARESI JÚNIOR, 2019).

A estrutura é preenchida com pedras ao lado da obra, e então, com o auxílio de guas (ou equipamentos similares) coloca-se no local indicado em projeto (CONSTRUÇÃO, 2019).

#### 17.4.3 Vantagens e desvantagens do muro de Gabião

Existem muitas vantagens que podem ser obtidas por meio da utilização de estruturas de contenção do tipo muro de Gabião. Como já descrito anteriormente, estas

vantagens estão diretamente relacionadas com suas características como a flexibilidade e a resistência.

Com respeito à propriedade de flexibilidade que este tipo de estrutura de contenção possui, quando exposta à uma grande carga, a estrutura apresenta uma grande deformação sob a ação dessa carga sem atingir a ruptura.

No que diz respeito a sua permeabilidade, destaca-se que esta característica facilita a drenagem do muro sem que tenha necessidade de implementar outro método para tal, tornando o muro uma estrutura autodrenante (PEREIRA, 2018).

Outra perspectiva vantajosa é a de que esse tipo de construção não interfere muito na paisagem, devido a sua aparência rústica como explica Daldegan (2016) essa construção pode se integrar a diversos tipos de ambiente e ainda permitir o crescimento de plantas em suas faces.

Pode-se destacar ainda que esse tipo de construção não necessita de muitos materiais comparado aos muros de concreto armado, por exemplo, logo, seu impacto ambiental nas jazidas é menor, sendo necessário apenas a extração de pedras além do fato de que não necessita de mão de obra especializada.

No âmbito das desvantagens tem-se que as bases dos muros de Gabião são geralmente muito largas o que limita sua utilização a locais sem restrição de espaço. Para Daldegan (2016) destaca ainda que sua execução é um serviço extremamente artesanal, o que implica em um prazo de construção que poderá ser maior em comparação com outras técnicas que sejam executadas mecanicamente.

## 17.5 CONCLUSÕES

Através do estudo realizado foi possível apresentar e analisar os principais parâmetros técnicos envolvidos no projeto e execução de estruturas de contenção com muro de gabião, a fim de que sendo estes observados nestas fases da obra, sejam garantidos para a estrutura maior vida útil e para os usuários economia, segurança e conforto.

Conclui-se que os Muros de Gabião apresentam-se como uma boa alternativa para contenção, visto que a estrutura absorve grandes deformações antes de atingir à ruína. Além disso, seus vazios permitem a percolação da água o que o constitui como uma estrutura

auto-drenante.

Portanto, apesar de apresentar desvantagens como suas grandes dimensões de base e mão de obra praticamente artesanal, a contenção por Muros de Gabião continua sendo amplamente utilizada, visto que, suas vantagens se sobrepõem às suas limitações.

## REFERÊNCIAS

BARROS, P. L. de A. *et al.* **Obras de contenção**: manual técnico. [S.l.: s.n.], 2008. Disponível em: [www.aecweb.com.br](http://www.aecweb.com.br). Acesso em: 20 jun. 2019.

DALDEGAN, E. **Muro de gabião**: principais características e como utilizar. [S.l.]: Engenharia Concreta, 2016. Disponível em: <https://urless.in/vxSii>. Acesso em: 19 jun. 2019.

FINOTTI G.; M. RIBEIRO; R. TAVARES. **Estruturas de contenção em gabiões para estabilidade de encostas em processos erosivos**. Goiânia: UFG, 2013. Disponível em: <https://urless.in/8JShn>. Acesso em: 26 de Jun. 2019.

LUIZ, B. J. **Projeto geotécnico de uma estrutura de contenção em concreto**. 2014. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011764.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2019.

NARESI JÚNIOR, L. A. **Execução de Estruturas em Gabião**: passo a passo da montagem de gabião. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <https://sites.google.com/site/naresi1968/naresi/39-execucao-de-estruturas-em-gabiao>. Acesso em: 02 jul. 2019.

NOGUEIRA, L. C. **Estabilização de taludes utilizando muros de gabião**. Santa Maria, RS: UFSM, 2016.

PEREIRA, C. **O que é gabião, principais tipos, vantagens e desvantagens**. [S.l.]: Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/>. Acesso em: 1 jul. 2019.

PORTAL VIRTUHUB. **Gabião**. Florianópolis: UFSC, 2019. Disponível em: <https://urless.in/8OGtA>. Acesso em: 01 jul. 2019.

SANTOS JÚNIOR, P. J. **Gabiões e estruturas de arrimo**: análise teórico-numérico-experimental do comportamento mecânico. 2018. 213 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, 2018.

SILVA, J. D. J. **Estabilização de taludes e estruturas de contenção**. Pau dos Ferros: UFERSA, 2019. Slides.

# 18 A UTILIZAÇÃO DO ORÇAMENTO EXECUTIVO COMO FERRAMENTA FUNDAMENTAL NO PROCESSO DE GESTÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Messias Fernandes Neto

Lucas Henrique Pereira Santos

## 18.1 INTRODUÇÃO

Em tempos de crise ou não, controlar e reduzir gastos utilizando-se de artifícios para auxiliar no gerenciamento de recursos é fundamental, seja na vida pessoal como na profissional, ou ainda no planejamento e controle na construção civil (SANTOS; GARCIA, 2012).

Quando se trata de estimativa, previsão, controle e gestão de recursos a orçamentação, dentre seus vários métodos de aplicação, possibilita ao profissional uma maior compreensão do seu empreendimento como um todo, desde os projetos iniciais a despesas eventuais e o lucro final (SANTOS, 2015).

Na face preliminar de uma obra são elaborados os projetos e orçamentos, com base em um banco de dados, como as tabelas da SINAPI, e a experiência do projetista com a possibilidade de mudanças ao longo da execução do projeto e tomada de custos extras (GIDO; CLEMENTS, 2013).

Dentro deste contexto encontra-se o profissional da construção civil que tem total conhecimento da relevância de um bom orçamento para o andamento de uma obra, identificando os insumos e meios que possam ser otimizados no intuito de potencializar o andamento do empreendimento (RAIMUNDO, 2016).

Portanto, pode-se entender orçamento como um produto que informa as partes envolvidas em uma negociação o valor para a realização de uma obra qualquer, condições e prazos de construção (XAVIER, 2008). Ou ainda, segundo Taves (2014), orçamento também pode ser entendido como as atividades necessárias para execução de uma obra, onde estas devem ser previstas e planejadas, mas que podem variar com o tempo.

Outra perspectiva é a de Mutti (2013), que define orçamento como sendo a

quantidade de insumos (dentre materiais, mão de obra, equipamentos) fundamentais para a realização de uma obra, seus custos e duração prevista, alinhando seu pensamento ao de Souza (2012), que emprega a utilização de uma planilha, denominada de planilha orçamentaria, que listando todas as atividades, quantidades, valores unitários, totais e globais, variando com o tipo de serviço e detalhamento.

Na elaboração de um bom orçamento vários são os fatores que devem ser levados em consideração, pois influenciam diretamente no mesmo, como: mão de obra, materiais e equipamentos como os custos diretos e equipamentos, serviços, canteiro de obras e taxas como custos indiretos (XAVIER, 2008).

Com a utilização de técnicas orçamentárias tem que ter-se clara a identificação de produtos e serviços, uma descrição correta, quantitativos, análise e valoração de itens, perícia técnica e, acima de tudo, conhecimento da parte prática (XAVIER, 2008). Ainda segundo o autor, em uma parcela das empresas que atuam no mercado da construção civil, possuem setores específicos, tendo em vista a importância dada a elaboração de bons orçamentos e assertivos orçamentos, dando credibilidade e confiança a empresa.

Durante a execução de uma obra existem algumas fases ou etapas de execução que tem que ser levadas em consideração, conseqüentemente, influenciando na elaboração do orçamento e, segundo Yazigi (2009), as etapas são: projeto, infraestrutura, fundação, estrutura, vedação, cobertura e acabamento.

Na concepção de uma obra, de maneira geral, é necessário compreender a metodologia que irá ser empregada na elaboração e execução de um orçamento e que o mesmo venha a satisfazer as exigências normativas (AVILA, LIBRELOTTO; LOPES, 2003).

Dentre as formas que foram apresentadas para elaboração de um orçamento, uma ferramenta bastante importante ainda não foi mencionada, o memorial descritivo. Segundo Xavier (2008), o memorial descritivo é uma ferramenta descritiva/detalhada de todos os materiais, mão de obra e equipamento que são utilizados na obra.

Tisaka (2011), constrói a ideia de que o memorial descritivo deve conter o detalhamento minucioso do orçamento por extenso, apresentando a concepção do projeto, técnicas empregadas e justificativas.

Xavier (2008) ainda discorre sobre outros itens e atribuições que devem constar no memorial descritivo, como caderno de emprego, que deve especificar a utilização de



material na obra, manutenção, locais de utilização e técnica utilizada. A Figura 1 ilustra um memorial descritivo aos moldes de Xavier (2008).

Figura 1 – Exemplo de memorial descritivo.

Item nº	Órgão/fase	Obra	Descrição	Posicionamento
1.1	Vedos	Paredes	Alvenaria de tijolos maciços com argamassa de cimento 1:3, espessura de 1 tijolo	Garagem, paredes laterais e edícula.
2.1	Pavimentos	Pisos	Cerâmica esmaltada (33 x 33) cm da Incepa ref: 5670 - bege claro assentada com argamassa <i>Quartzolit</i>	Copa e cozinha, banho social e lavabo.

Fonte: Modificado de Xavier (2008)

Semelhante em muitos aspectos ao detalhado, o orçamento executivo trata não só da obtenção de insumos e mão de obra, mas de como elas vão ser empregadas na obra, suprimindo os percalços que surgem ao decorrer da execução do projeto, moldando custos a realidade que se apresenta (GALVÃO, 1990 apud DOMINGUES, 2003).

De muitas maneiras, pode-se entender o orçamento como uma ferramenta de gestão, tendo a informação como ponto central, focado na prevenção e contingenciamento de erros na execução de obras de engenharia civil (XAVIER, 2008).

Dada importância, estudar o orçamento como ferramenta no gerenciamento de obras é indispensável. E, de uma perspectiva empresarial com foco na construção civil, é de igual importância o planejamento e gestão pois, como deixa claro Xavier (2008), a visão empresarial é voltada para a minimização de custos e maximização de lucros, cabendo ao engenheiro dar a devida importância ao estudo financeiro bem elaborado.

Tendo em visto o contexto apresentado, este artigo busca colocar o orçamento executivo como ferramenta viável para gestão e planejamento de obras na construção civil.

## 18.2 METODOLOGIA

Tendo como base uma metodologia fundamentada em revisão bibliográfica pela

escolha aleatória de outras pesquisas, artigos e publicações relevantes e com ligação com o tema, este trabalho busca evidenciar a importância do orçamento como peça de gestão na construção civil.

Tendo isso em vista, o método de abordagem do trabalho é dedutivo, já que se todas as pressuposições forem verdadeiras, a CONCLUSÃO é, invariavelmente, verdadeira e que, mesmo implícitas, as conclusões já estavam contidas nas pressuposições (LAKATOS; MARCONI, 2003).

### 18.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Xavier (2008), o orçamento detalhado, muitas vezes chamado de discriminatório ou executivo, é a ferramenta mais eficaz para a avaliação dos custos de uma obra. Seguindo o mesmo pensamento, González (2008) coloca o orçamento executivo como uma relação de todos os serviços a serem executados no decorrer da obra, de maneira rigorosa mantendo um controle sobre as quantidades e custos unitários de materiais, assim como de equipamentos e mão de obra.

Dessa forma propiciando ao gestor se antecipar a imprevistos, verificação se recursos financeiros, materiais e de mão de obra serão suficientes para o término da obra. Também oferece ao gestor poder de barganha na obtenção de financiamentos e/ou recursos.

No que diz respeito aos valores reais totais de uma obra, ou um negócio em geral, o orçamento executivo traz uma maior fidedignidade entre os valores orçados e os que realmente serão gastos.

Lacerda (2019), em seu trabalho de CONCLUSÕES de curso, corrobora com a ideia de que o orçamento executivo/detalhado apresenta uma semelhança maior com os valores reais. Em sua pesquisa, ao comparar o orçamento detalhado de uma edificação de uso misto (R\$ 493.966,78), com o orçamento preliminar calculado com base no CUB, Custo Unitário Básico da Construção Civil, para a mesma edificação, no valor de R\$ 357.968,64, é fácil perceber a discrepância nos valores, por volta de 28%, justificando a elaboração e importância do orçamento executivo.

Mesmo com as dificuldades na hora de obter as informações necessárias para elaborar o orçamento, podendo causar uma queda no nível de confiança do mesmo, discriminar o

orçamento ponto por ponto é a melhor forma de garantir a precisão nos valores finais (GONZÁLEZ, 2008). Como o orçamento procura oferecer uma ideia próxima dos valores reais que serão gastos, quanto mais depurado e fundamentado for o processo de orçamentação, menores serão as discrepâncias entre os valores calculados e os encontrados na prática (MATTOS, 2006).

Um fato comum que acontece em obras residenciais de pequeno porte que o orçamento inibe é quando a pessoa que pensa em construir consulte amigos e/ou pedreiros conhecidos para ter uma noção do “preço do metro quadrado de uma construção” e com base nisso fazer seus cálculos, que na maioria das vezes acabam mostrando estarem equivocados e insuficientes, causando uma paralisação no andamento da construção (LACERDA, 2019).

#### **18.4 CONCLUSÕES**

Cada obra possui suas particularidades e características e por isso é preciso que a apuração dos dados seja feita da maneira mais detalhada e criteriosa possível para que o orçamento reflita essa preocupação nos detalhes em seus resultados, da mesma forma que apresenta em seus estudos (LACERDA, 2019).

A principal desvantagem encontrada na adoção do orçamento executivo para uma obra é o seu tempo de elaboração, demandando um profissional qualificado de grande conhecimento do processo produtivo e de gestão de obras (CABRAL, 1988 apud BAZANELLI, 2003). No entanto, tal tempo na elaboração é refletido na maior transparência dos dados e poder na tomada de decisões, já que existe um maior conhecimento de custos e cronograma.

Assim como Silva (2016) pode-se concluir com o estudo do tema que o orçamento se configura para uma obra como a principal ferramenta de gestão e gerenciamento, financeiro e estratégico, colaborando para o cumprimento de todas as metas e prazos estabelecidos.

#### **REFERÊNCIAS**

AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de obras: construção civil**. Florianópolis: UFSC, 2003.

BAZANELLI A. C. D. R. **Uma nova abordagem do orçamento na construção civil frente à filosofia gerencial do pensamento enxuto**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 2003.

CAMPOS, I. M. **Obra parada, resultado da falta de planejamento e de administração**. [S.l.:s.n.], [2015?]. Disponível em: <https://urlless.in/tjYE6>. Acesso em: 15 jul. 2019.

DOMINGUES M. A. **Orçamentação de empreendimentos de arquitetura e engenharia civil: uma solução metodológica para atender a Lei de Responsabilidade Fiscal e a Lei de Licitações**. São Paulo: UNIP, 2003.

GALVÃO M. A. S.; HEINECK L. F.; KLIEMANN N. F. J. **Orçamentos operacionais e sua aplicação na gerência de construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10., 1990, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: [s.n.], 1990.

GIDO, J.; CLEMENTS, J. P. **Gestão de projetos**. 5. ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2007.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: UNISINOS, 2008.

LACERDA, A. D. de. **Orçamento detalhado de uma edificação de uso misto no município de Tenente Ananias/RN – um estudo de caso**. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTOS A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas**. São Paulo: Pini, 2006.

MUTTI, C. do N. **Administração da construção**. Florianópolis: [s.n.], 2008.

SANTOS, A. P. L.; GARCIA, L. E. M.; Orçamento executivo como ferramenta do processo de planejamento e controle de custos de obras públicas. **Revista Gestão & Políticas Pública**, v. 2, n. 1, p. 40-67, 2012.

SANTOS, N. M. Orçamentação na construção civil. **Revista Especialize On-line IPOG**, v. 1, n. 10, dez. 2015.

SILVA, R. M. N. *et al.* Orçamento: uma ferramenta de gestão na construção civil. In: SINGEP, 5., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: SINGEP, 2016.

SOUZA, A. L. A. de. **Orçamentos**. Rio de Janeiro: FACREDENTOR, 2012.

TAVES, G. G. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. 2. ed. São Paulo: Pini, 2011.

XAVIER, I. **Orçamento, planejamento e custos de obra**. São Paulo: USP, 2008.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.

# 19 POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV): O FUTURO NO MERCADO DE POSTES

Pedro Alves de Sousa Neto

Hingrid Soares de Araujo

Lorena Lívina Lima Oliveira Soares

Rafaely Angelica Fonseca Bandeira

## 19.1 INTRODUÇÃO

Na fabricação de postes é utilizada uma tecnologia bem simples, se comparada a construção de outros materiais. Desde o princípio a humanidade usou o poste como forma de proteção de suas posses, porém ao longo dos anos eles tem passado a ter sua significância na arquitetura, no sistema de sinalização e como também no crescimento de novas tecnologias (FERREIRA, 2009).

De acordo com Aumek (2019), para a produção de postes são utilizadas matérias-primas naturais, o mais comumente conhecido e usado, é o produzido com concreto, mas o poste em fibra de vidro recentemente vem ganhando o seu espaço, principalmente nas regiões norte e nordeste pelo fato de ainda ser realizado pelo processo manual, como também pela corrosão precoce.

O poste de PRFV – Poste de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro, é formado de poliéster reforçado com fibra de vidro a ser colocado no sistema elétrico, possuindo aspectos como leveza, anti-propagação de chamas, proteção contra raios UV, resistência mecânica, entre outras características (NERI, 2016).

Esse conceito do poste em fibra de vidro é uma inspiração das estruturas aeronáuticas, por se tratar de um poste bastante leve e simultaneamente rígido, é uma boa alternativa para substituir os de iluminação convencionais de concreto, aço ou madeira, nas redes de transmissão de energia elétrica (SEBRAE, 2019).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo reunir informações sobre postes confeccionados com fibras de vidro, compreendendo sua composição, seu processo construtivo, seu custo benefício, como bem um comparativo com os postes convencionais

que são os mais usuais.

## 19.2 METODOLOGIA

O objetivo da presente pesquisa apresenta é caracterizada como sendo exploratória, que, de acordo com Santos (2015), a pesquisa científica exploratória faz a primeira aproximação de um tema e ciar relação com um fato, fenômeno ou processo através de levantamento bibliográfico, entrevistas com profissionais que estudam e/ou atuam na área, entre outras fontes.

A pesquisa terá como uma das fontes as bibliografias que, de acordo com Gil (2008), são consideradas fontes bibliográficas os livros de leitura corrente, além de obras de referência, websites, anais de congresso, teses, dissertações, entre outros tipos de arquivos.

Nesse sentido, o levantamento bibliográfico prévio obtém informações relevantes relacionados ao problema em questão, além disso, fazer tal levantamento bibliográfico promove ao pesquisador o conhecimento dos trabalhos já realizados na área.

Além das fontes bibliográficas, a pesquisa terá como levantamento de dados as documentações diretas, que, segundo Marconi e Lakatos (2012), os dados são coletados no próprio local onde o fenômeno ocorre.

Assim, o presente estudo é caracterizado por se tratar de uma pesquisa de campo, uma vez que este tipo de pesquisa se utiliza de técnicas observacionais direta intensiva, ou seja, através da observação do fenômeno (MARCONI; LAKATOS, 2012).

Portanto para o primeiro momento da pesquisa será realizado a observação da fabricação dos postes feitos com o material de fibra de vidro na fábrica Mossoró Pré-moldados, localizada na cidade de Mossoró-RN.

Para a coleta de documentos necessários para a pesquisa, serão efetuados registros fotográficos no próprio local de fabricação dos postes com fibras de vidro.

Em seguida, será realizada uma entrevista informal com o técnico responsável da fabricação deste material a fim de obter informações relacionadas à fabricação desses materiais, além do custo benefício para a escolha deste tipo de fabricação.

Por fim, será realizada a comparação entre os dois tipos de fabricação de postes, ou seja, entre os postes fabricados com fibras de vidro e os postes convencionais fabricados

com concreto, a fim de avaliar o tempo de fabricação, durabilidade e resistência mecânica entre os dois tipos de poste, além do custo benefício.

### **19.3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **19.3.1 Fibra de vidro**

A fibra de vidro iniciou o seu desenvolvimento no ano de 1939, no desenrolar da segunda 2ª Guerra Mundial, fornecendo rigidez e leveza aos equipamentos da guerra. Essas fibras são resultadas de uma combinação de óxidos de Si, Al, B, Ca e Mg e são habitualmente empregadas como reforços para termoplásticos por causa ao seu baixo custo (OTA, 2004).

Esse material tem em sua composição vários filamentos de vidro bem finos, que se integram por intermédio de aplicações de resinas, silicones, fenóis e outros compostos. Em sua composição também tem outra substância catalisadora que contém óxidos de potássio, ferro, cálcio e alumínio (SOARES et al., 2007).

As fibras de vidro são utilizadas para reforçar matrizes poliméricas, resultando em compósitos estruturais e elementos moldados. Essa combinação apresenta propriedades vantajosas como: um bom desempenho entre a relação resistência e peso, ótima estabilidade, elevada resistência ao calor, a umidade e a corrosão, além do seu processo de fabricação ser relativamente simples e o custo favorável (BARCELLOS; SOUZA; SELKE, 2009).

#### **19.3.2 Processo de fabricação do poste em fibra de vidro**

A confecção dos postes em fibra de vidro é feita dependendo do papel em que será desempenhado, a estrutura interna é desenvolvida para adquirir qualquer tipo de fiação, podendo ser usado postes para distribuição, transmissão, iluminação e telecomunicação, além de outros projetos como radares ou câmeras de vigilância (LIMA, 2019).

Devem ser seguidas as normas técnicas vigentes para a fabricação dos postes. Os postes devem ser fabricados em quantidade considerável, de forma padronizada e em série, pelo processo de enrolamento por filamento contínuo (RIOLUZ, 2018).

As fibras têm a necessidade de estarem bem alinhadas e a resina inteiramente cheia



em todas as camadas de fibra do produto, é importante salientar que nessa resina deve possuir proteção contra radiação UV (RIOLUZ, 2018).

A sua instalação no piso é realizada de acordo com as referências do fabricante, geralmente entre dois a quatro operários. O processo vai variar conforme a altura e do tipo de instalação elétrica, é um processo parecido para os sistemas de distribuição e transmissão quanto para as estruturas de iluminação e telecomunicações (LIMA, 2019).

### **19.3.3 Custo benefício**

O preço do poste de fibra de vidro, até o atual momento, é bem elevado se comparado ao poste de concreto, um fato que pode ser mudado se a produção ganhar grandes proporções. Em contrapartida, o poste de fibra de vidro indica uma série de vantagens que viabiliza um melhor custo/benefício para os consumidores (SANTANNA, 2019).

O poste de fibra de vidro, chega a pesar em média 9 vezes menos do que o fabricado com concreto, justamente por serem mais leves, são bem mais simples de serem transportados e instalados (SANTANNA, 2019).

Por não possuírem elementos metálicos, não sofrem a ação da corrosão, apresenta proteção contra raios UV e antichamas. Segundo os fabricantes, sua vida útil pode chegar em média a 80 anos, mostrando a sua enorme economia no quesito manutenção, visto que quando necessário, podem ser restaurados no campo (SANTANNA, 2019).

## **19.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Segundo Ferreira (2009), a fibra de vidro é um material composto da aglomeração de finíssimos filamentos de vidro altamente flexíveis possuindo, aproximadamente, 90% de sua composição em sílica. Ao ser adicionado resina poliéster (ou outro tipo de resina), este material transforma-se em um composto chamado de PRFV, ou seja, Plástico Reforçado com Fibra de Vidro.

O PRFV apresenta elevada resistência à tração, flexão e impacto, possuindo grande aplicabilidade estrutural. Além disso, é leve, não conduz corrente elétrica, podendo também

atuar como isolante (MARTIN, 1995). Uma de suas principais vantagens é que este material não enferruja e possui excepcional resistência a ambientes agressivos aos materiais convencionais, como os postes em concreto armado.

Os postes em PRFV são atualmente fabricados pelo processo de *filament winding*, com diâmetros de até 750mm, com comprimentos de 3 a 44 metros, inteiros ou seccionados, podendo possuir topo circular ou quadrado. Para Ferreira (2009), as propriedades mecânicas do material são fortemente dependentes da orientação das fibras em relação à direção dos esforços aplicados. A determinação do ângulo de enrolamento no caso da produção de postes, especialmente aqueles destinados ao transporte de energia, é extremamente importante que a flecha do poste, devido as forças das linhas, seja a mínima possível e respeite a flecha máxima admissível, de modo a não colocar em risco o afastamento exigido entre as linhas a meio do vão, consistindo na situação mais desfavorável. Na Figura 1, é apresentado o processo de fabricação deste tipo de poste em uma fábrica no interior do estado do Rio Grande do Norte.

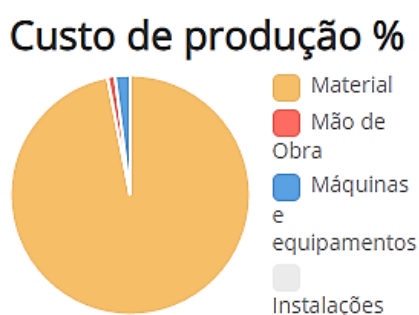
Figura 1 – Sistema de Enrolamento Filamentar (*Filament Winding*).



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

O preço do poste de concreto e fibra de vidro varia de acordo com a região/país. Muito se deve a diferença de matéria-prima *versus* capacidade produtiva, que para postes de fibra pode ser de até 8000 postes/mês, enquanto de concreto em torno de 400 postes/mês (PETROFISA, 2019). Na Figura 2, é mostrado o custo de produção de postes com 11 metros, em PRFV, em uma produção de dois turnos.

Figura 2 – Custos de produção para postes em PRFV.



Fonte: AUMEK (2017).

Pela Figura 2, é possível observar que a matéria prima é a etapa mais onerosa para confecção desses materiais, sendo 28,5% do gasto para a compra de resina, 68,5% para fibra de vidro e 3% para aditivos (anti-chama) e insumos de limpeza. Apesar do preço elevado, os postes em PRFV apresentam maior tempos de vida útil quando comparado com postes de outros materiais, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Relação custo x tempo de vida de diferentes materiais

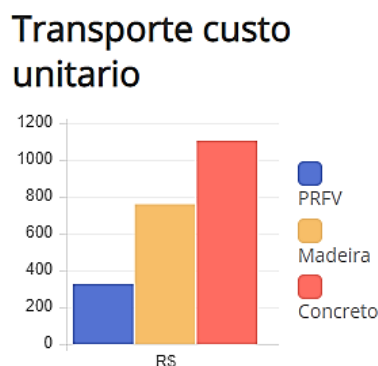
Características	Fibra de Vidro	Madeira	Concreto
Tempo de vida (em anos)	50 a 80	10 a 20	20 a 25
Preço (R\$)	1650,00	710,00	867,00

Fonte: AUMEK (2017)

Para o transporte, devido ao seu baixo peso (cerca de 8 a 10 vezes inferior ao concreto), pode-se carregar mais postes por carga. Para postes normais, com comprimento

de 11 metros, é possível carregar até 70 postes e a carga sempre será limitada através do volume, nunca pelo peso. A Figura 3 mostra um comparativo de custo unitário para transportes de diferentes tipos de postes.

Figura 3 – Estimativa de custo unitário para transporte.



Fonte: AUMEK (2017).

## 19.5 CONCLUSÕES

A partir do levantamento de dados realizado e das comparações entre os postes de PRFV com os de concreto, chegou-se à CONCLUSÕES de que, apesar do preço mais elevado, os postes de fibra de vidro surgem como forte concorrente para o mercado de postes de distribuição e transmissão de energia.

O processo de corrosão das peças de concreto pode levar a perda da resistência e, eventualmente, ao colapso da estrutura, ocasionando problemas preocupantes no quesito segurança, tendo em vista que são instalações em vias públicas.

Por essa e outras questões, o PRFV vem ganhando espaço potencial no mercado, principalmente, devido suas inúmeras vantagens. Além de possuírem elevada resistência, chegam a pesar de 8 a 10 vezes menos que os postes de concreto padrão, sendo mais fáceis e rápidos de instalar; não sofrem corrosão; apresentam proteção contra raios UV e ação antichamas; possuem vida útil elevada, ocasionando redução de gastos com troca e manutenção e o custo do material tende a se tornar mais atrativo com a produção em escala.

Diante desta perspectiva, o Rio Grande do Norte surge como um dos pioneiros na produção potencial deste material, visando introduzir e intensificar a produção dos postes

em fibra de vidro no estado.

## REFERÊNCIAS

AUMEK. **Poste fibra de vidro PRFV**. São Paulo: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://aumek.com.br/poste-fibra-de-vidro>. Acesso em: 3 jul. 2019.

BARCELLOS, I. O.; SOUZA, A. C.; SELKE, A. E. **Incorporação de lodo industrial em compósitos de resina poliéster**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2009.

FERREIRA, J. C. L. da R. **Postes estruturais em sistemas compósitos: comparação de tecnologias**. 2009. Tese (Mestrado em Inovação) – Universidade do Porto, Porto, 2009.

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

LIMA, G. **Postes de poliéster reforçados com fibra de vidro garantem segurança**. [S.l.]: AECweb, [201-?]. Disponível em: <https://urlless.in/1ybnB>. Acesso em: 01 jul. 2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTIN, R. H. **Composite materials: fatigue and fracture**. [S.l.]: ASTM International, 1995.

NERI, M. A. T. **Postes de fibra de vidro**. São Paulo: Neoenergia, 2016.

OTA, W. N. **Análise de compósitos de polipropileno e fibras de vidro utilizados pela indústria automotiva nacional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná, 2004.

PETROFISA. **Postes**. Curitiba: [S.l.]: 2019. Disponível em: <http://petrofisa.com.br/postes>. Acesso em: 3 jul. 2019.

RIOLUZ – COMPANHIA MUNICIPAL DE ENERGIA E ILUMINAÇÃO. **Postes de compósito resina de poliéster reforçado com fibra**. Rio de Janeiro: RIOLUZ, 2018.

SANTANNA, J. P. **PRFV tira concreto dos postes: plástico reforçado**. Disponível em: <https://urlless.in/h2rHj>. Acesso em: 01 jul. 2019

SANTOS, A. R. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. 8. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2015. 158 p.

SEBRAE. **Poste para instalações elétricas mais leve e resistente utiliza fibra de vidro e resina**. Belo Horizonte: UFMG, 2010. Disponível em: <https://www.ufmg.br/online/arquivos/014875.shtml>. Acesso em: 01 jul. 2019.

SOARES, R. R. *et al.* Influência do tipo de fibra nas propriedades de compósitos processados por moldagem por transferência de resina. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 9., 2007, Caxias do Sul, RS. **Anais** [...]. Caxias do Sul, RS: Universidade de Caxias do Sul, 2007.

# 20 PEÇAS PRÉ-FABRICADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO E SUAS APLICAÇÕES

Bianca Bezerra Duarte Gomes

Levi Damasceno Bessa

Samilly Brito Nobre

Rafaely Angélica Fonseca Bandeira

## 20.1 INTRODUÇÃO

A construção civil está sempre em evolução, modernizando seus métodos, tecnologias e arquiteturas, dessa forma, atualmente vem se destacando o uso de concreto pré-fabricado, que aumenta as possibilidades construtivas.

Os pré-fabricados são produzidos com rapidez e qualidade, são feitos fora do canteiro de obras e por serem peças industriais, possuem um controle de qualidade rigoroso, durante todo o processo as peças são submetidas a vários ensaios para testar a qualidade do elemento estrutural. Além disso, os pré-fabricados usam os materiais de forma altamente otimizada e potencializada. Isso se deve ao uso de equipamentos modernos e de procedimentos cuidadosamente elaborados, dessa forma, o resultado é melhor que o concreto moldado no canteiro de obra. Porém as peças pré-fabricadas possuem algumas desvantagens, como o custo, que é relativamente elevado, a necessidade de mão de obra especializada e a limitação do transporte (ACKER, 2002).

Os tipos mais comuns de sistemas estruturais de concreto pré-moldado são: Estruturas em esqueleto, que são vigas, pilares e lajes; Estruturas aporticadas, são pilares e vigas de fechamento; Estruturas de painéis estruturais, são usadas como fechamentos internos e externos; Estruturas para pisos, sistemas para fachadas e sistemas celulares, que são aqueles utilizados para blocos de banheiros, cozinha e garagens (SIRTOLE, 2015).

Os projetistas devem considerar as possibilidades, as restrições e as vantagens de utilizar concreto pré-fabricado, as empresas disponibilizam todas as informações sobre o processo de confecção das peças. Desse modo, de acordo com Acker (2002), as vantagens dos pré-fabricados são obtidos na concepção das peças, de forma que é necessário, o

respeito específico do projeto, a utilização de soluções padronizadas sempre que possível, o detalhamento deve ser simples e considera-se as tolerâncias dimensionais.

O objetivo geral do presente artigo, é apresentar a aplicação de peças de concreto pré-fabricado na construção civil e como objetivo específico mostrar as vantagens da utilização dessas peças de acordo com a aplicação das mesmas.

## **20.2 METODOLOGIA**

### **20.2.1 Classificação da pesquisa**

Para compreender e alcançar maior aprofundamento na pesquisa, foi realizado um estudo de caso, a qual é caracterizada por ser uma pesquisa profunda de um ou de poucos objetos, adquirindo conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2008), investigando um fenômeno atual dentro de sua realidade (YIN, 2005).

Quanto ao alcance dos objetivos, apresenta caráter descritivo, que tem como objetivo descrever características de determinada população ou o estabelecimento de relação entre variáveis (GIL, 2008).

Para realização do estudo, adotou-se a pesquisa bibliográfica como instrumento que, de acordo com Gil (2008), a grande vantagem da pesquisa bibliográfica é que o mesmo oferece ao pesquisador uma gama de fenômenos muito mais ampla em relação a aquela que poderia pesquisar diretamente.

### **20.2.2 Procedimentos**

Os procedimentos e etapas tomados para execução do estudo foram: i) Definição do tema; ii) Pesquisa do tema; iii) Visita a uma empresa especializada na área aferida; iv) Coleta de dados; v) Apresentação e discussão dos dados.

i) Definição do tema: O tema foi proposto pelo docente da disciplina de tecnologia das edificações, com o intuito de estimular os discentes a realizar pesquisas sobre o assunto da disciplina.



ii) Pesquisa do tema: Após selecionado o tema, os pesquisadores puderam realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o tema e aprofundar seus conhecimentos, para dar continuidade ao processo de pesquisa.

iii) Visita a uma empresa especializada na área aferida: Os pesquisadores realizaram uma visita a uma fábrica “X” de pré-moldados na cidade de Mossoró – RN. A empresa é referência em qualidade no Nordeste, atendendo demanda em 5 estados da região e, tendo como diferencial, a fabricação de peças pré-moldadas de fibra de vidro, a qual se trata de uma nova tecnologia na área.

iv) Coleta de dados: Com isso, foi possível analisar quais as principais peças fabricadas pela empresa e seus respectivos usos na construção civil.

v) Apresentação e discussão dos dados: A partir disso, os pesquisadores conseguiram redigir sua pesquisa, após analisar o caso observado e comparar com a literatura.

## 20.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indústria de pré-moldados e pré-fabricados está crescendo, com isso também a sua gama de produtos, como, pilares, lajes, vigas, estacas, painéis, telhas, escadas, entre outros, percebe-se que quase tudo pode ser pré-fabricados na construção civil. Estes produtos podem ser aplicados em todos os tipos de construções, desde as mais simples, como casas de pequeno porte, até as construções mais complexas, como grandes indústrias, fábricas e mercados, onde tem sido mais aplicada devido a uma de suas características que é a redução de tempo de construção (SIRTOLI, 2015).

### 20.3.1 Blocos de concreto

Segundo Pirâmide (2019) os blocos de concreto são inovadores, sustentáveis, práticos e econômicos, o que confere a eles *status* de componentes indispensáveis a obras que buscam economia, qualidade e rapidez de execução. A composição de um bloco de concreto é específica para a sua finalidade. No processo de fabricação – água, cimento, agregados e aditivos são dosados e misturados com rígido controle, de forma a garantir o melhor traço do bloco.

Pirâmide (2019) ainda afirma que os blocos de concreto (Figura 1) quando utilizados para alvenaria são muito mais vantajosos se comparados a outros tipos de material com a mesma finalidade.

Figura 1 – Blocos de concreto do tipo paralelepípedo.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

### 20.3.2 Poste de iluminação padrão

Segundo Rlsol (2019) o poste de concreto pré-moldado “T” é indicado para baixa e alta tensão nas áreas de eletrificação. Homologados pelos órgãos competentes, estes postes apresentam fabricação dentro das normas de qualidade. Além do mais, os postes por meio de equipamentos apropriados e seguros.

Rlsol (2019) ainda afirma que os postes de concreto pré-moldado (Figura 2) são duráveis e resistentes a corrosão.

Figura 2 – Fabricação de postes do tipo padrão



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

### 20.3.3 Poste com fibra de vidro

Petrofisa (2019) explica que esse tipo de poste, como mostrado na figura 3, é imune a corrosão por não apresentar metais em sua composição. Além disso, possuem proteção contra raios U.V. e anti-chamas fazendo com que tenham uma vida útil de até 80 anos sem manutenções, sendo ideais para regiões litorâneas e áreas de difícil acesso.

Figura 3 - Poste feito com fibra de vidro



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

### 20.3.4 Tubulações

Segundo Sirtole (2015) são usadas para drenagem pluvial, condução de esgoto e em aterros sanitários, entre outras obras, as galerias pré-fabricadas de concreto armado são produzidas em processos industriais e chegam quase prontas ao canteiro, o que pode representar ganho de tempo, qualidade e durabilidade na implantação de uma rede.

Sirtole (2015) ainda explica que além de servirem de tubulação, é ao mesmo tempo a estrutura do sistema, sendo constituídas por dois tipos principais de peças: os tubos circulares ou ovóides e as aduelas.

Na fábrica de pré-moldados são fabricados tubos do tipo circulares, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Tubulação para esgoto



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

### 20.3.5 Laje pré-moldada

Sirtole (2015) explica que as estruturas de laje (Figura 5) são montados para formar uma estrutura do piso capaz de distribuir a carga concentrada e transferir as forças horizontais para os sistemas de contraventamento. As vantagens das lajes pré-fabricadas são a rapidez da construção, a ausência de escoramento, a diversidade de tipos, a alta capacidade de vencer vãos e a sua economia em comparação com as lajes moldadas *in loco*.

Figura 5 – Fabricação de lajes.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

## 20.4 CONCLUSÕES

Ao fim da pesquisa, foi analisado a aplicação das peças pré-moldadas na construção civil, a qual a empresa investigada é pioneira em fabricação de postes, a qual é uma das poucas empresas do Nordeste a fabricar poste de fibra de vidro.

Uma das vantagens das peças pré-moldadas é a redução do tempo da obra, bem como o controle de qualidade das mesmas, por essas empresas prezarem pela utilização materiais de qualidade.

A empresa confecciona as mais diversas peças pré-moldadas, dentre elas: blocos paralelepípedos, vigas, pilares, pórticos, lajes, blocos de vedação estrutural, tubulações, postes de iluminação, dentre outros.

## REFERÊNCIAS

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

PETROFISA. **Postes petrofisa, soluções com KRFV**. Disponível em: <https://petrofisa.com.br/postes>. Acesso em: 04 jul. 2019

PIRAMIDES PRÉ-MOLDADOS. **As principais vantagens da alvenaria com blocos de concreto**. Piramide: Biguaçu, SC, 2019. Disponível em: [www.piramidesc.com.br/blog/vantagens-alvenaria-blocos-de-concreto](http://www.piramidesc.com.br/blog/vantagens-alvenaria-blocos-de-concreto) . Acesso em: 04 jul. 2019.

RLSOL. **Postes de concreto pré-moldado padrão**. São Paulo: RLSOL, 2016. Disponível em: <http://www.rlsol.com.br/poste-de-concreto-pre-moldado-padrao.php>. Acesso em: 04 jul. 2019.

SIRTOLI A. S. C. **Industrialização da construção civil, sistemas pré-fabricados de concreto e suas aplicações**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

VAN ACKER, A. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Traduzido por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo: Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Carlos Rangel Pereira Vieira

Francisco de Assis Chaves

Samuel Queiroz Dantas

Rafaely Angélica Fonseca Bandeira

## 21.1 INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas têm se preocupado com a qualidade de seus produtos e serviços devido os muitos benefícios gerados por uma boa gestão de qualidade, principalmente os sistemas com base na ISO 9001 e PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat), aos quais se destacam um aumento na organização da empresa, uma padronização nos processos executados, além de uma crescente conscientização para boa produção por parte dos funcionários (DEPEXE; PALADINI, 2008).

O desenvolvimento e uso de sistemas que melhorem a qualidade de um determinado empreendimento não somente recai sobre os benefícios já citados, como também aumenta a competitividade entre as empresas do mesmo ramo, satisfação dos clientes, aumento de produtividade e lucro, valorização da imagem da empresa no mercado (OLIVEIRA et al., 2010).

A Mossoró Pré-Moldados, localizada na cidade de Mossoró/RN, é uma indústria do ramo da engenharia civil que atua na fabricação e comercialização de peças pré-moldadas de concreto armado ou não, tais como trilhos para laje, blocos de alvenaria estrutural, postes, cruzetas do tipo T e L, vigas conforme especificações, lajes planas, tubulações, dentre outros materiais.

A produção em uma fábrica torna-se mais eficiente e prática, pois nesse ambiente há trabalhadores especializados, repetição de tarefas, controle de qualidade, etc (ACKER, 2002). Desta maneira, surge o conceito de elemento pré-fabricados, que é o elemento pré-moldado, de forma industrial, e que obedecem a padrões mais rigorosos de controle de qualidade (ABNT NBR 9062, 2017).

Entende-se como elemento pré-moldado como o “elemento moldado previamente e fora do local de utilização definitiva” (ABNT NBR 9062, 2017, p. 4). A origem da pré-moldagem está ligada a própria invenção do concreto armado, em que os elementos eram tão somente preparados fora do local de seu uso (VASCONCELOS, 2002).

O sistema de controle de fabricação consiste de procedimentos metódicos, orientações, inspeções regulares, ensaios e utilização dos resultados dos equipamentos de controle, matéria-prima, outros insumos, processos de produção e produtos (ACKER, 2002). O conceito de qualidade consiste na satisfação do cliente com recebimento de um produto final confiável, no tempo certo, sem defeitos, com segurança, ou seja, “perfeito” (SOUZA, 2010).

As empresas devem preocupar-se com cada parte processo, para que ao final o produto como um todo, atenda aos padrões de qualidade requerido pelo cliente e almejado pela entidade. Assim, cada etapa do sistema de produção, deve apresentar um controle de qualidade (SOUZA, 2010).

O presente trabalho busca, portanto, identificar o sistema de gestão de qualidade nesta empresa, bem como descrever como como é realizado o mesmo desde as fases da obtenção da matéria prima, até a comercialização de alguns dos produtos finais produzidos na Mossoró Pré-moldados.

## **21.2 METODOLOGIA**

O estudo foi feito por meio de uma visita in loco, onde foi possível observar a realização de alguns procedimentos de fabricação das peças, bem como realizar o registro fotográfico dos mesmos.

A pesquisa caracteriza-se como descritiva, uma vez que busca descrever as características de determinado fenômeno e estabelecer relação entre as variáveis, tentando assim identificar o nível de atendimento de determinado órgão por exemplo, ou ainda, levantar opiniões sobre o mesmo (GIL, 2002).

Com isso, por meio de observações serão apontados e descritos os critérios de qualidade adotados pela Mossoró Pré-Moldados na fabricação de seus produtos.



## **21.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **21.3.1 Controle de qualidade dos materiais**

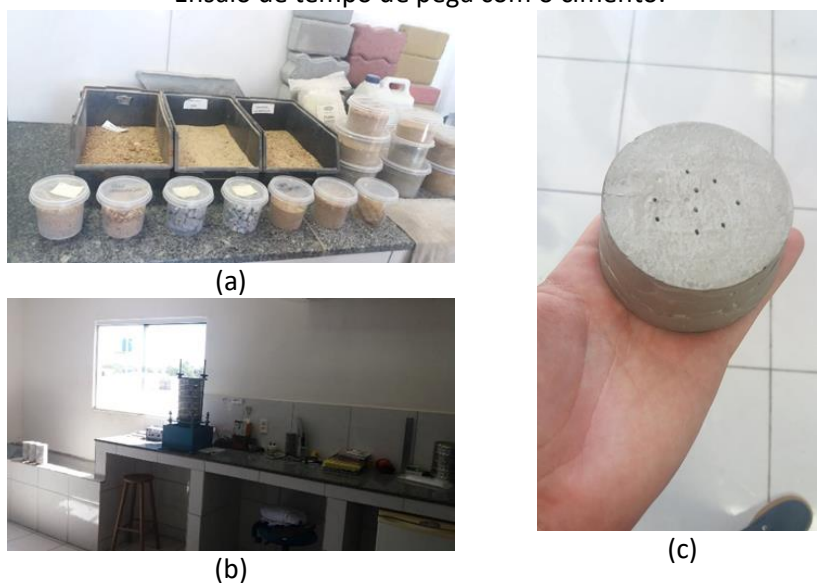
Conforme informações repassadas pela empresa, o controle de qualidade dos materiais tem início na extração, onde existe uma preocupação com a procedência dos mesmos. Desse modo, as jazidas são visitadas com elevada frequência. Nessas visitas verifica-se os processos realizados para extração e manuseio, além de ser efetuado o ensaio de granulometria no próprio local para atestar se os produtos estão conforme solicitados.

A empresa solicita os materiais de diferentes fornecedores, havendo sempre uma preocupação e análise com os antecedentes das empresas e o cumprimento das normas técnicas das mesmas, desde o modo e aparelhos utilizados na extração até a forma como são transportados. A preocupação existe visando fornecer um produto final com qualidade para o cliente, além disso existem alguns contratantes, especialmente grandes empresas e/ou empresas estatais, que solicitam esses detalhes apurados com respeito aos fornecedores da Mossoró Pré-Moldados.

### **21.3.2 Controle da qualidade no laboratório**

No laboratório é realizado ensaios com as amostras dos materiais que serão utilizados na confecção dos pré-moldados. Dentre os ensaios encontram-se os de granulometria para os agregados e o de tempo de pega para o cimento (ver Figura 1).

Figura 1 – Ensaio com materiais a) Amostra dos materiais; b) Bancada de realização dos ensaios; c) Ensaio de tempo de pega com o cimento.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os corpos de prova são moldados e levados para o tanque de cura, onde permanecem até o momento da quebra no ensaio de compressão, antes disso, é feito o capeamento dos mesmos, onde utiliza-se uma pasta de gesso. Para utilização dessa pasta foram realizados vários testes, em que corpos de prova moldados em situação semelhantes, foram submetidos a regularização de superfície com vários materiais, entre eles o enxofre e a borracha neoprene, materiais que tem eficiências comprovadas, o resultado é que essa pasta de gesso obteve resultados satisfatórios, que tornaram possível a sua utilização. Ver Figura 2.

Figura 2 – Corpos de prova: a) Local de cura (tanque de cura) do CP's; b) CP's capeados ; c) Ensaio de compressão.





(b)



(c)

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 21.3.3 Montagem da armadura

A montagem das armaduras das peças é feita por uma equipe especializada, e no processo existe uma linha de produção, onde cada trabalhador executa uma função, tornando mais rápido e segura a montagem. Outra característica importante é a modernização, equipamentos como máquina de corte e de dobrar armaduras, são importantes ferramentas para manter-se a padronização, e, portanto, zelar pela qualidade (ver Figura 3).

Figura 3 - Montagem da armadura: a) Local de corte das barras; b) Local de dobramento das barras; c) Local de montagem das armaduras; d) Armaduras montadas.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 21.3.4 Fabricação dos blocos de concreto

A fabricação dos blocos tem seu início com a estocagem do cimento em silos metálicos com objetivo de conservar a qualidade do material. Os agregados são compostos por areia, pedra e pedrisco. Todo material é descarregado sobre uma esteira que possui uma balança digital, sendo responsável pela separação das quantidades ideais de cada material a depender do traço utilizado. A mesma esteira conduz todos os elementos a um misturador. Por sua vez, esse misturador é responsável também pelo acréscimo de água na proporção correta. É válido ressaltar que cada tipo de bloco tem um traço diferente, que é a relação entre água, cimento e agregados. A Figura 4 apresenta essa esteira com o misturador.

Figura 4 – Esteira depositando os materiais no misturador.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Uma vez misturada, a massa de concreto é despejada ciclo a ciclo em uma vibroprensa, onde em segundos é preenchido o molde e prensado vibrando conformando os blocos e proporcionando uma alta densidade e homogeneidade. A Figura 5 ilustra a saída dos blocos já tomado a forma da vibroprensa.

Figura 5 – Vibroprensa moldando os blocos.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com ajuda de uma empilhadeira, os blocos são colocados sobre os paletes de madeira e levados para câmara a vapor que contribui para acelerar o processo de cura. O resultado final é um produto pronto para ser embalado, estocado e/ou transportado para o cliente (ver Figura 6).

Figura 6 – Armazenamento dos blocos de concreto: a) Câmara para acelerar processo de cura; b) Produto final embalado e estocado.



(a)



(b)

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### 21.3.5 Postes de concreto

A fabricação dos postes de concreto segue um procedimento que uni tópicos anteriores, quando se trata a respeito da montagem das armaduras e da fabricação do concreto.

As armaduras montadas são colocadas em moldes que seguem as medidas contidas

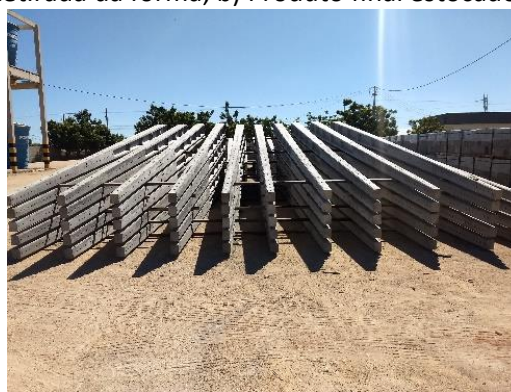
nos projetos, desde comprimento ao espaçamento de cobrimento. Tais moldes contém desmoldantes para facilitar sua abertura. Os moldes com a armadura são preenchidos com o concreto e efetuado o adensamento adequado. O processo consegue ser executado atendendo um grande número de formas.

Cada poste é enumerado. Acabado o período de cura as formas são abertas e os postes são içados por meio de uma ponte rolante. Após o içamento, são organizados para armazenamento a céu aberto, onde serão posteriormente transportados (ver a Figura 7).

Figura 7 – Postes de concreto: a) Retirada da fôrma; b) Produto final estocado.



(a)



(b)

Fonte: Autores (2019).

## 21.4 CONCLUSÕES

Em virtude da necessidade de uma maior velocidade para execução de obras civis, as peças pré-moldadas se apresentam como uma excelente escolha para tal propósito, porém é preciso aliar qualidade e produtividade para que esses elementos possam ocupar maior espaço no mercado.

Para isso, essa qualidade deve estar presente em todos os processos de fabricação de cada uma das peças, desde a obtenção dos materiais nas jazidas até a entrega ao cliente, critérios esses que a empresa se mostrou preocupada em atender, obedecendo a ISO 9001.

Portanto, pode-se mencionar que um sistema de gestão de qualidade eficiente torna-se primordial para qualquer empresa que esteja interessada em ampliar seus horizontes. Pelo que foi visto, a Mossoró Pré-Moldados está buscando a melhoria de seus produtos através da implantação dessa estratégia afim da satisfação de seus clientes.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9062**: projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

DEPEXE, M. D.; PALADINI, E. P. Benefícios da implantação e certificação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, p. 145-161, 2008.

DE VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil**. [S.l.]: Studio Nobel, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. p. 44-45.

OLIVEIRA, J. A. *et al.* Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. **Produção**, v. 21, n. 4, p. 708-723, out./dez. 2011. Disponível em: <https://urless.in/9w23B>. Acesso em: 08 jul. 2020.

SOUZA, R. S. **Sistema de gestão da qualidade em empresa do setor de pré-fabricados de concreto**: resultados alcançados com sua implantação. [S.l.:s.n.], 2010.

VAN ACKER, A. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Tradução de Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo: ABCIC, 2002.

## 22 DISCRETIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO DA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS COM INTEGRAÇÃO DAS CADEIAS PRODUTIVAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO

Ludmylla Nádja Silva Moreira

José Romário Ribeiro

Aneilton Joedson Martins do Nascimento Neves

Rafaely Angelica Fonseca Bandeira

### 22.1 INTRODUÇÃO

A indústria de concreto pré-moldados surgiu com o intuito de confeccionar peças de concreto armado de dimensões e pesos com padrões de fábricas seguindo especificações do controle de qualidade, viáveis ao transporte e montagem das estruturas, admitindo utilizar fôrmas ajustáveis para seções diferentes (EL DEBS, 2000).

Sistema produtivo, como pré-moldados de concreto, exige um sistema logístico eficiente, observando todos os detalhes de sua cadeia suprimentos para soluções rápidas, começando desde a fase de concepção do empreendimento (NASCIMENTO NETO *et al.*, 2010). A princípio, El Debs (2000) afirma que a indústria de pré-moldados ou pré-fabricados promove um maior controle de qualidade e desenvolvimento tecnológico, envolvendo materiais de qualidade e equipamentos, além de valorizar a mão de obra. No entanto, para a sua empregabilidade é necessário que todas as etapas de produção sejam especificadas em projeto.

Cadeia produtiva, segundo Haguenaer *et al.* (2000), são as atividades relacionadas as diversas etapas do processo de elaboração de um produto, desde a matéria-prima até o produto final. Dessa forma, a cadeia produtiva de peça de concreto pré-moldado inclui desde a matéria-prima, equipamentos, máquinas, até a comercialização.

Nessa perspectiva, todo o processo produtivo envolve a identificação e seleção dos fornecedores de materiais com base em parâmetros técnicos de qualidade visando as exigências e adequação das normas e do controle tecnológico. Sendo necessário o conhecimento do fluxo desde a fabricação ao uso do produto, integralizando as etapas de



coleta, transporte, distribuição dos materiais e equipamentos, bem como, toda a etapa de produção. Portanto, o fluxo de informações deve ser constante e direto entre as empresas fornecedoras e construtoras (JOBIM; JOBIM FILHO, 2006).

Diante disso, o objetivo principal desse trabalho é conduzir um levantamento da cadeia produtiva de pré-moldados, na Região Metropolitana do município de Mossoró para servir de subsídio a futuros trabalhos na área.

## 22.2 METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho foi norteadada pelo estudo técnico sobre o sistema produtivo das indústrias de pré-moldados, bem como sua cadeia produtiva, sendo este um ponto importante para a compreensão e apreensão da temática abordada, possibilitando um grau de confiança para o estudo exposto.

De posse desse arcabouço teórico, a caracterização do processo estudado entra em destaque, providenciando dados importantes para a discussão e elaboração do estudo. Além disso, o estudo do sistema produtivo da indústria procedeu-se de forma a contribuir para o entendimento da sua cadeia produtiva em todos os seus aspectos e contribuições.

As etapas para a elaboração deste trabalho foram:

- Pesquisa bibliográfica e documental: Gil (2008) define essa pesquisa como a busca por materiais já elaborados, como livros e artigos.

- Visita técnica à fábrica de pré-moldados para obter as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

- Registro fotográfico: com a utilização de uma câmera de celular, foram capturadas imagens e vídeos importantes para o registro das atividades e apresentação do objeto em estudo.

- Discussão dos resultados: através de estudos sobre cadeias produtivas na construção civil, presentes na literatura técnica, em conjunto com os dados obtidos em campo, esta etapa procedeu-se para a discussão da temática abordada.

- Redação preliminar, revisão e finalização do trabalho final como contribuição para a academia e pesquisa científica na área abordada.

### 22.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa analisada trabalha no ramo da construção civil, atuando na fabricação e comercialização de estruturas pré-moldadas em concreto armado ou não, localizada no município de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte.

O fluxo de produto no interior da indústria de pré-moldados inclui tanto a administração de materiais, o processo produtivo e a distribuição do produto. Existe um grande controle de qualidade começando na própria empresa fornecedora, por meio de um fluxo de informação dinâmico e constante estabelecido entre as duas empresas. Dessa forma, a empresa qualifica os materiais adquiridos, avaliando desde o processo de extração.

Além de todo a análise realizada nas indústrias de extração de materiais, como areia, brita, entre outros, bem como, de outros insumos como aço e cimento, existe no interior da indústria laboratório com equipamentos específicos utilizados na produção de corpos de prova para verificar a resistência a compressão do concreto produzido, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Produção de corpos de prova para verificar a qualidade do concreto.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Os corpos de prova e blocos de concreto são produzidos seguindo as recomendações

das normas e padrão de qualidade especificado. Com isso, a resistência e qualidade do produto são empregados com base na destinação de uso.

As peças pré-moldadas são produzidas por máquinas, equipadas com balança, esteiras, misturador, mesa vibratória e formas, conforme mostra a Figura 2, com isso é possível obter a quantidade de cimento, brita e areia especificados e com isso a quantidade e qualidade do produto final esperada. Após a peça ser produzida irá passar por um processo de qualidade, verificando suas dimensões e resistência.

Figura 2 – Mesa vibratória para a produção de bloco de concreto.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

As fôrmas empregadas são ajustáveis e empregadas de acordo com as necessidades do material a ser produzido, conforme mostrado na Figura 3. Com relação ao armazenamento, o produto é estocado conforme a sua dimensão com especificações técnicas do produto, como por exemplo, resistência, conforme mostra a Figura 4.

Figura 3 – Formas para fabricação de postes.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 4 – Armazenamento das peças pré-moldadas.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

## 22.4 CONCLUSÕES

Conclui-se que a implementação de um programa da cadeia produtiva da construção civil formatada através da participação de pessoas que realmente vivem o problema atual deste setor, percebe-se claramente resultados rápidos e importantes identificando a

necessidade de entender o processo como uma rede de cooperação e aprendizado.

Desta forma, obriga as empresas a melhorarem seu desempenho e eficiência. A montagem destes agrupamentos de empresas incrementa o ambiente onde estas empresas estão inseridas, dando suporte a inovação, a criação de barreiras de entrada de novos competidores e o fortalecimento econômico de nossa sociedade, forçando cada vez mais a elevar investimentos, políticas industriais e tecnológicas mais eficientes e eficazes que garantam maior difusão do conhecimento e informação.

### REFERÊNCIAS

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: USP, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAGUENAUER, L.; BAHIA, L. D.; FURTADO, P. A Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de 90. **Boletim de Política Industrial**, n. 11, ago. 2000.

JOBIM, M. S. S.; JOBIM FILHO, H. **Sistema de avaliação de materiais e componentes na indústria da construção civil: integração das cadeias produtivas**. [S.l.:s.n.], 2006. (Coletânea Habitare, v. 7 – Construção e Meio Ambiente).

NASCIMENTO NETO, S. R.; SERRA, S. M. B; FERREIRA, M. A. **Logística no transporte e montagem de estruturas pré-moldadas de concreto**. **Pluris2010**, [S. l.], 2010. Disponível em: <http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper262.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2019.

# 23 INFLUÊNCIA DO TEMPO DE MOAGEM NA POTENCIALIDADE DE INCORPORAÇÃO DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA EM SOLO CIMENTO

Maria Alanya da Costa Oliveira

José Daniel Jales Silva

Jennef Carlos Tavares

## 23.1 INTRODUÇÃO

No atual cenário socioeconômico, o progresso tecnológico traz inovações nos produtos industrializados e otimização de sua produção. Paralelamente a este progresso, são extraídos de forma indiscriminada recursos naturais que quase sempre resultam na geração de resíduos que não são aproveitados pelo homem provocando danos ambientais, algumas vezes irreversíveis (MILANI, *et al.*, 2007).

De acordo com uma pesquisa feita pela SindusCon – SP e FGV (Fundação Getúlio Vargas) e divulgada pela revista digital AECWeb, a construção civil por usar materiais em larga escala, é considerado um dos setores que mais consomem recursos naturais chegando à casa dos 75%. Esse consumo vai desde a produção dos insumos até a execução da obra e sua operação, não sendo, porém, todos esses recursos de fato aproveitados.

Hansen (2016), relata que pesquisas tem sido intensamente desenvolvida em relação a reciclagem e incorporação de resíduos em novos produtos com o objetivo de encontrar alternativas para minimizar os problemas ambientais, a autora ainda relata que outro aspecto de merecido destaque é o fator econômico, pois os produtos feitos com material reciclável tornam o custo final mais acessível.

Estudos sugerem como alternativa a incorporação de resíduos em variados setores da indústria, mais devido ao uso em grande escala pelo setor da construção civil tem sido este o mais indicado para fazer uso dessa alternativa. Pinto (2015), relata que toneladas de resíduos são gerados resultante da indústria civil representando um grave problema ambiental, sendo que, grande parte poderia ser reutilizada, a exemplo disso se encontra o RCV (resíduo da cerâmica vermelha) material cerâmico com argila e que possui um grande

potencial de ser reutilizado na própria indústria civil.

Os materiais convencionais como assim são chamados, como é o caso dos tijolos de cerâmica produzidos com queima em olarias, resultam em materiais mais resistentes, porém causam um significativo impacto ambiental e, portanto, merecedor de cuidados no que diz respeito aos impactos ao meio ambiente (SILVA, 2005).

Uma das grandes características dos blocos de solo-cimento é que estes apresentam em relação aos artefatos de cerâmica a possibilidade de adição de outros componentes na mistura que dará origem ao bloco, como é o caso dos RCV – resíduos de cerâmica vermelha. Essas adições, além de melhorar a qualidade dos blocos, seu uso como aditivo contribui para a diminuição da degradação ambiental causado pela geração dos mesmos conforme a resolução CONAMA 307/2002.

Além disso, esse material natural apresenta um resultado final com bom desempenho térmico, acústico, e menor custos, critérios estes imprescindíveis na construção civil. Neste sentido, procurou-se estudar um material que pudesse substituir tanto o solo cru como o material cerâmico, mais que tivesse um desempenho satisfatório como material construtivo, surgindo assim o solo cimento.

### **23.2 METODOLOGIA E MATERIAIS**

A priori realizou-se uma busca por pesquisas bibliográficas sobre o uso do resíduo – RCV – como agregado na fabricação de tijolos ecológicos. A partir do resultado da pesquisa foram definidas os tempos de moagem, o teor de cimento e as dosagens que seriam utilizadas para a análise de comportamento do tijolo ecológico de solo-cimento com adição do resíduo.

Para o solo foram feitos os seguintes ensaios: Massa específica, Granulometria e Compactação e compressão. Para o solo-cimento foram feitos o de Granulometria - este para cada tempo de moagem, de compactação – para o tempo de moagem em 9 min -, e compressão para os 3 tempos definidos.

Os materiais utilizados foram: água, pedaços de telhas advindo de falha na produção de uma Olaria do município de Marcelino Vieira-RN, e de obras interna na IES – UFERSA, campus Pau dos Ferros, o cimento usado foi CP II Z-32 RS e solo usado foi extraído

superficialmente localizado próximo a garagem da citada instituição.

Os teores de resíduos indicados para compor estudo do solo cimento foi determinado baseando-se em alguns trabalhos já realizados como Tavares (2016) e Freitas (2017). Sendo definidas em 20% de RCV, variando apenas em relação ao tempo de moagem que foram em 3 tempos distribuídos em 9, 12 e 15 minutos respectivamente, e 10% de cimento, todas em relação a massa do solo seco.

A quantidade de água utilizada para umedecer a mistura na fabricação dos corpos de prova para o ensaio de compressão foi determinada através da umidade ótima encontrada por meio do ensaio de compactação.

### **23.3.1 Caracterização dos materiais**

#### 23.3.1.1 Massa Específica

A massa específica real é aquela em que se despreza os vazios existentes no agregado, e a massa específica aparente a que inclui os vazios. O ensaio determinará a massa específica real, cujo objetivo é conhecer melhor o volume que esse material ocupará, e com isso contribuir para uma melhor qualidade ao que será produzido. O ensaio foi realizado por meio do Frasco de Chapman conforme norteia o DNER-ME 194/98.

#### 23.3.1.2 Granulometria

Para determinação da composição granulométrica do solo e das composições RCV em estudo, baseou-se na NBR NM 248/2003 que tem por objetivo prescrever o método para a análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento como mostra a Figura 1 ou por uma combinação com a sedimentação.

Para este caso, o ensaio foi realizado por peneiramento e utilizando-se as peneiras da série normal a partir da 4,75mm cuja NBR 7181/84 classifica como agregado miúdo todo material que passa nessa peneira, e ficam retidos na peneira 0,015 mm, cujo material em estudo se configura.



Figura 1 – Conjunto de peneiras



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

### 23.3.1.3 Ensaio de compactação

A compactação tem como objetivo reduzir recalques, aumentar a rigidez e resistência e reduzir a permeabilidade.

As energias de compactação especificadas pela norma brasileira NBR 12023/1992 são: normal, intermediária e modificada, apesar das características do ensaio ser de uma energia normal, como indica a Tabela 1, devido à ausência do soquete referente a esse tipo de ensaio, a energia de compactação que será utilizada nos ensaios é a intermediária.

Tabela 1 – Modelo de energia de compactação normal

Cilindro	Características inerentes à energia de compactação	Energia normal
	Pequeno	Soquete
Número de camadas		3
Número de golpes por camada		26

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Esses mesmos ensaios foram realizados também para o Solo-cimento. Com relação a dosagem e produção dos corpos de prova, foram determinadas análises com 0%, e 20% em relação ao RCV para diferentes tempos de moagem em relação a massa do solo seco e o teor de cimento fixado em 10% com relação a massa do solo. A Tabela 2 apresenta as porcentagens de cada material.

Tabela 2 – Porcentagens dos materiais nas composições

<b>TABELA DE COMPOSIÇÕES</b>				
<b>Materiais</b>	<b>Dosagens</b>			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº4
<b>Solo</b>	90%	70%	70%	70%
<b>Cimento</b>	10%	10%	10%	10%
<b>RCV</b>	0%	20% (9 min)	20% (12 min)	20% (15 min)

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Na fabricação dos corpos-de-prova, inicialmente fez-se a coleta, transporte e a secagem do solo ao ar livre. Em seguida, o solo foi peneirado (peneira de malha 4,8mm) e caracterizados conforme as normas já mencionadas. Após a realização dos ensaios de caracterização, foram separadas as quantidades referentes a cada uma das dosagens.

Os corpos-de-prova foram produzidos por meio de compactação, no laboratório de Engenharia Civil da UFERSA - Campus Pau dos Ferros, moldados e curados em conformidade com a NBR 12024/2012 - Solo-cimento - Moldagem e cura de corpos-de-prova.

Após a moldagem, os corpos-de-prova foram armazenados e durante dez dias realizou-se a cura úmida dos mesmos, as especificações da NBR 12024/2012 recomenda a cura durante sete dias, porém por motivos de disponibilidade de uso do laboratório a cura estendeu-se aos 10 dias, ocorrendo posteriormente o ensaio de compressão simples.

## **23.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **23.4.1 Análise granulométrica do solo e RCV**

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos a partir do ensaio granulométrico realizados conforme a NBR NM 248/2003 com o solo utilizado na mistura para a confecção dos corpos de prova de solo cimento.

Tabela 3 - Composição granulométrica do Solo

Abertura das peneiras (mm)	Massa retida (g)	(%) Retida	(%) Acumulada
4,75	0	0,00	0,00
2,36	249,9	25,24	25,24
1,18	246,5	24,90	50,14
0,6	251,3	25,38	75,52
0,3	79,4	8,02	83,54
0,15	112,2	11,33	94,87
< 0,15	50,8	5,13	100
<b>Total</b>	<b>990,1</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Na Tabela acima 100% da amostra do solo em estudo passam na peneira de malha 4,75 mm logo este classifica-se como agregado miúdo. A NBR NM 248/2003 define o módulo de finura como a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de agregado nas peneiras normal divididas por 100, desta forma, para o solo em análise o módulo de finura apresenta-se com valor de 3,29, estando na zona utilizável superior cujo limite se encontra entre 2,90 a 3,50.

Assim como para o solo, foram realizados ensaio de granulometria para o RCV para os distintos tempos de moagem. As Tabelas 4 e 5 referem-se a análise granulométrica para os seguintes tempos: 9 min e 15 min, respectivamente.

Tabela 4 – Análise granulométrica do RCV (t = 9 min)

Abertura das peneiras (mm)	Massa retida (g)	(%) Retida	(%) Acumulada
4,75	0	0,00	0,00
2,36	262,3	26,27	26,27
1,18	152,5	15,27	41,55
0,6	127,8	12,80	54,35
0,3	62,8	6,29	60,64
0,15	136,3	13,65	74,29
< 0,15	256,7	25,71	100
<b>Total</b>	<b>998,4</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Para o RCV analisado, o módulo de finura obtido foi igual a 2,57 se classificando como zona utilizável e a dimensão máxima característica correspondente a 4,75 mm.

Tabela 5 – Análise granulométrica do RCV aos 15 min

Abertura das peneiras (mm)	Massa retida (g)	(%) Retida	(%) Acumulada
4,75	0	0,00	0,00
2,36	196,6	19,81	19,81
1,18	170,4	17,17	36,98
0,6	150,1	15,12	52,10
0,3	67,5	6,80	58,90
0,15	134,4	13,54	72,44
< 0,15	273,5	27,56	100
<b>Total</b>	992,5	100	100

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Para o RCV analisado, o módulo de finura obtido foi igual a 1,91 portanto, na zona limite utilizável inferior, e a dimensão máxima característica correspondente a 4,75 mm.

Diante dos resultados, nota-se que, à medida que o tempo de moagem aumenta, maior é a quantidade de material passante na peneira mais fina e menor é o módulo de finura.

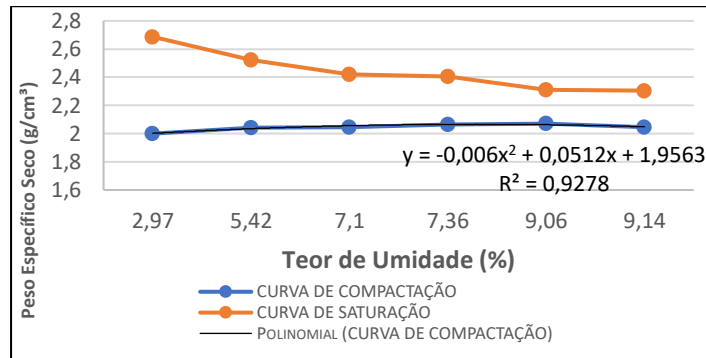
#### 23.4.2 Ensaio de compactação

Com a NBR 12023/2012, determinou-se a relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente seca, de misturas de solo-cimento sem e com incorporação de RCV, quando compactadas na energia intermediária.

Para o ensaio de compactação solo-cimento, foram utilizadas as seguintes dosagens: 90% Solo, 10% Cimento, 0% RCV.

A partir do ensaio obteve-se a curva de compactação apresentada na Figura 2 para o solo-cimento com dosagem de 0% do RCV. Percebeu-se que, de acordo com o aumento da umidade, a massa específica aparente seca se eleva até um ponto máximo e a partir desse ponto tende a diminuir com o acréscimo da umidade.

Figura 2 – Curva de compactação do RCV



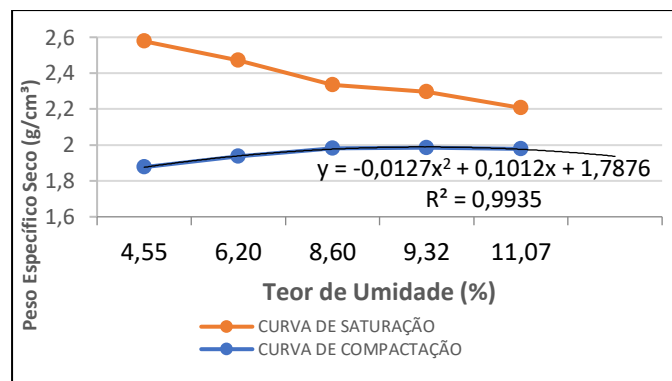
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Essa variação da massa específica de acordo com Sousa Pinto (2000), corresponde a eliminação de ar dos poros, pois quando a umidade não é elevada, facilita a saída de ar, já a redução do atrito pela água e os canalículos de ar permitem uma massa específica maior quando o teor de água é maior.

De acordo com a Figura 2, é possível verificar que a massa específica aparente seca neste ensaio chegou a  $2,07\text{g/cm}^3$  e a umidade ótima apresenta-se com aproximadamente 9,06%.

O ensaio do solo-cimento com o RCV, foi feito com a seguinte dosagem: Solo 70%, Cimento 10% e RCV 20% ( $t = 9$  min). A curva de compactação obtida foi a representada na Figura 3.

Figura 3 – Curva de compactação para o solo cimento com adição do resíduo



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

É importante notar que, com o aumento do teor do resíduo, RCV na composição solo-

cimento, há uma diminuição na massa específica que saiu de  $2,07 \text{ g/cm}^3$  para  $1,98 \text{ g/cm}^3$  e houve um aumento do teor de umidade ótima, saindo de 9,06% para 9,32%. Isso já era esperado pois de acordo com Sousa Pinto (2000) quanto menor a granulometria do material, mais necessitam de água para lubrificar suas partículas, é o que ocorre com o material em estudo, como grande parte é pulverulento, maior sua umidade ótima.

O ensaio para obtenção da Massa Específica foi feito por meio do frasco de Chapman e obtido o seguinte resultado, o peso específico do solo foi de  $2,78 \text{ g/cm}^3$ . A determinação da massa específica, ou peso específico se torna muito importante quando o solo será usado como material de construção, pois essas propriedades influenciam outras propriedades importantes do produto final como o volume no traço, por exemplo.

### 23.4.3 Ensaio de compressão simples

A Figura 4 mostra os corpos de prova prontos para o ensaio de compressão, sendo as composições da esquerda para a direita os de solo-cimento e solo-cimento com a adição do resíduo, respectivamente.

Figura 4 – Corpos de prova para o ensaio a compressão



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Sendo produzidos com as seguintes dosagens representadas conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Tabela quantitativa dos corpos de prova

<b>CORPOS DE PROVA</b>				
<b>Materiais</b>	<b>AMOSTRAS</b>			
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº4
<b>QUANTIDADE</b>	3	3	3	3
<b>Solo</b>	90%	70%	70%	70%
<b>Cimento</b>	10%	10%	10%	10%
<b>RCV</b>	SCR	SCR9	SCR12	SCR15

Legenda: SCR = 0% RCV; SCR9 = 20% RCV (9min); SCR12 = 20% RCV (12min); SCR15 = 20% RCV (15min).

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Com a realização do ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos, conforme o procedimento descrito na NBR 12025/2012, foi possível determinar as resistências das amostras, após os 10 dias de cura com as porcentagens de RCV estabelecidas.

Desta forma, obteve-se os valores da carga de ruptura dos corpos de prova, conforme especificados na Tabela 7 abaixo.

Tabela 7 – Tensão de ruptura dos corpos de prova

	<b>CARGA DE RUPTURA (kN)</b>			
	SCR	SCR9	SCR12	SCR15
<b>Amostra 1</b>	29,58	83,82	97,93	88,63
<b>Amostra 2</b>	41,48	71,58	100,60	94,79
<b>Amostra 3</b>	40,03	98,95	73,66	94,02

Legenda: SCR = 0% RCV; SCR9 = 20% RCV (9min); SCR12 = 20% RCV (12min); SCR15 = 20% RCV (15min)

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Os valores individuais de resistência à compressão, expressos em MPa, foram obtidos dividindo-se a carga de ruptura em kN, observada durante o ensaio, pela área da seção transversal dos corpos de prova, os quais tinham diâmetro de 100 mm. Fazendo a média aritmética das resistências das amostras obtém-se os valores médios de resistências expressos na Tabela 8 para as diferentes dosagens de RCV.

Tabela 8 – Resistencia média a compressão

<b>RESISTENCIA MÉDIA À COMPRESSÃO (MPa)</b>				
	SCR	SCR9	SCR12	SCR15
<b>Amostra</b>	4,71	10,79	11,55	11,77

Legenda: SCR = 0% RCV; SCR9 = 20% RCV (9min); SCR12 = 20% RCV (12min); SCR15 = 20% RCV (15min)

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A análise dos resultados obtidos revelou uma tendência ao atendimento das exigências da NBR 8492/2012 para a dosagem com 20% de RCV nos três tempos de moagem. Segundo a norma, a resistência a compressão para tijolos maciços de solo-cimento não deve ser inferior a 2,0 MPa aos 7 (sete) dias de cura e de 1,7 MPa para valores individuais. Como foi obtido valores muito maiores verifica-se, portanto, que o solo-cimento se apresenta de forma positiva e como alternativa para melhoria na qualidade do solo concedendo-lhes características necessárias para aplicá-los na produção de material construtivo.

### 23.5 CONCLUSÕES

Embora o progresso tecnológico tenha trago muitos benefícios a humanidade, os recursos naturais estão tornando-se cada vez mais escassos e os impactos ambientais cada vez nítido. Diante deste cenário, a preocupação com o meio ambiente vem despertando os profissionais para o redescobrimto dessas técnicas como uma alternativa ecológica.

Conforme foi visto durante o trabalho o uso do solo cimento pode ser essa alternativa que tem se procurado uma vez que, tanto para o uso como tijolo quanto para sub base em pavimentação os valores encontrados na análise superou os mínimos estabelecidos pela NBR e DNER que é de 2,0 Mpa. Outras análises como limite de plasticidade poderiam ser realizadas para melhor garantia das características do produto, ficando, portanto, para outro trabalho esse item a ser investigado.

### REFERÊNCIAS



ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211**: agregados para concreto – especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8492**: tijolo maciço de solo-cimento – determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7181**: solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984a.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Norma DNER-ME 216**: solo-cimento – determinação da relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente. DNER: Rio de Janeiro, 1994.

FREITAS, K. B de. **Estudo do solo-cimento com incorporação de resíduo de construção e demolição – RCD**. 2017. 50 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2017.

HANSEN, D. M. **Avaliação das propriedades pozolânicas de um resíduo de cerâmica vermelha para emprego como material cimentício suplementar**. 2016. 141 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, 2016.

MILANI, A. P. S *et al.* Avaliação de desempenho térmico de edificação protótipo construída com sistema de paredes monolíticas de solo-cimento-cinza de casca de arroz. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais [...]** Ouro Preto: [S.l.], 2007.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas**. São Paulo: [s.n.], 2000.

PINTO, L. M. **Estudo de tijolos de solo-cimento com adição de resíduo de Construção Civil**. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2015.

OLIVEIRA, A. K. **Cimento**: notas de aula. [S.l.:s.n.], 2017.

TAVARES, J. C. **Análise da deformação à carga dinâmica de um solo-cimento**. 2016. 60 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jul. 2002, Seção 1, p. 95-96.



Matheus Oliveira da Silva

Viviane Mirela Adelino

### 24.1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem se reinventando tecnologicamente ao longo das décadas juntamente com as mudanças e as novas necessidades que vão sendo impostas pela sociedade, uma dessas é a utilização dos chamados pré-fabricados. Que por sua vez, são componentes ou peças produzidas fora do local onde serão definitivamente instaladas, podendo ser em concreto ou em outros materiais, neste caso, diferente dos pré-moldados, a produção acontece com maior rigorosidade nas exigências de controle de qualidade, ou seja, de maneira industrial (REVEL, 1973).

De forma geral, é necessário que a fabricação desses elementos respeite exigências e requisitos mínimos especificados principalmente, dentre outras normas, pela ABNT NBR 9.062.

Os pré-fabricados estão ficando cada vez mais populares na indústria da construção, estes elementos são moldados em várias formas e tamanhos e para diversas finalidades. Além disso, há diversas tecnologias e até mesmo materiais que são utilizados para trazer vantagens em seu uso, embora também haja algumas limitações (VILK, 2017). Deve-se lembrar de que os processos construtivos dessas peças se tornam mais complexos e desafiadores ao deparar-se com as diversas etapas, como fundição, armazenamento, transporte, entre outros.

O presente estudo apresenta os métodos construtivos de algumas das peças de elementos pré-fabricados na Indústria Mossoró pré-moldados, localizada no estado do Rio Grande do Norte em Mossoró.

### 24.2 HISTÓRIA DA UTILIZAÇÃO DE PRÉ-FABRICADOS

Apesar de não se ter precisão da data em que iniciou a utilização da pré-fabricação, pode-se notar o momento em que o seu uso passou a ser solicitado de forma intensa. Segundo ORDONÉZ (1974), foi somente no período pós Segunda Guerra Mundial, com a intenção da otimização nos métodos e processos da construção civil, que ocorre a sua utilização significativa.

Essa tecnologia, depois de ganhar notoriedade na Europa, foi ficando conhecida e tornando-se comum em diversos países, no Brasil esse uso passou a ser em grande escala, a partir da década de 60 e com o passar do tempo vem tornando-se cada vez mais popular.

### **24.3 METODOLOGIA**

Este trabalho baseia-se inicialmente nas explicações de um engenheiro civil responsável pela fabricação de peças de concreto na Mossoró Indústria de pré-moldados que fica localizada na cidade de Mossoró no estado do Rio Grande do Norte.

Em primeiro lugar, realizou-se uma visita técnica no local supracitado; na oportunidade o profissional encarregado na fiscalização e acompanhamento dos processos de produção da indústria, explicou sobre como se dá os métodos construtivos e demais procedimentos para a fabricação dos diversos tipos de pré-fabricados, mostrando os espaços e divisões utilizadas. Logo em seguida, realizou-se uma pesquisa de bibliografia mais aprofundada para embasar com eficiência os métodos aqui explicados. Para isso, houve a necessidade de revisar estudos relevantes sobre a temática.

#### **24.3.1 Tipos de pré-moldados**

Na Indústria visitada são fabricados diversos tipos diferentes de elementos, sendo seus métodos construtivos divididos por setores diferentes, que vão desde o setor de pavimentação até o de rede de posteamento, mais detalhadamente são produzidos blocos para pavimentação, blocos para vedação de paredes, peças estruturais, estacas, mourões, galpões (PL e PLR), tampas em concreto armado, posteamento em concreto e em fibra de vidro, tubulações e demais pré-fabricados que podem ser planejado de acordo com a necessidade do cliente contratante de seus produtos. Vale enfatizar o pioneirismo na

fabricação de postes de fibra de vidro, cujo envolve maiores tecnologias na fabricação e vantagens em sua utilização.

No tópico a seguir serão apresentados os métodos construtivos de alguns tipos de pré-fabricados, optou-se por aprofundar-se em apenas três tipos diferentes de elementos produzidos na indústria em questão, uma vez que nem todas as peças foram apresentadas os seus métodos de fabricação, além disso, almeja-se a melhor compreensão desses processos. Sendo estes tipos, respectivamente, blocos para pavimentação de calçadas, postes em concreto e postes em fibra de vidro.

### **24.3.2 Métodos construtivos**

Os processos que envolvem as estruturas de pré-fabricadas são feitos por escalas em setores diversos, como já mencionado. Os métodos de preparo dependem muito da peça que está sendo fabricada. Em geral envolve testes de qualidades dos materiais que serão utilizados, o preparo da armadura, a montagem das formas, o preparo e lançamento do concreto, acabamentos do concreto, a execução e transporte das peças entre outros.

Antes de tudo o controle de qualidade exige que sejam feitos testes até mesmo nos materiais que serão utilizados na fabricação de todos os elementos. Para isso o técnico realiza visitas nas jazidas para conferir os lotes. No agregado miúdo, por exemplo, são realizados testes de granulometria, já que na prática existem cinco tipos diferentes de areia, diferente da teoria que apresenta apenas três. No agregado graúdo também são realizados testes granulométricos. O cimento é recebido tanto a granel como em sacos, sendo que os silos têm capacidade para setenta toneladas de cimento.

### **24.3.3 Bloco para pavimentação**

Os blocos pré-moldados com a finalidade de pavimentação, intuitivamente, são fabricados no setor de pavimentação. Seu processo construtivo é totalmente automatizado, necessitando de operários apenas para operação das máquinas e a retirada dos blocos recém-moldados para a curagem.

Primeiro são feitos os controles necessários dos materiais utilizados, conforme

mencionados na seção 4, logo após esses materiais são distribuídos em compartimentos existentes próximos ao misturados das máquinas que irão preparar o concreto, conforme a Figura 1.

Posteriormente as esteiras são responsáveis por preparar o concreto utilizado na fabricação dos blocos. Os materiais que chegam pela esteira são levados até um misturador, onde são preparados e soltos, nesta etapa, o concreto fabricado é levado até a vibroprensa por caçambas, onde os blocos são prensados e começam a tomar forma.

Após serem prensados, os blocos são empilhados sobre madeiras, conforme a Figura 2. Depois os são separados em locais específicos e ficam por cerca de 12 horas, até obterem a resistência ideal.

Vale ressaltar que cada tipo de bloco tem um traço diferente, que é a proporção entre água, cimento e agregados, essas proporções são planejadas pelo técnico responsável, estabelecidas no centro de controle das máquinas antes do preparo.

Figura 1 – Compartimentos com materiais.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 2 – Blocos prontos, em processo de cura do cimento.



#### 24.3.4 Poste de concreto

Os postes de concreto são divididos por categorias de tamanho e podem possuir armadura ou não. Para o caso dos postes de concreto armado, seu processo de fabricação inicia-se no setor de ferragem, onde são feitas todos os cortes, dobras e amarrações das estruturas, sendo a menor parte desse processo mecanizado e o restante manual. Neste ponto, a estrutura é levada ao setor de concretagem e posta dentro das fôrmas de chapas metálicas, aonde o processo de fabricação coincide com os postes sem armadura.

As fôrmas são preenchidas com concreto pré-misturado e cerca de 8 horas depois, o poste está pronto para içamento pelo guindaste para ser realocado a fim de concluir seu tempo de cura. Para retirar a fôrma é utilizado um óleo para manter as chapas de aço internamente sempre deslizantes.

#### **24.3.5 Poste de fibra de vidro**

O processo de fabricação de um poste em PRFV consiste primeiro na geração do cálculo estrutural para determinar o número de camadas em função do tamanho, classificação de carga e angulo de enrolamento;

Depois é gerado uma trajetória para o CNC conforme o número de camadas, nesta etapa é gerado código; Posteriormente ocorre o Enrolamento Filamentar – preparação do mandril e enrolamento da fibra, cujo ocorre uma espécie de derretimento do material sobre um rolo que fica em constante giratória, nesta etapa enquanto as máquinas estão em funcionamento, os operários são responsáveis pela distribuição desse material em torna dos rolos em giratórias;

Depois desse processo finalizados os postes são transportados por gigantes elevadores para passarem pelo processo de cura e pintura; e finalmente ocorre o destaque da forma.

#### **24.4 CONCLUSÕES**

Os métodos construtivos de pré-fabricados são diferenciados de acordo os tipos de elementos serão produzidos. Podendo ser feito de forma parcial ou totalmente automatizado como é caso, respectivamente dos blocos de pavimentação e postes.

Além disso, o tipo de material e as tecnologias envolvidas em sua produção também interferem nesses métodos; os dois tipos de postes apresentados nesse trabalho, por exemplo, são feitos de formas diferentes por serem oriundos de materiais e tecnologias totalmente diferentes, resultando em estruturas diferenciadas.

Apesar de seus processos construtivos serem totalmente diferentes conclui-se que há pontos comuns, sendo que todos eles são elementos construídos em locais diferentes de

onde serão utilizados, são pré-moldados feitos de forma industrial.

#### REFERÊNCIAS

ORDÓÑEZ, J. A. F. **Prefabricación: teoría y práctica**. Editores Técnicos Asociados, 1974.

REVEL, M. **La prefabricación en la construcción**. [S.l.:s.n.], 1973.

VILKE, T. G. **Structural performance of a prefabricated concrete beam with longitudinal cavities**. Dissertação (Mestrado) – University of Stavanger, Stavanger, Noruega, 2017.



Raul Santos de Aquino

Tales Rafael Araújo de Oliveira

Thayse Nunes de Lima

Rafaely Angelica Fonseca Bandeira

## 25.1 INTRODUÇÃO

Por meio do crescimento da construção civil, há o aumento da demanda tecnológica de materiais pré-fabricados. De acordo com El Debs (2000), esse meio tecnológico surgiu-o devido a construção civil ser considerada uma indústria com atraso no seu desenvolvimento, quando se compara está com outros ramos industriais.

O atraso da construção civil está relacionado tanto com a execução a longo prazo, quanto com o desperdício de material, gerando assim custos muitas vezes desnecessários. Com o surgimento das indústrias de pré-fabricados, há o ganho de tempo, aumento de produção e desperdício quase zero, trazendo assim lucros para as indústrias e melhores qualidades em materiais pré-fabricados.

Segundo Franco (1992), o processo evolutivo que por meio de ações organizadas e do implante de inovações tecnológicas, meios de trabalho, técnicas de inovações planejadas e controle, tem por objetivo melhorar os métodos de produção aprimorando o desempenho da atividade construtiva, consistem na indústria da construção.

Este trabalho tem por objetivo apresentar as novas tecnologias na indústria dos pré-fabricados, mostrando sua elevada importância em custo e métodos de execução, a partir de uma visita técnica à fábrica de pré-moldados Mossoró pré-moldados, localizada na cidade de Mossoró do estado do Rio Grande do Norte pioneira na fabricação de postes de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro.

## 25.2 SURGIMENTO DA PRÉ-FABRICAÇÃO

No período pós guerra, ocorreu o surgimento da pré-fabricação, por meio da falta de

mão-de-obra qualificada no continente europeu, pois havia a necessidade de um número significantes de obras, assim para a soluções desses problemas realizou-se o deslocamento de grande quantidade de operações no canteiro de obras industrial, surgindo a pré-fabricação dos elementos que eram executados no próprio canteiro de obra, por meio dessa evolução surgem a diminuição de tempo, custo e desperdício de materiais (ORDONÉZ, 1974).

No Brasil a história das indústrias de pré-fabricados se deu na década de 60, onde com o passar dos anos estas foram se aperfeiçoando juntamente com a evolução tecnológica das máquinas e ferramentas, utilizadas para fins de longo prazo e produções lucrativas. Os métodos de construção dos pré-moldados atendem aos desafios de operários, onde a execução das obras seja concluída nos prazos determinados, sem que haja a necessidade de grande quantidade de trabalhadores levando a um custo baixo e uma melhor qualidade de produção (VASCONCELOS, 2002).

Com o método de pré-moldados tornou-se possível a realização de obras de grande porte com altas estruturas abrangendo inúmeros padrões. A utilização dos pré-moldados em edificações relaciona economia, durabilidade, segurança e versatilidade arquitetônica, devido as indústrias se aperfeiçoarem cada vez mais, na intenção de atender as demandas da sociedade que incluem eficiência e desempenho técnico.

### **25.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS**

As novas tecnologias nas empresas de pré-fabricados apresentam vantagens e desvantagens. As vantagens englobam o controle da qualidade, onde todo o procedimento na produção dos pré-fabricados passa por esse controle; a durabilidade que o material apresenta obedecendo as Normas Técnicas Brasileiras; menor tempo de execução e montagens das estruturas, onde a execução da obra ocorre em curto prazo e com baixo custo de manutenção e mão-de-obra, sem contar que há a diminuição de desperdício de material com retorno financeiro rápido para a empresa (EL DEBS, 2000).

Ainda segundo El Debs (2000), as desvantagens dessa tecnologia baseiam-se principalmente na necessidade de surperdimensionar alguns elementos, devido considerar certas situações desfavoráveis durante o transporte e montagem. Já com relação as desvantagens sociais há a diminuição de emprego, e o grande aumento de especialistas,

incapacitando os trabalhadores para outros tipos de trabalho, e com relação à economia, está se caracteriza mais cara que o método construtivo tradicional.

#### **25.4 METODOLOGIA**

Inicialmente organizou-se uma visita técnica a Mossoró Indústria e comércio de pré-moldados na cidade de Mossoró do estado do Rio Grande do Norte, onde realizou-se uma breve explicação do engenheiro responsável, sobre como se dá o procedimento de produção da fabricação blocos e pavimentos, tampas em concreto armado, caixas para ar condicionado, galpões do tipo PL e PLR, mourões e estacas, peças estruturais, posteamto e tubulações, seguido de um passeio pela indústria analisando todo esse procedimento e verificando quais os tipos de materiais produzidos.

Com tudo, a partir de estudos bibliográficos foram selecionados os trabalhos que possuíam temas importantes para o auxílio deste, visando o máximo de conhecimento na área, incluindo livros, artigos, teses de doutorado e mestrado.

#### **25.5 POSTES DE FIBRA DE VIDRO**

Os postes em fibra de vidro ainda são pouco empregados devido ao seu custo elevado em relação aos outros materiais, porém a tendência é que esse novo material seja empregado com mais frequência à medida que seu preço for se equiparando com os tradicionais postes de concreto.

No processo construtivo dos postes de fibra de vidro, os materiais utilizados são basicamente a fibra de vidro e a resina poliéster, onde a fibra de vidro entra em contato com a resina e é enrolada sobre um molde metálico que dará forma ao poste. Através de um software, parâmetros como resistência e tipo de poste são inseridos onde a partir daí o desenho das fibras e o processo é feito de acordo com cada tipo de poste, onde cada poste leva em torno de 100kg de fibra de vidro e lava ceca de 20min para a produção.

Estes devem ser fabricados e projetados para operar em qualquer nível de contaminação, em clima tropical, atmosfera salina, exposição à ação direta do raio do sol, fortes chuvas, devendo receber tratamento adequado para resistir às condições ambientais

(COELCE, 2010).

Figura 1 – Postes de fibra de vidro



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Após esse processo de enrolamento, o poste é levado para uma área de cura, este fica exposto em um forno a uma temperatura média de 90 graus durante 15 minutos, na sequência ainda no forno é realizada a pintura do poste e na sequência é feita a desmoldagem do mesmo. Por fim, é realizado o acabamento, onde são inseridos os furos e o fechamento do topo e da base.

Figura 2 – Processo de fabricação



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

### 25.5.1 VANTAGENS DE SUA UTILIZAÇÃO

Segundo Araújo (2010) as principais vantagens da utilização deste produto são:

- Vida útil estimada até 5 vezes maior que os postes de madeira e 2 vezes maior que os postes de concreto;
- Propriedades de isolamento elétrico superiores: não há infiltração de água;
- Resistente à corrosão, sendo indicado para áreas de ambiente agressivo;
- Peso de duas a quatro vezes menores, o que simplifica o transporte e a instalação, reduzindo custos e garantindo a segurança;
- Praticamente não requer manutenção. É livre de proliferação e ataque de fungos e cupins;
- Possibilidade de se produzir na cor desejada, com aditivos UV que garantem boa aparência e durabilidade;
- Não conduz corrente elétrica e possui transparência magnética;
- Aplicados em diversas situações, lugares de difícil acesso, vias urbanas, locais de alta corrosão e intempéries.
- São suficientemente leves para serem transportados por pequenos veículos, sem a necessidade de equipamentos pesados como caminhões munck.
- Possibilidade de transporte para localidades com difícil acesso de balsa, sendo rebocados por embarcações de pequeno porte;
- Seu peso é de 130Kg, equivalente a 1/3 do peso do poste de madeira, 2/3 do poste de aço, 1/8 do peso do poste de concreto;
- Podem ser utilizados equipamentos menores e mais leves na instalação dos postes de fibra, necessitando do mínimo de 2 recursos de mão-de-obra na instalação.

## 25.6 CONCLUSÕES

O esforço no desenvolvimento de novas tecnologias na construção civil, na indústria de pré-moldados essa característica ainda é bastante limitada, tendo como foco principal praticamente a busca por novos materiais. No caso da Mossoró Pré-moldados, em apenas um produto é empregado uma tecnologia que substitui o concreto armado, que é o caso dos postes de fibra de vidro.

Apesar do custo elevado em relação aos postes de concreto por exemplo, o emprego dessa tecnologia permite criar estrutura menos densa que o concreto armado ou a madeira

por exemplo, que resiste as mesmas solicitações mecânicas, tendo vida útil cerca de quatro vezes mais que um poste convencional e pode ser utilizada em ambientes mais agressivos, como é o caso dos postes de fibras de vidros, que no Brasil são empregados em ambientes marítimos, sendo a solução para a corrosão das estruturas de aço do concreto armado pela maresia. Esse tipo de material também reduz gastos com manutenção, uma vez que não é necessário manutenções periódicas.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, W. C. S. Substituição dos postes de madeira e concreto por Postes de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro - PRFV. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 19., 2010, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: [s.n.], 2010. Disponível em: <https://urlless.in/PPijk>. Acesso em: 02 jul. 2019.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2000.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva**. 1992. 319 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Universidade de São Paulo, 1992.

ISO 9001: ET-301/2010 R-00: postes de fibra de vidro. Fortaleza: Bureau Veritas, 2010. 18 p. Disponível em: <https://www.eneldistribuicao.com.br>. Acesso em: 02 jul. 2019.

MILLER, M. F.; HOSFORD, G. S.; BOOZER III, J. F. Fiberglass distribution poles-a case study. **Power Delivery, IEEE Transactions On**. v. 10, p. 497-503, 1995.

ORDONÉZ, J. A. F. **Pre-fabricacion: teoría y práctica**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1974. v.1.

VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. São Paulo: Studio Nobel, 2002. v. 3.

Rhuam Araujo Amorim

Samilly Brito Nobre

Sara de Sousa Silva

Fabiola Luana Maia Rocha

### 26.1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o homem vem em uma incansável busca por aperfeiçoamento em sua vida, o que se aplica também a engenharia. Valle, Rovere e Pillar (2013) define pórticos como estruturas lineares formadas por barras ligadas entre si, com engastes ou rótulas internas, fazendo com que a estrutura trabalhe em conjunto. Com isso, os encontros dessas barras são definidos como nós e apresentam o estado mais crítico da estrutura. Com isso, inúmeros são os estudos realizados ao longo dos anos acerca do assunto. Mirza *et al.* (1981) desenvolveram um modelo de pórticos que trata o concreto armado como um elasto-plástico perfeito, com foga nas rótulas plásticas, fazendo uma redistribuição dos momentos fletores de acordo com a capacidade de rotação destas rótulas através de um software. Senem (2000) apresenta em seu estudo, um método numérico para a análise limite de pórticos planos, com foco em estruturas metálicas, a qual o comportamento plástico do material é incorporado pela mudança dos módulos de elasticidade de pequenos elementos da barra em posições de formação de possíveis rótulas plásticas. O objetivo geral deste artigo é analisar por meio de referências bibliográficas o comportamento da deformação de nós de pórticos e como objetivo específico identificar por meio de literaturas a quais esforços as ligações dos nós estão sujeitas.

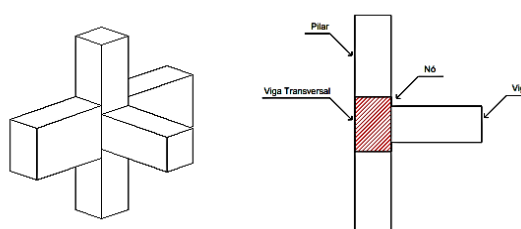
### 26.2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Martha (2010) afirma ainda que os pórticos garantem a presença de esforços normais e cortantes, além do momento fletor normal à estrutura. Sua definição torna-se bem

próxima das treliças, sendo a presença dos esforços cisalhantes e de momento fletor fator crucial de discernimento.

Stramandinoli *et al.* (2007) denomina a ligação entre a viga e o pilar como nó de pórtico, e explica que os mesmos têm um comportamento particular na estrutura, por serem regiões mais críticas do sistema estrutural e por ser onde ocorre a mudança de direção do eixo da estrutura, acarretando a alteração na direção dos esforços internos.

Figura 1 - Definição de nó de pórticos



Fonte: Haach (2005)

De acordo com Ferreira (1999) quando se pretende formar um pórtico com elementos pré-moldados, é de suma importância que as ligações empregadas desempenham sua função por toda a estrutura. No que se refere a ligação resistente a flexão, sua função depende da resistência, da rigidez, da ductibilidade, da simplicidade na execução e na sua durabilidade, todos esses parâmetros influenciam na resistência do pórtico (FERREIRA, 1999).

A partir do estudo realizado por Sucuoglu (1995 apud FERREIRA, 1999), relacionado a influência da rigidez das ligações resistentes a flexão na rigidez de um pórtico em uma estrutura de concreto pré-moldado, observou-se o seu desempenho em relação á rigidez das estruturas com ligações e conclui-se que equivale a 80% da rigidez de uma estrutura monolítica, satisfazendo a aplicação em regiões sísmicas.

Segundo Ferreira (1999) os valores das deformabilidades das ligações entre os elementos de estruturas de concreto pré-moldado são obtidos a partir de resultados experimentais, e raramente utilizam-se métodos analíticos, no qual representam o comportamento da rigidez e a resistência da ligação.

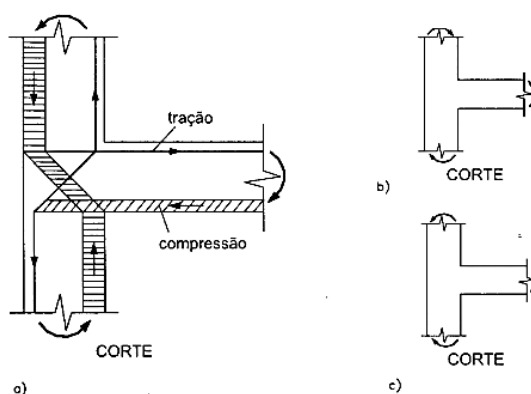
Ferreira (1999) estuda em sua pesquisa formas de ligações entre viga-pilar, uma delas se refere à ligação viga-pilar resistente á flexão por meio de chapas soldadas. A parte



interessante neste tipo de ligação está relacionada à frequência em que vem sendo utilizada em estruturas de múltiplos pavimentos, sendo uma alternativa de resistência à flexão para a composição de pórticos.

Como explica Haach (2005), os esforços que os nós de pórticos estão sujeitos, são providos da viga e do pilar, a partir do momento que se realiza a ligação, a estrutura ficará sujeitas aos esforços compostos dos dois elementos, como pode se observar na figura 2.

Figura 2 - Esforços externos que os nós estão sujeitos.



Fonte: Haach (2005)

### 26.3 METODOLOGIA

Marconi e Lakatos (2003) classifica a pesquisa como uma forma de pensamento reflexivo e um caminho para conhecer a realidade ou descobrir verdades parciais. Neste aspecto, foi utilizada uma pesquisa bibliográfica a fim de obter resultados sobre o tema.

Com isso, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: i) Designação do tema a partir do assunto visto em sala de aula na disciplina Mecânica das Estruturas 1; ii) Estudo preliminar sobre o tema; iii) Pesquisa bibliográfica mais avançada sobre um estudo em específico. Foi analisado o estudo da deformação dos nós de acordo com Ferreira (1999) e iv) redigir a pesquisa em forma de trabalho científico.

### 26.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Ferreira (1999), dentre as diversas ligações que são estudadas, a ligação viga pilar resistente a flexão com conexões por chapas soldadas é de grande interesse para

trabalhos futuros. De acordo com a literatura, este tipo de ligação apresenta bom desempenho, porém a ligação apresenta algumas falhas. O principal motivo da ruptura da ligação se dá por falha na solda de topo entre as armaduras da viga e as chapas metálicas. O fenômeno é agravado devido à rotação da extremidade da viga sobre a borda do consolo, fazendo com que surja um efeito alavanca da viga sobre a armadura, na ligação, aumentando então as tensões na região próxima à solda e provocando a ruptura.

Então a partir da pesquisa realizado por Dolan e Pessiki (1989 apud FERREIRA, 1999) foi reestudado o tipo de ligação, e após estudos experimentais com modelos reduzidos juntamente com o que Stanton et al. (1986 apud FERREIRA, 1999), se obteve novas resultados sobre o tipo de ligação. Onde apresentaram propostas de melhorias no detalhamento da ligação, recomendando que fossem utilizadas soldas de filete entre as barras da armadura e as chapas na ligação, evitando que utilizar soldas de topo, também propôs que minimizassem as excentricidades entre os eixos das armaduras na viga e os planos médios das chapas na ligação.

No estudo realizado por Ferreira (1999), analisou-se a interação da extremidade de um elemento de viga com sua ligação junto a um pilar, sendo o pilar um elemento contínuo. Sendo assim se adotou um modelo em disposição cruciforme, com duas vigas unidas a um pilar central, aplicando uma força vertical sobre o pilar.

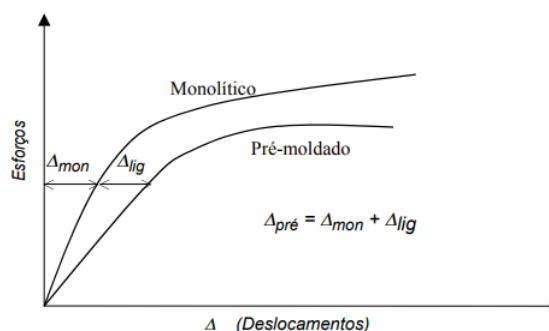
Para a aplicação do carregamento sobre a estrutura, Ferreira (1999) precisou da aquisição pelo LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS (SET-EESC) de um atuador INSTRON-8506, que permite aplicar o carregamento de forma alternada e controlando a deformação, então se decidiu realizar ensaios de flexão, com carregamentos alternados e repetidos.

Porém um dos problemas observados por Ferreira (1999) durante os ensaios para avaliação da rigidez à flexão de ligações resistentes à flexão, é a obtenção dos deslocamentos específicos da ligação, tendo em vista que, nas medições dos deslocamentos externos, ou deslocamentos relativos entre os elementos estruturais, não se garanti que estão medindo os deslocamentos referentes ligação especificamente. A fim de diminuir estes problemas Ferreira (1999) adotou o procedimento de ensaiar um modelo monolítico, com as mesmas características do modelo com ligações viga-pilar soldadas, comparando assim os deslocamentos medidos no modelo monolíticos com o modelo de ligação pré-moldada.

Como pode se observar na figura 3, a comparação entre os deslocamentos da

estrutura monolítica e a estrutura com ligação.

Figura 3 - Comparação dos deslocamentos entre as estruturas monolíticas e com ligação soldada.



Fonte: Ferreira (1999).

Os instrumentos de medição utilizados para mensurar os deslocamentos, foram os transdutores de deslocamentos elétricos (LVDT), onde os mesmos foram conectados a um sistema de aquisição de dados, K4000 fazendo com que os dados fossem registrados e gravados a cada acréscimo no carregamento (FERREIRA, 1999).

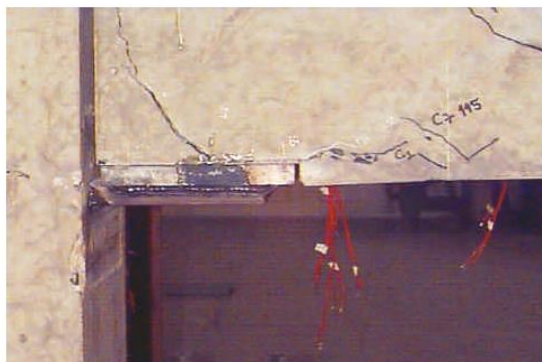
Os resultados obtidos por Ferreira (1999) em relação a deslocamentos verticais são que, a estrutura com ligações soldadas possuiu deslocamento 37% maior que a estrutura monolítica, isso em relação a momentos negativos (correspondentes às ações de compressão no atuador), em casos de momentos positivos, temos cerca de 28% do deslocamento maior do que a estrutura monolítica.

A partir dos resultados obtidos por Ferreira (1999), a “viga-equivalente” que representa o modelo com ligação soldada, apresenta uma rigidez que corresponde a 73% da rigidez do modelo monolítico, em casos de momentos negativos, em relação a momentos positivos, a rigidez se equivale a 78%. De acordo com os ensaios realizados por Ferreira (1999) nos modelos, as fissuras referentes ao protótipo com ligação se perceberam principalmente nas regiões de extremidades da viga, como pode se observar na figura 9, a viga não chegou a romper, mas mostrou também fissuras a região das chapas metálicas soldadas.

Segundo Ferreira (1999) a ruptura para o momento negativo no modelo com ligação soldada ocorreu na ligação por solda entre a armadura negativa e a chapa metálica. Primeiramente ocorreu falha na solda de uma das quatro barras da armadura, onde duas barras nas extremidades sofreram a ruptura, para uma aplicação de 120kN do atuador. Após

isso a ruptura completa ocorreu por meio da frágil solda em mais outras duas barras, isso para um incremento de 170 kN do atuador, correspondendo assim a um momento negativo na ligação da ordem de 120kN.m.

Figura 4 - Fissuras observadas por Ferreira (1999) após a realização do ensaio na estrutura com ligação soldada.



Fonte: Ferreira (1999).

## 26.5 CONCLUSÕES

Os nós de pórticos são regiões a qual é necessário dar maior atenção, por serem regiões frágeis e receber tensões em dois sentidos. Quanto à união destes, é recomendada a utilização de soldas de filete entre as barras da armadura e as chapas na ligação, e que minimizassem a excentricidades entre os eixos das armaduras na viga e os planos médios das chapas na ligação (FERREIRA, 1999).

As estruturas soldadas apresentam descolamentos maiores em relação a estruturas monolíticas, quando relacionado a momentos negativos. Para momentos positivos, a estrutura monolítica apresenta maior deslocamento (FERREIRA, 1999).

A partir dos resultados obtidos por Ferreira (1999), o modelo de estrutura com ligações soldadas apresentou bom desempenho com relação a sua rigidez, apesar de se tratar de uma estrutura semi-rígida, a mesma se portou com níveis parecidos de uma estrutura rígida. Porém a ligação não obteve desempenho satisfatório com relação à resistência e ductibilidade, onde algumas barras da armadura romperam, fazendo com que a estrutura também rompesse. Ferreira (1999) acredita que a ruptura ocorreu na região da solda, entre a barra da armadura e a chapa metálica, onde as tensões de cisalhamento foram acrescidas devidas ao aumento das tensões de tração nas fibras superiores, ao mesmo

tempo ocorreu uma grande concentração de tensões normais de tração na solda de filete, causadas pelo movimento de alavanca da extremidade das barras da armadura sobre a chapa de topo.

## REFREÊNCIAS

A ESTRUTURA porticada (pórtico I). Disponível em: <https://urless.in/yXNLp>. [S.l.:s.n.], 2019. Acesso em: 04 jul. 2019.

MARTHA, L. F. C. R. **Análise de estruturas**: conceitos e métodos básicos. Elsevier. Rio de Janeiro, 2010.

VALLE, Â.; ROVERE, H. L. L.; PILLAR, N. M. P. **Apostila de análise estrutural I**. PET: Programa de Educação Tutorial. Florianópolis: UFSC, 2013.

FERREIRA, M. A. **Deformabilidade de ligações viga-pilar de concreto pré-moldado**. 1999. 253 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

HAACH, V. G. **Análise teórico-experimental da influência da força normal em nós de pórtico externos de concreto armado**. 2005. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2005.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MIRZA, M. S.; HSU, C. T. T.; SEA, C. S. S. Nonlinear analysis of reinforced concrete frames. **Computers & Structures**, v. 13, n. 1-3, p. 223-227, 1981.

SEMEM, P.R. **Contribuições para a análise de pórticos planos com não linearidade material**. 2000. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

STRAMANDINOLI, R. S. B. *et al.* **Modelos de elementos finitos para análise não linear física e geométrica de vigas e pórticos planos de concreto armado**. [S.l.:s.n.], 2007.

Jessica Rafaelly Almeida Lopes

Anna Beatriz Pereira de Paiva Pordeus

Janaína Cortêz de Oliveira

## 27.1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos constituem uma preocupação ambiental mundial nos centros urbanos. Sua constituição compreende uma grande diversidade de materiais, dos quais se têm: restos de comida, papelão, garrafas, papel, sacolas plásticas, pilhas, baterias, lâmpadas queimadas, sucatas, produtos químicos, dentre outros (SOUTO; POVINELLE, 2013).

A geração dos resíduos ocorre diariamente por todos os setores da sociedade; desde indústrias, residências, comércios e feiras livres (VAZ et al., 2003).

Os resíduos sólidos podem ser definidos 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 técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT NBR 10.004, 2004, p. 01).

A origem da feira é bem mais antiga que o renascimento comercial ocorrido na Europa no século XI, em que ocorreu grande desenvolvimento de câmbios de mercadorias. Já no Brasil remonta-se a existência das feiras livres desde os tempos de colônia. À medida que a produção agrícola foi ganhando sofisticação nos feudos, passou a ser comercializado nas cidades durante as feiras (AGAPIO, 2012).

Segundo Agapio (2012) apesar dos “tempos modernos” e dos “transtornos” que elas causam em grandes cidades, elas não desaparecem. Em várias regiões do país, além de pontos de comércio, essas feiras também proporcionam lazer e cultura para muitas pessoas.

A constituição quanto à organização espacial, usos e incoerências da feira, não podem ser compreendidos fora de uma perspectiva diversificada e mista, em que a

conquista e a construção social do espaço dependem das práticas materiais de cada indivíduo, sobretudo dos feirantes. Segundo Silva e Alves (2011), quando se pensa em feiras livres, de forma geral, a primeira representação que se remete, é de um espaço limitado onde ocorrem práticas de um comércio varejista de diversos produtos que suprem as carências da população.

Por outro lado, dá oportunidades ao consumidor de comparar preços entre vários comerciantes da mesma mercadoria ao mesmo tempo, sem ter que se deslocar a grandes distâncias, a exemplos do que acontece com os supermercados, além da possibilidade de negociação de preços. Além disso, representa um espaço diversificado onde pessoas se cruzam, convivem e experimentam um cotidiano de diversidades. Feirantes, consumidores, transeuntes, turistas, crianças, idosos, mendigos e animais dividem o mesmo lugar (ALMEIDA; PENA, 2011).

De acordo com Conceição e Sestaro (1999) os impactos ambientais que afetam o meio, em virtude do mau gerenciamento dos resíduos, são principalmente, “poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas, mau cheiro, proliferação de vetores de doenças (ratos, moscas e baratas), impactos visuais e a presença de pessoas que vivem em contato direto e constante com o lixo”. Não obstante, a problemática dos resíduos sólidos, bem como a falta de conhecimentos a respeito dos impactos ambientais ocasionados por essa atividade no município vem promovendo um acúmulo de lixo e descarte inapropriados, principalmente ao término de suas atividades.

Atualmente, o processo de tratamento e destinação final dos resíduos tem-se sido um problema de âmbito individual e coletivo por parte das comunidades e dos poderes públicos. Isto se processa, à medida que, cada indivíduo é responsável por depositá-los adequadamente e, quanto à esfera coletiva, têm-se modelos públicos que auxiliam neste aspecto (OLIVEIRA et al., 2009). Sua constituição do “lixo”, por exemplo, em áreas urbanas, compreende-se de misturas de partículas sólidas provenientes de residências, comércios, hospitais e os demais serviços das atividades públicas. Com isto, políticas racionais e educativas das etapas do manejo de resíduos sólidos (geração, acondicionamento, tratamento e disposição final), permitem aplicações viáveis em diversas áreas como: compostagem, reciclagem.

A feira livre é um dos principais meios de abastecimento de alimentos das famílias

brasileiras, e apresenta-se como uma experiência inerente ao uso e ocupação dos espaços públicos das ruas (MASCARENHAS; DOLZANI, 2008). Neste sentido, a feira livre de Pau dos Ferros/RN possui uma característica dinâmica, a qual é considerada como uma fonte de economia considerável para o desenvolvimento socioeconômico não somente da cidade, bem como para toda a região do Alto Oeste Potiguar.

Com isso, este trabalho teve como objetivo realizar o levantamento dos resíduos sólidos provenientes da feira livre no município de Pau dos Ferros.

## **27.2 METODOLOGIA**

### **27.2.1 Área de estudo**

A cidade de Pau dos Ferros/RN apresenta uma área de aproximadamente 260 km<sup>2</sup>, com população de aproximadamente 30.206 habitantes e densidade demográfica de 116,18 hab/km<sup>2</sup> - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). A feira livre está situada na região do centro (6° 6'34.85"S; 38°12'18.31"O), representa uma atividade de extrema importância econômica e sociocultural, uma vez que atrai consumidores de todas as cidades circunvizinhas. Este mercado mobiliza tanto a economia local quanto a da região, uma vez que pequenos comerciantes e produtores rurais têm a oportunidade de obter renda pela venda de seus produtos.

### **27.2.2 Procedimento metodológico**

A pesquisa se caracteriza pelo tipo exploratória e descritiva, que segundo Gerhardt e Silveira (2009), este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, já a pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

O estudo consistiu em duas etapas: inicialmente foram realizadas inspeções em campo abordando questões relacionadas à produção, bem como descarte destes resíduos provenientes da feira.



Logo após, foram aplicados questionários e executadas as entrevistas para obtenção dos dados primários e secundários, para auxiliar no levantamento, por meio de observações diretas e registros fotográficos.

### 27.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

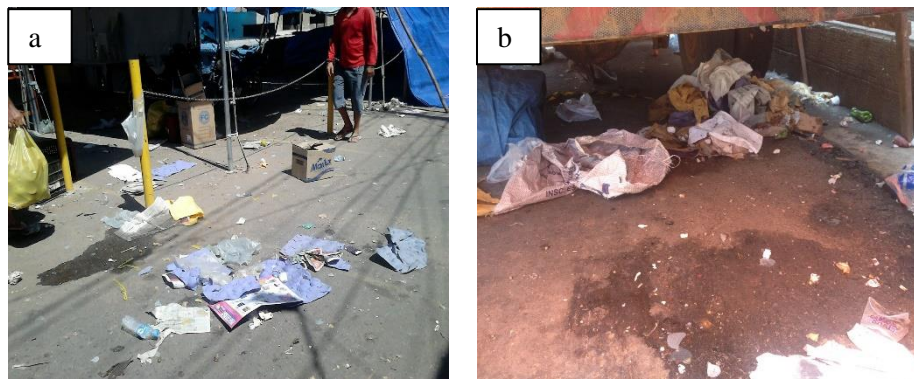
A partir das observações realizadas na feira foi possível constatar que os produtos ofertados são desde hortifrutigranjeiros (hortaliças e verduras), peixes e carnes até roupas e calçados, a atividade ocorre durante toda semana, porém tem um fluxo maior aos sábados.

Além disso, diante da variedade de produtos, o acondicionamento e descarte dos resíduos não é feito corretamente tanto pelos feirantes como pelos consumidores. Foi possível observar jornais velhos, caixas e restos de alimentos jogados por toda a feira, e que o “lixo” toma de conta das avenidas (Figura 1a). E assim foi possível identificar os resíduos mais presentes no ambiente da feira livre, por exemplo: restos de alimentos, papel, papelão e plástico (Figura 1b).

De acordo com Moraes et al. (2015), o acondicionamento inadequado dos resíduos oriundos da atividade proporciona um ambiente desagradável, muitas vezes insalubre, provocando uma poluição visual, e conseqüentemente transtorno para os feirantes, os transeuntes, bem como para os garis (responsáveis pela limpeza urbana).

Ao final da feira a equipe da limpeza urbana realiza a retirada do lixo do local (Figura 2). E todo resíduo coletado é destinado ao lixão municipal. Em entrevista os responsáveis pela limpeza urbana relataram que essa não é a forma mais adequada para a disposição dos resíduos sólidos.

Figura 1 – Disposição dos resíduos na feira livre de Pau dos Ferros. (a) Papel, papelão; (b) Sacos plásticos.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 2 – Limpeza do ambiente da feira.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em um levantamento realizado por Silva et al. (2015) relataram que a disposição inadequada dos resíduos desfavorece a paisagem, além de favorecer à proliferação de macro e micro vetores responsáveis pela transmissão de inúmeras doenças (ATHAYDE JUNIOR et al., 2009).

Santos (2016) verificou que disposição de resíduos em lixões provoca riscos à saúde, segurança, ao ambiente e aos bens a proteger, constatando assim que o mau gerenciamento de resíduos pode causar diversos problemas ambientais.

Em estudos realizados por Floriano (2016) na feira de Guarabira-PB, constatou-se um cenário semelhante a Pau dos Ferros, tendo em vista que apresentava muita poluição, provocando alterações nas características do ambiente, uma vez que a grande quantidade de resíduos sólidos gerados pelas feiras livres seja orgânica ou inorgânica, são facilmente

observados pelo sentido visual e olfativo.

Outro fator que merece destaque é a manipulação inadequada dos alimentos como as frutas e verduras, bem como peixes e carnes não parece ser uma preocupação nem de quem comercializa nem por parte de quem adquire os produtos.

A inexistência de uma educação ambiental e sensibilização dos feirantes e consumidores, quanto a higienização dos pontos de vendas, qualidade e origens dos produtos são fatores que vem causando impactos na natureza da feira (CHAVES, 2011).

Oliveira et al. (2015) relata que a instalação de um sistema de gestão resíduos eficiente pode estar associado ao volume de transeuntes da feira livre, tal como a falta de ações que alertem para os impactos ambientais relacionados ao mau gerenciamento e manuseio inadequado.

#### **27.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Mediante a análise dos dados coletados, foi possível constatar que os resíduos mais encontrados no ambiente da feira livre foram: restos de alimentos, papel, papelão e plástico. Além disso, diante da variedade de produtos ofertados na feira livre no município de Pau dos Ferros/RN os resíduos muitas vezes propagam-se pelas avenidas da cidade, isso ocorre em virtude da falta de conhecimentos dos danos ocasionados ao ambiente, ou em virtude de um sistema de coleta insuficiente para aquela região onde a feira encontra-se.

Logo, as consequências atribuídas à geração dos resíduos sólidos podem ocasionar riscos à saúde humana, devido às contaminações químicas e/ou biológicas dos produtos ofertados ou manipulados. E ainda, a presença acentuada de odores desagradáveis, além de vetores que podem causar doenças, afetando direta ou indiretamente os feirantes, os consumidores e transeuntes, bem como os responsáveis pela limpeza urbana.

Medidas que viabilizem o manejo adequado dos resíduos gerados na feira livre, de modo a promover o gerenciamento, e conseqüentemente, assegurar a saúde e bem-estar de toda população são necessárias.

#### **REFERÊNCIAS**

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004**: classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AGAPIO, R. A feira livre da avenida Saul Elkind em Londrina-PR. **Revista Departamento de Geociências**, Londrina, v. 14, n. 1, 2005.

ALMEIDA; M. D.; PENA, P. G. L. L. Feira livre e risco de contaminação alimentar: estudo de abordagem etnográfica de Santo Amaro, Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 35, n. 1, p. 110-127, 2011.

ATHAYDE JÚNIOR, G. B. *et al.* Efeito do antigo Lixão do Róger, João Pessoa, Brasil, na qualidade da água subterrânea local. **Ambi-Água**, v. 4, n. 1, p. 142-155. 2009.

CHAVES, G. R. **Análise socioeconômica e cultural da feira livre do município de Remígio-PB**. 2011. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

CONCEIÇÃO, A. S.; SESTARO, L. A. O lixo urbano da cidade de Galinhos, RN: diagnóstico e potencialidades. **Sociedade e Território**, v. 13, p. 13-21, 1999.

FLORIANO, C. S. A problemática dos resíduos sólidos na feira livre de Guarabira/PB. 2016. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2016.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: UAB; UFRGS, 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2018: Pau dos Ferros**. Rio de Janeiro: IBGE, [201-?]. Disponível em: <https://urlless.in/VwLyh>. Acesso em: 20 jul. 2019.

MASCARENHAS, G.; DOLZANI, C. S. M. Feira livre: territorialidade e cultura na metrópole contemporânea. **Ateliê geográfico**, v. 2, n. 2, p. 72-87, 2008.

MORAIS, G. R. R. de *et al.* Gerenciamento de resíduos sólidos de feiras livres em Belém-PA (Amazônia): 25 de setembro e ver-o-peso, 2015. **Educação Ambiental em Ação**, n. 51, ano 13, mar. 2015. Disponível em: <https://urlless.in/ufwWw>. Acesso em: 20 jul. 2019.

OLIVEIRA, A. C. M. A. *et al.* A responsabilidade na destinação dos resíduos sólidos domésticos: análise de discurso dos cidadãos no município de Lajeado. SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PUCRS, 10., 2009, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: PUCRS, 2009.

OLIVEIRA, E. G. *et al.* Avaliação da gestão dos resíduos sólidos gerados em uma feira livre na cidade de Campina Grande-PB. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE, 2015, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: Ecogestão Brasil, 2015.

SANTOS, L. A. V. **Gerenciamento de resíduos em torno da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (RN)**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Universidade do

Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2016.

SILVA, A. F.; ALVES, A. M. Considerações acerca do processo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Pau dos Ferros-RN. **GEOTEMAS**, v. 1, n. 2, p. 53-67, 2011.

SILVA, E. C. R. *et al.* Gestão dos resíduos vegetais gerados em feiras livres do município de Altamira-PA. *In*: CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE E ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2015, Belém. **Anais [...]**. Belém: [s.n.], 2015.

SOUTO, G. D. B; POVINELLE, J. Resíduos sólidos. *In*: KALIJURI, M. C. I; CUNHA, D. G. F. (ed.). **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 565-587.

VAZ, L. M. S. *et al.* Diagnósticos produzidos em uma feira livre: o caso da feira do Tomba. **Sitientibus**, n. 28, p. 145-159, 2003.

## 28 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS HABITANTES DA CIDADE DE CORONEL JOÃO PESSOA/RN

Igor Mateus Pessoa de Lima

Cláwsio Rogério Cruz de Sousa

André Luiz Sena da Rocha

Camila Vanessa de Queiroz Vidal

### 28.1 INTRODUÇÃO

A partir das revoluções industriais e da expansão do capitalismo, ocorreu um crescimento na busca por matérias-primas utilizadas na fabricação de produtos, conseqüentemente, provocando riscos a natureza (LUCCI, 2010). Assim, foi necessário ter uma maior preocupação com o meio ambiente e se atentar a educar as futuras gerações sobre os riscos do desenvolvimento não sustentável. Neste sentido, a disseminação da educação ambiental é importante para que se haja conhecimento dos problemas ambientais e dos cuidados necessários para sua preservação, através do uso e descarte adequado de materiais.

Segundo Reis (2012), o descarte do lixo depende do esquema montado em cada município em que foi produzido, sendo atribuições da prefeitura coletar, transportar e destinar o lixo de acordo com suas características. Neste sentido, é importante destacar que o descarte na maioria das cidades brasileiras ainda é feito de forma inadequada, através da utilização de lixões a céu aberto, que são locais propícios a transmissões de doenças e contaminação do meio ambiente.

Desta forma, surge à necessidade de que se tenha um maior conhecimento do meio ambiente e melhor planejamento das ações que deverá ser utilizada para condicionar maior eficiência na diminuição de prejuízos que coloquem em risco a continuidade do ecossistema. (RECH, 2012). Assim, podem ser utilizados como meios alternativos e sustentáveis, como a compostagem, que corresponde à transformação de resíduos orgânicos em composto orgânico que podem atuar junto ao solo com a finalidade de melhorar suas propriedades, e a reciclagem, que transforma resíduos em matéria prima que pode ser utilizada na produção

de novos objetos, por exemplo.

Portanto, este trabalho apresenta como objetivo principal, identificar o nível de percepção ambiental dos habitantes da cidade de Coronel João Pessoa focando acerca da coleta de lixo da cidade e o uso da compostagem.

Além do objetivo principal, tem-se como objetivos secundários:

- Analisar o nível de conhecimento da população da cidade acerca da compostagem;
- Investigar se a partir do conhecimento dos habitantes, se é trabalhado a questão da educação ambiental.
- Averiguar se há interesse da população em expandir/criar projetos de educação ambiental na cidade.

## 28.2 METODOLOGIA

A população, objeto de estudo, é descrita pelas residências da zona urbana da cidade de Coronel João Pessoa - RN, totalizando 789 casas. Esse quantitativo foi obtido por meio de fotos aéreas do *Google Earth* datadas de 2016. Através dessas fotos, foi possível realizar o mapeamento da zona urbana e realizar levantamento da população de casas. Com uma população de 789 residências, e, utilizando a metodologia de Bolfarine e Bussab (2005), foi calculado um tamanho de amostra por proporção supondo variabilidade máxima, resultando em 253 casas.

Esse tamanho de amostra provém de uma pesquisa com 95% de confiança e uma margem de erro de  $\pm 5,0\%$ ; ou seja, todos os resultados apresentados em percentuais podem variar em até 10% (5% tanto para mais quanto para menos). A aplicação dos questionários foi realizada entre os meses de setembro e outubro de 2018.

## 28.3 RESULTADOS

De acordo com a Tabela 1, observou-se que a maioria da população do município não tinha conhecimento da compostagem, sendo esse um resultado bastante expressivo, tendo em vista que de cada 10 habitantes do município apenas, aproximadamente, 1 afirmou ter

conhecimento do termo abordado.

Além disso, os maiores percentuais dos que responderam que não sabem o que é compostagem estão entre os que possuem menor escolaridade, não-alfabetizados (93,3%), alfabetizados (94,6%) e com ensino fundamental completo (96,4%).

Enquanto, a partir dos que fizeram o ensino médio completo os percentuais dos que afirmaram que não sabem o que é compostagem tenderam a cair e chegaram a 60% entre os que concluíram a pós-graduação. Assim, mostrando a relação de que as pessoas que possuíam maior grau de instrução tenderam a possuírem um maior conhecimento a respeito do assunto abordado, mesmo que não representem a maioria.

Tabela 1 - Tem conhecimento do que seja Compostagem?

Escolaridade	Sabe o que é compostagem?		
	Sim	Não	Total
Não-alfabetizado	6,7%	93,3%	100%
Alfabetizado	5,4%	94,6%	100%
Ensino fundamental completo	3,6%	96,4%	100%
Ensino médio completo	9,5%	90,5%	100%
Ensino superior completo	11,9%	88,1%	100%
Pós-graduação completo	40,0%	60,0%	100%
Não respondeu	22,2%	77,8%	100%
<b>Total</b>	<b>8,3%</b>	<b>91,7%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Já na tabela 2, percebeu-se que a maior parcela dos moradores da cidade respondeu que não tem interesse em saber a quantidade de lixo que o município produz, no entanto, quando analisou-se pela escolaridade, percebeu a existência de dois cenários diferentes, sendo que entre aqueles que possuíam menor nível de instrução, a maioria respondeu que não tinha curiosidade, já para os graduados e pós-graduados tenderam a ter maior curiosidade. Neste sentido, uma provável possibilidade foi que as pessoas com menor escolaridade tenham menor interesse em assuntos que tratem a percepção pelos cuidados com o meio ambiente.



Tabela 2 - Existe, por sua parte, alguma curiosidade em saber a quantidade média de lixo que seu município produz?

Escolaridade	Existe curiosidade em saber a quantidade média de lixo do município?		Total
	Sim	Não	
Não-alfabetizado	33,3%	66,7%	100%
Alfabetizado	21,4%	78,6%	100%
Ensino fundamental completo	17,9%	82,1%	100%
Ensino médio completo	40,5%	59,5%	100%
Ensino superior completo	59,5%	40,5%	100%
Pós-graduação completo	60,0%	40,0%	100%
Não respondeu	66,7%	33,3%	100%
<b>Total</b>	<b>33,6%</b>	<b>66,4%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A partir da Tabela 3, evidenciou-se a partir da visão dos habitantes, que a educação ambiental foi muito pouco trabalhada na cidade, e quando trabalhada não atinge parcela expressiva da amostra estudada. Sendo que essa pode ser a provável explicação para que as pessoas com menor escolaridade tenham menor conhecimento e despertem menor curiosidade em assuntos relacionados ao meio ambiente.

Tabela 3 - Na cidade é trabalhado a questão da educação ambiental?

Escolaridade	Na cidade é trabalhado a questão de educação ambiental?			Total
	Sim	Não	Não respondeu	
Não-alfabetizado	13,3%	86,7%	0,0%	100%
Alfabetizado	18,8%	80,4%	0,9%	100%
Ensino fundamental completo	25,0%	75,0%	0,0%	100%
Ensino médio completo	23,8%	76,2%	0,0%	100%
Ensino superior completo	33,3%	66,7%	0,0%	100%
Pós-graduação completo	40,0%	60,0%	0,0%	100%
Não respondeu	33,3%	66,7%	0,0%	100%
<b>Total</b>	<b>23,3%</b>	<b>76,3%</b>	<b>0,4%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na Tabela 4, observou-se que da parcela da amostra que tem conhecimento da

existência da abordagem da educação ambiental, houve maior concentração de respostas, com relação a forma como é trabalhada, através de aulas (47,5%) e palestras e/ou minicursos (32,2%).

Tabela 4 - Como é trabalhada a questão ambiental em sua cidade?

<b>Resposta</b>	<b>%</b>
Palestras e/ou Minicursos	47,5%
Aulas	32,2%
Projetos	5,1%
Horta nas escolas	1,7%
Oficinas	1,7%
Outros	8,5%
Não respondeu	3,4%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

Nota: Resposta dada apenas pelos 59 entrevistados que responderam “sim” na Tabela 3.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A partir da Tabela 5 foi possível identificar que a maioria dos habitantes entrevistados acredita que a educação ambiental deve ser trabalhada com mais frequência no município, sendo importante destacar que a menor parcela contrária a essa afirmação é constituída dos que possuem menor escolaridade, não-alfabetizados (13,3%), alfabetizados (9,8%) e ensino fundamental completo (3,6%).

Tabela 5 - Na sua opinião, a educação ambiental deveria ser tratada com mais frequência na sua cidade?

<b>Escolaridade</b>	<b>A educação ambiental deveria ser tratada com mais frequência?</b>			<b>Total</b>
	<b>Não respondeu</b>			
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não respondeu</b>	
Não-alfabetizado	86,7%	13,3%	0,0%	100%
Alfabetizado	89,3%	9,8%	0,9%	100%
Ensino fundamental completo	96,4%	3,6%	0,0%	100%
Ensino médio completo	100,0%	0,0%	0,0%	100%
Ensino superior completo	100,0%	0,0%	0,0%	100%
Pós-graduação completo	100,0%	0,0%	0,0%	100%
Não respondeu	100,0%	0,0%	0,0%	100%

<b>Total</b>	<b>94,1%</b>	<b>5,5%</b>	<b>0,4%</b>	<b>100%</b>
--------------	--------------	-------------	-------------	-------------

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com relação ao perfil dos entrevistados, percebeu-se na Tabela 6 que existe um percentual representativo de pessoas com idade acima dos 50 anos. Além disso, a amostra contou com participação de 48 habitantes do sexo masculino (19%) e 205 pessoas do sexo feminino (81%).

Tabela 6 – Faixa Etária

<b>Idade</b>	<b>%</b>
Até 18 anos	4,7%
19 a 25 anos	7,1%
26 a 30 anos	9,1%
31 a 35 anos	10,7%
36 a 40 anos	10,3%
41 a 45 anos	7,9%
46 a 50 anos	6,7%
Mais de 50 anos	42,7%
Não respondeu	0,8%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

No contexto do nível de escolaridade, a partir da análise da Tabela 7, percebeu-se que a maior parcela da população não conseguiu completar o ensino médio completo (61,3%) que corresponde a soma dos entrevistados que são não-alfabetizados, alfabetizados e com ensino fundamental completo. Portanto, dando mais ênfases as análises realizadas anteriormente, nas Tabela 1 a 3 em que o nível de escolaridade vem contribuindo para que haja maior percepção ambiental.

Tabela 7 – Escolaridade

Nível de instrução	%
Não-alfabetizado	5,9%
Alfabetizado	44,3%
Ensino fundamental completo	11,1%
Ensino médio completo	16,6%
Ensino superior completo	16,6%
Pós-graduação completo	2,0%
Não respondeu	3,6%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Por fim, é mostrado na Tabela 8 que a maior parcela dos moradores entrevistados possui renda bruta inferior a um salário mínimo (52,2%), em um contexto condizente com a realidade das pequenas cidades do interior do Estado do Rio Grande do Norte.

Tabela 8 - Renda Mensal Bruta

Renda familiar bruta mensal	%
Até R\$ 937,00	52,2%
Mais de R\$ 937,00 e até R\$ 1.874,00	33,6%
Mais de R\$ 1.874,00 e até R\$ 2.811,00	11,5%
Mais de R\$ 2.811,00 e até R\$ 3.748,00	1,6%
Mais de R\$ 5.622,00 e até R\$ 6.559,00	0,4%
Não respondeu	0,8%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

## 28.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises apresentadas nesse trabalho acerca da percepção ambiental dos moradores da cidade de Coronel João Pessoa, conclui-se a importância de ter ações na área da educação ambiental mais efetiva, em que as pessoas consigam ter maior conhecimento sobre os principais benefícios atrelados a sua utilização no cotidiano. Assim, despertando maior interesse pela área, sendo necessário intensificar o trabalho através da construção de

práticas que atinjam toda a sociedade, não se limitando apenas a trabalhos realizados no ambiente escolar, mas, utilizando também a exploração do desenvolvimento de projetos, oficinas, teatros, dentre outras. Desta forma, possibilitando a população em geral, uma melhor percepção ambiental, dos cuidados que se devem ter para sua preservação e dos riscos que envolvem as práticas ambientais incorretas.

## REFERÊNCIAS

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W.O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Blucher, 2005.

LUCCI, E. A.; BRANCO, A. L.; MENDONÇA, C. **Território e sociedade no mundo globalizado: Geografia: ensino médio**. São Paulo: Saraiva, 2010. v. 1.

RECH, A. U.; RECH A. **Zoneamento ambiental como plataforma de planejamento da sustentabilidade: instrumentos de uma gestão ambiental, urbanística e agrária para o desenvolvimento sustentável**. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2012.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. F. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e práticas do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2012.

Waleskha Benevenuto Pinto Neves

Daniela Victória Mendes Diniz

Hingrid Soares de Araújo

Isis dos Santos Costa

Fabíola Luana Maia Rocha

### 29.1 INTRODUÇÃO

Elemento imprescindível a vida humana e a organização social, a água, é considerada pelo ordenamento jurídico brasileiro um bem de domínio público e um recurso natural restrito, munido de valor econômico. Sua escassez no Brasil, assim como em outros países acarreta adoção de leis internas e convenções internacionais, objetivando o gerenciamento racional deste bem (MELO, 2013; GADELHA, 2006).

A Lei das Águas, a Lei nº 9.433/97, tem como um dos seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. No entanto, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), por meio do relatório apresentado no Programa Mundial de Avaliação de Recursos Hídricos divulgado em 2012, atenta que o aumento da demanda de recursos hídricos no mundo, acarreta a diminuição do fornecimento de água doce em muitas regiões (MELO, 2013).

Em contrapartida a Lei nº 9.433/97, que compreende a água como um recurso dotado de valor econômico, o município de Sousa localizado no semiárido nordestino brasileiro, no Estado da Paraíba, instituiu a isenção de parte dos usuários da cobrança pelo uso da água ao criar a lei complementar nº 031, de 4 de maio de 2004 e o Departamento de Água, Esgotos e Saneamento Ambiental de Sousa (DAESA), uma autonomia municipal capaz de gerenciar os serviços de água, esgoto e saneamento ambiental da cidade.

Segundo Guimarães (1995), a municipalização, dita como o repasse de recursos e atribuições para a esfera municipal de poder e acarretando consequentemente o aumento

na autonomia das cidades, é um processo carente no Brasil quando se trata de criação de valores junto à sociedade brasileira.

Com o objetivo de realizar um comparativo da gestão do sistema de abastecimento de água no município de Sousa/PB pelo Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental (DAESA) – Sistema privado, e pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) – Sistema público.

Especificamente, avaliar os impactos sociais gerados a partir da introdução do sistema de abastecimento de água privado no município; analisar os impactos econômicos gerados a partir da introdução do sistema de abastecimento de água privado e comparar os aspectos gerais da rede de abastecimento proporcionados pelo sistema público e o privado.

## 29.2 METODOLOGIA

A presente pesquisa apresenta um caráter descritivo, uma vez que o objetivo da pesquisa é a descrição das características conhecidas que integram o fenômeno, no qual, geralmente, são realizados levantamentos ou observações sistemáticas do fenômeno escolhido (GIL, 2008).

A pesquisa terá como fonte as bibliografias que, de acordo com Santos (2015), são consideradas fontes bibliográficas os livros, as publicações teóricas, websites, anais de congresso, entre outros tipos de arquivos, de modo que as utilizações totais ou parciais desses arquivos caracterizam a pesquisa como sendo bibliográfica.

Nesse sentido, o levantamento bibliográfico prévio obtém informações relevantes relacionados ao problema em questão, além disso, fazer tal levantamento bibliográfico promove ao pesquisador o conhecimento dos trabalhos já realizados na área.

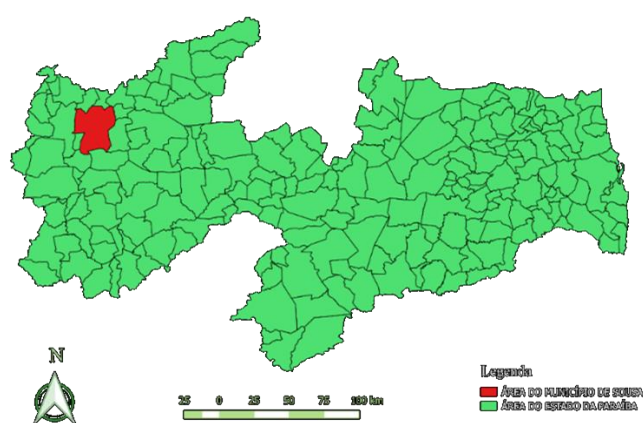
O presente estudo é caracterizado por ser um estudo de caso, pois um objetivo de pesquisa restrito é selecionado a fim de obter conhecimentos mais aprofundados em seus aspectos característicos (SANTOS, 2015). O estudo de caso foi desenvolvido avaliando o atual sistema de Abastecimento de Água (SAA) da cidade de Sousa-PB a partir dos métodos expostos anteriormente, cujo intuito principal é comparar as questões relativas ao SAA atual (sistema privatizado) com o antigo SAA (sistema público).

Sousa é um município localizado na região interiorana do estado da Paraíba, no

Nordeste Brasileiro, região conhecida como alto sertão paraibano, distante aproximadamente 440 km, via Rodovia Brasileira BR-230, de João Pessoa – capital do estado.

De acordo com o último censo demográfico disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) o município detém de 65.803 habitantes, e a população estimada para o ano de 2018 foi de 69.161 pessoas, com densidade demográfica de 89,10 habitantes por km<sup>2</sup>. O mapa temático mostrado na Figura 1, logo abaixo, destaca o município de Sousa (objeto de estudo desta pesquisa) inserido no estado da Paraíba.

Figura 1 - Mapa temático de Sousa-PB



Fonte: IBGE (2019)

## 29.3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 29.3.1 Água: aspectos gerais e econômicos

A água, considerada um elemento essencial a vida, passou a ser vista como recurso hídrico dotado de valor econômico. Sua utilização, na maioria das vezes, é feita de forma indiscriminada, encontrando sempre novos usos, sem avaliar as consequências ambientais em relação à quantidade e qualidade. Caracterizada por uma exploração agressiva e descontrolada, a adversidade com a água marcou os últimos tempos a uma crise socioambiental profunda (BACCI; PATACA, 2008).

De acordo com Bacci e Pataca (2008) a crise mundial da água abrange vários aspectos, incluindo os sociais, econômicos e ambientais. O problema é retratado no aumento da pobreza, na falta de saneamento básico, na poluição dos rios, na urbanização e



industrialização, e especialmente na má gestão dos recursos hídricos disponíveis.

A partir dos diversos problemas envolvendo a má utilização e gestão da água, iniciou-se um processo de valorização com a implementação na maioria das nações de um sistema rígido de prestação e controle de serviços de abastecimento de água. Nesse âmbito, uma das vantagens financeiras seria uma maior racionalidade nas decisões relacionadas com as despesas e melhor forma das distribuições dos benefícios e custos, permitindo a cada cidade ou microrregião empregar seus próprios recursos nos programas governamentais (GADELHA, 2006).

Dessa forma, surge a lei 9.433/97 conhecida como Lei das Águas que vem instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa regulamentação define fundamentos, objetivos, diretrizes, instrumentos e fornece subsídios, de modo a estabelecer planos diretores para o gerenciamento das águas. Assim sendo, a gestão da água deve ser compartilhada entre o Estado, a sociedade civil, o setor privado e as comunidades locais, garantindo participação da população diante das decisões tomadas (BARBOSA; BATISTA; BARBOSA, 2012).

No tocante a cobrança pelo uso de recursos hídricos, a Lei das Águas elenca três objetivos a começar de considerar a água como bem econômico e oferecer ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água, e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

De acordo com a Agência Nacional da Águas (2006) uma das maiores dificuldades no Nordeste brasileiro é dada pela insuficiência da água para o atendimento das demandas de abastecimento da população, que vão desde irregularidades das distribuições dos recursos hídricos à diminuição da produção de água nos períodos de estiagem. O município de Sousa é beneficiado com o Açude de São Gonçalo, em que conta com uma capacidade de 44.600.000 m<sup>3</sup>, atendendo as necessidades das demandas domésticas, comerciais, industriais e públicas da cidade de Sousa e do distrito de São Gonçalo (MELO, 2013).

Para Campos e Studart (2003) a aceitação da água como bem econômico influencia diretamente na diminuição do consumo e no aumento da demanda. Os autores acreditam que o modo como a água é fornecida pode promover um uso eficiente, um maior consumo, ou até mesmo um maior desperdício e crescimento desordenado da demanda.

### 29.3.2 Características do sistema privado

Sabe-se que a água é um recurso natural indispensável à vida humana, sendo considerada um bem de domínio público. A sua disponibilidade, tanto no Brasil como no mundo é limitada e de valor econômico, sendo assim, leis e convenções internacionais têm sido empregadas como instrumentos jurídicos a fim de regularizar ações administrativas para o gerenciamento desses recursos hídricos (MELO, 2013).

A Lei de número 9433/97, da Política Nacional dos Recursos Hídricos, tem como um dos objetivos garantir a atual e futuras gerações a necessidade de disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados para os respectivos usos.

A água é caracterizada por ser um recurso renovável, porém devido a degradação do meio ambiente, a sua capacidade de resiliência vem sendo reduzida. Nesse sentido, a fim de garantir a sustentabilidade, os mecanismos de gestão devem possibilitar seu uso dos recursos hídricos de maneira racional (ASSIS; VIEIRA; OLIVEIRA, 2018 apud FREITAS, ORTIGARA, 2017; RIBEIRO, ROLIM, 2017).

Atualmente, o município de Sousa – PB, conta com um sistema de gestão de água que envolve três entes, são elas:

- Departamento Nacional De Obras Contra as Secas (DNOCS);
- Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA);
- Departamento de Água, Esgotos e Saneamento Ambiental de Sousa (DAESA).

De acordo com a administração local, a busca pela municipalização do serviço se deu pela razão da baixa capilaridade evidenciada pela CAGEPA, onde de acordo com os dados apresentados pela prefeitura, apenas 29% da população global do município contava com os serviços de tratamento de água, além disso, apenas 1% da zona rural era atendida (GADELHA, 2006).

A partir da Lei municipal Complementar de Sousa de número 31, de 4 de maio de 2004 , a autarquia DAESA foi criada, onde a mesma é responsável pela arrecadação dos serviços de água no que diz respeito às tarifas de prestação dos serviços de abastecimento

de água e coleta de esgotos.

Nesse contexto de municipalização dos serviços de água na cidade, a proposta de criação da autarquia DAESA no ano de 2004 teve como outro interesse nessas questões a participação da população da cidade, incluindo nas decisões públicas uma maior participação da coletividade que, por sua vez, tinha como motivação uma política tarifária, isentando as famílias de baixa renda (MELO, 2013).

A cobrança é dirigida para os tipos de usuários: residenciais, industrial, pública e comercial e os valores foram regulamentados em 2009, onde as atualizações anuais não são realizadas, assim como o consumo inferior a 10 m<sup>3</sup> de água, onde tal ação dificulta a sustentabilidade econômico-financeira desse ente (ASSIS; VIEIRA; OLIVEIRA, 2018 apud OLIVEIRA, 2015).

### **29.3.3 Municipalização do sistema de abastecimento de água e o caso de Sousa-PB**

Com a difusão da Constituição Federal de 1988, tem sido constante as discussões sobre a descentralização das políticas públicas em solo de todo o Brasil, ocasionando na reconfiguração dessas políticas atrelado a transferência de poder de um âmbito mais elevado para esfera municipal (ALVES; BRAGA, 2011).

Sierra (1998) *apud* Sanson *et. al.* ([201?]) afirma que os governos municipais têm o desejo de satisfazer as principais necessidades da população, aperfeiçoando a democracia e expandindo a autonomia municipal. Além do que é função do município administrar, fomentar e proteger os interesses locais, promover o desenvolvimento integral, preservar o meio ambiente, melhorar a qualidade de vida de sua população e promover adequadamente a prestação de serviços públicos locais.

Nesse sentido, levando em conta a questão do sistema de abastecimento de água dos municípios, Alves e Braga (2001, p. 4) defendem que “a municipalização dos recursos hídricos promove uma maior autonomia institucional, administrativa e financeira do município, possibilitando uma gestão de melhor qualidade e a prestação de um serviço mais eficiente junto à comunidade”.

O que ocasionou a municipalização do serviço de abastecimento de água do município de Sousa-PB, foram justamente essas questões até então pautadas. Em maio de

2004 o município notificou a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), que em face da criação do Departamento de águas, Esgotos e Saneamento Ambiental (DAESA) pela Lei Municipal 31/2004, regulamenta por decreto, passaria, de forma imediata, a assumir a exploração dos serviços de água esgoto e saneamento do município (CUNHA et al., 2012).

A prefeitura Municipal de Sousa, entre outros motivos para requerer a administração municipal do serviço, alegou a concessão de uso da água, que foi firmado em 1969 por 20 anos entre a CAGEPA e o município, na qual expirou em 1989 e não foi renovada, porém a CAGEPA mesmo com o fim do contrato continuou prestando o serviço. Dessa forma o poder judiciário definiu que o município tem o direito de explorar e administrar a água e o esgoto de cidade, determinando assim, em 2006 que a CAGEPA disponibilizasse todos os seus bens imóveis, móveis e equipamentos para a DAESA (CUNHA et al., 2012).

O Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (2010), menciona que para o município de Sousa, os resultados financeiros obtidos, após a municipalização, não têm se mostrado satisfatório, pois avaliando a arrecadação do DAESA nos anos de 2008 e 2009, teve uma média mensal de R\$ 160.124,93. Quando a Companhia Estadual geria o sistema, o mesmo apresentou arrecadação média mensal de R\$ 412.653,99. Representando assim, uma redução de 61,20%.

Esses valores, no âmbito do setor financeiro econômico para gestão, revelam grande deficiência na arrecadação do município de Sousa, o qual, ao passar a gerir o seu próprio sistema de abastecimento de água, não dispunha de estrutura adequada para tal.

#### **29.3.4 Conflito pela gestão: DAESA X CAGEPA**

O município de Sousa criou o Departamento de água, esgotos e saneamento ambiental de Sousa (DAESA) com o objetivo de assegurar a elevação do nível de qualidade de vida e bem-estar da população, bem como a melhoria do saneamento ambiental da cidade. O departamento foi criado em maio de 2004, porém só passou atuar de fato como gestora dos serviços de água, esgoto e saneamento na cidade em maio de 2006 (MELO, 2013).

O espaço entre a criação e atuação do DAESA, foi causado justamente por uma disputa judicial de aproximadamente 2 anos de duração com a CAGEPA, que era responsável

por esses serviços na cidade até então. A disputa iniciada pela CAGEPA estava amparada no art. 6º da Lei Estadual nº 6.636, de 19 de junho de 1998, o qual estabelece que “a atual outorga a ser concedida dos serviços públicos estaduais de saneamento, concedida à CAGEPA,” [...], “ora com tempo indeterminado, passa a vigorar pelo prazo de 20 (vinte) anos a contar da data de assinatura do contrato” [...], “para garantir amortização de investimentos em obras necessárias a sua modernização, nos sistemas estaduais de saneamento” (*apud* MELO, 2013, p. 18).

Para que a municipalização fosse efetuada, a prefeitura municipal de Sousa alegou até razões de saúde pública. Segundo Gadelha (2006, p. 62), a bandeira levantada pela prefeitura foi baseada no seguinte argumento: “A maior parte dos dutos e encanamentos existentes na cidade são feitos de amianto, substância temporariamente proibida no país, até que pesquisas mais profundas afastem a hipótese de que seja cancerígena”.

Juntamente com os argumentos de risco à saúde, durante o decorrer a disputa judicial com a CAGEPA, no decorrer das eleições municipais do ano de 2004 a campanha foi totalmente dirigida à população sousense. Expondo a população alguns pontos que a municipalização iria trazer para eles, como a isenção das tarifas de cobrança pelo uso da água e os grande slogans foram “fim da perseguição e das altas tarifas” e “água gratuita” (MELO, 2013, p. 19).

Por fim, a configuração de todo processo de abastecimento da cidade ficou compreendido pela autarquia federal, Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS) responsável pelo o açude de São Gonçalo que realizada o abastecimento da cidade, uma autarquia estadual CAGEPA, que é responsável pelo tratamento da água e a distribuição e cobrança pelo uso múltiplo urbano dos recursos hídricos são executadas pela prefeitura da cidade, por meio da concessionária DAESA (MELO, 2013).

#### **29.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Analisando as competências e atribuições do DAESA sob a lei complementar nº031/2004, a primordial competência é a produção de água tratada através de captação de água superficial e subterrânea, porém, avaliando as gestões entre DAESA e CAGEPA a DAESA não realiza a produção da água, apenas a distribuição.

Outra competência analisada, trata-se da gestão estratégica dos serviços prestados pela DAESA, pode-se verificar que para suceder com a municipalização houve estratégia pelo poder público municipal atrelada a questões políticas, uma vez que incentivou a população com a disponibilização do recurso hídrico com menores taxas tarifárias, conforme as Tabelas 1 e 2.

O valor fixo da taxa independentemente do tipo de tarifa é para um consumo de até 10m<sup>3</sup>, acima desse volume a cada metro consumido será acrescido um novo valor por metro, por exemplo, se uma unidade comercial consome 13m<sup>3</sup> de água, pagará o valor da taxa correspondente aos 10m<sup>3</sup> iniciais (R\$25,39) mais três vezes o valor por metro excedido (3 x R\$4,40) pela DAESA (Tabela 1), o mesmo raciocínio vale para os valores cobrados pela CAGEPA.

Tabela 1 - Estrutura tarifária do DAESA

Categoria de Consumo	Tipo de Tarifa	Água	Esgoto	Esgoto	Água + Esgoto
Até 10 m <sup>3</sup>	Mínima	R\$ 14,22	R\$ 2,3	40 %	R\$ 16,52
11 a 20 m <sup>3</sup>	Normal	R\$ 1,83	R\$ 0,73	40 %	R\$ 2,56
21 a 30 m <sup>3</sup>	Normal	R\$ 2,41	R\$ 1,3	53 %	R\$ 3,71
Acima de 30 m <sup>3</sup>	Normal	R\$ 3,3	R\$ 2,31	70 %	R\$ 5,61
0 a 10 m <sup>3</sup>	Comercial	R\$ 25,39	R\$ 10,16	40 %	R\$ 35,55
Acima de 11 m <sup>3</sup>	Comercial	R\$ 4,4	R\$ 1,76	40 %	R\$ 6,16
0 a 10 m <sup>3</sup>	Industrial	R\$ 28,83	R\$ 11,53	40 %	R\$ 40,36
Acima de 11 m <sup>3</sup>	Industrial	R\$ 4,85	R\$ 1,94	40 %	R\$ 6,79

Fonte: ASSIS e VIERA (2018). Adaptado do DAESA (2017).

Tabela 2 - Estrutura tarifária da CAGEPA

Categoria de Consumo	Tipo de Tarifa	Água	Esgoto	Esgoto	Água + Esgoto
Até 10 m <sup>3</sup>	Mínima	R\$ 37,91	R\$ 30,33	80 %	R\$ 68,24
11 a 20 m <sup>3</sup>	Normal	R\$ 4,89	R\$ 3,91	80 %	R\$ 8,80
21 a 30 m <sup>3</sup>	Normal	R\$ 6,45	R\$ 5,81	90 %	R\$ 12,26
Acima de 30 m <sup>3</sup>	Normal	R\$ 8,76	R\$ 8,76	100 %	R\$ 17,52
0 a 10 m <sup>3</sup>	Comercial	R\$ 67,65	R\$ 60,89	90 %	R\$ 128,54
Acima de 11 m <sup>3</sup>	Comercial	R\$ 11,72	R\$ 11,72	100 %	R\$ 23,44
0 a 10 m <sup>3</sup>	Industrial	R\$ 81,94	R\$ 73,75	90 %	R\$ 155,69
Acima de 11	Industrial	R\$ 13,05	R\$ 13,05	100 %	R\$ 26,10

Percebe-se uma grande diferença nos preços tarifários entre os dois sistemas, para o consumo normal a CAGEPA cobra cerca de 24% a mais que a DAESA, para o uso comercial a DAESA cobra aproximadamente 27% a menos que a CAGEPA e por fim, para o uso industrial essa variação gira em torno de 26% entre as companhias. Este resultado justifica as diferenças nos valores arrecadados mencionados no tópico municipalização do sistema de abastecimento de água e o caso de Sousa-PB.

Ainda sobre as questões tarifárias é importante salientar que em relação a classe de consumidores residenciais há duas subdivisões: consumidores de baixa renda (usuários no programa bolsa família instituído pelo governo federal com inscrição no NIS), cujo consumo mensal seja igual ou inferior a 10 m<sup>3</sup> de água onde estes são isentos da tarifa e consumidores residencial normal (demais consumidores não abrangidos na classificação anterior).

Com relação a obrigatoriedade do pagamento, a DAESA deixou a cargo do gestor municipal as questões de isenções. Com isso, surge a problemática de que o departamento não pode realizar corte nas ligações de água por motivo de inadimplência do consumidor.

Acerca das questões gerais do sistema de abastecimento de água da cidade, não houve alterações após a municipalização. A periodicidade do abastecimento e as questões relacionadas a distribuição pela DAESA continua a mesma do ofertado anteriormente pela CAGEPA.

## 29.5 CONCLUSÃO

Diante do exposto pode-se perceber que o caso da municipalização do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Sousa-PB gerou impactos econômicos sob duas dimensões, a primeira no âmbito social, tendo este se dado de forma positiva, uma vez que a população em geral paga taxas tarifárias menores que em todo restante do estado e ainda a população de baixa renda é isenta do pagamento. A segunda no âmbito da gestão municipal se deu de forma negativa, tendo em vista que o município arrecada menos do que a CAGEPA arrecadava.

As características gerais do sistema continuaram ocorrendo da mesma forma no

sistema privado como ocorriam no sistema público, posto que a captação, armazenamento e distribuição continuam funcionando com os mesmos equipamentos e na mesma frequência que eram utilizados pela CAGEPA.

Por fim, especialmente no que diz respeito às questões financeiras a aceitação do DAESA pela população foi relativamente alta, uma vez que a municipalização do SAA do município trouxe benefícios sociais e econômicos para os Sousenses.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Nordeste**: abastecimento urbano de água: alternativas de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2006.

ALVES, W. O.; BRAGA, M. E. B. P. Uma avaliação da viabilidade da municipalização dos serviços de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário do município de Pombal. [S.l.:s.n], 2011. Disponível em: <https://urlless.in/K2yTN>. Acesso em: 07 jun. 2019.

ASSIS, L. F.; VIEIRA, A. S; OLIVERA, M. M. Tarifação para equacionar os serviços de saneamento ambiental, na cidade de Sousa, no Estado da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p.544-556, 1 out. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5446> . Acesso em: 07 jun. 2019.

BACCI, D. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226. 2008. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10302> . Acesso em 25 jun. 2019.

BARBOSA, E. M.; BATISTA, R. C.; BARBOSA, M. F. N. **Gestão dos recursos naturais**: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Moderna, 2012.

SOUSA, **Lei Complementar nº 031, de maio 2004**. Dispõe sobre os serviços públicos de água e esgoto no tocante a retomada da gestão e operação destes serviços pela administração municipal, cria o departamento de água esgoto e saneamento ambiental de Sousa. Sousa: Câmara Municipal, [2004].

Disponível em: [https://www.camarasousa.pb.gov.br/arquivos/374/LEIS\\_COMPLEMENTARES\\_31\\_2004\\_0000001.pdf](https://www.camarasousa.pb.gov.br/arquivos/374/LEIS_COMPLEMENTARES_31_2004_0000001.pdf) Acesso em: 22 junho. 2019.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: <https://urlless.in/MLvbX>. Acesso em: 09 jul. 2020.



COSTA, S. S. Ações emergenciais em Saneamento Ambientais necessárias aos municípios autônomos de saneamento no País. *In: ENCONTRO ANUAL DA ASSEMAE*, 2004, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: ASSEMAE, 2004.

CUNHA *et al.* **Mapeamento e tipologia dos conflitos pela gestão e controle das águas no estado da Paraíba**. *Boletim de Geografia*, v. 30, n. 2, p. 31-43, 2 jul. 2012. Disponível em: <https://urless.in/X09Cw>. Acesso em: 07 jun. 2019.

GADELHA, L. de M. **A Ineficácia constitucional: o caso da municipalização dos serviços de água em Sousa (PB)**. 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

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

GUIMARÃES, E. **A municipalização da educação**. São Paulo: Edusp, 1995.

IBGE. **Panorama de Sousa**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/sousa>. Acesso em: 26 maio 2019.

IBGE. **Pesquisa por amostra de domicílio**. Rio de Janeiro: IBGE, Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 08 de junho de 2019.

MELO, W F. **Análise da gestão da demanda de águas superficiais no município de Sousa – PB: o caso DAESA (2006-2012)**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, 2013.

SANSON *et al.* **Municipalização do saneamento básico: um estudo de caso para Caxias do Sul no período de 1996 a 2003**. S. A. [S.l.:s.n], [201-?]. Disponível em: <https://urless.in/qJiFf>. Acesso em: 07 jun. 2019.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. 8. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2015. 158 p.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Relatório de auditoria operacional nos sistemas de abastecimento de água no Estado da Paraíba**. João Pessoa: TCE-PB, 2010.

ASSIS, L. F.; VIEIRA, A. S.; OLIVERA, M. M. Tarifação para equacionar os serviços de saneamento ambiental, na cidade de Sousa, no Estado da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 544-556, 2018. Disponível em: <https://urless.in/x60ZH>. Acesso em: 09 jul. 2020.

CAGEPA. **Estrutura tarifária**. João Pessoa: CAGEPA, 2018. Disponível em: <https://urless.in/eztWM>. Acesso em: 06 de julho de 2019.

# 30 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DO VAZADOURO PÚBLICO DE PAU DOS FERROS/RN

Francisca Kennia Nunes dos Santos

Francisca Mirtes Nunes dos Santos

## 30.1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata-se de uma análise socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis do vazadouro público do município de Pau dos Ferros – RN. Essa análise descreve as características do determinado grupo de pessoas através de coleta de dados e investigações, por meio de questionários.

De acordo com alguns questionamentos, como idade, escolaridade e tempo de serviço, pode-se mostrar como as condições sociais e as condições socioeconômicas influenciam para que ainda ocorra esse tipo de trabalho no país. Dessa forma, a caracterização desses trabalhadores é de tamanha importância para se mostre a precariedade desse meio de trabalho e que políticas públicas possam ser desenvolvidas para a retirada dos indivíduos do local, com melhores condições de conforto e menos riscos à saúde. Além disso, é necessário o encerramento do lixão e implantação do aterro sanitário como é exigido por lei.

Dessa maneira, tem-se como objetivo a caracterização socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis do vazadouro público do município de Pau dos Ferros – RN. Como também analisar os principais problemas enfrentados pelos catadores e apontar alternativas para geração de renda para catadores de materiais recicláveis após o encerramento do vazadouro público do município de Pau dos Ferros – RN.

## 30.2 METODOLOGIA

A pesquisa se classifica como descritiva e exploratória, que de acordo com Cervo (2007), diz que a pesquisa descritiva desenvolve-se abordando dados e problemas que

merecem ser estudados, além disso, é exploratória porque realiza descrições precisas da situação e quer descobrir as relações existentes entre seus elementos componentes.

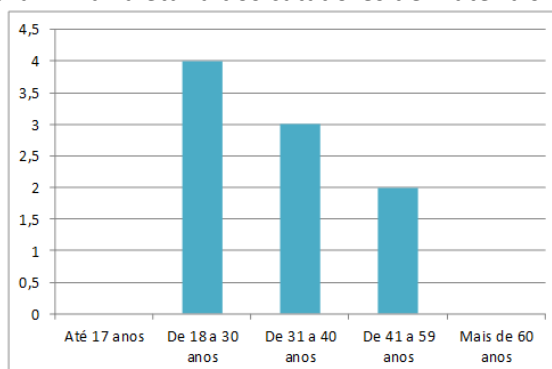
O presente trabalho trata do estudo e da descrição de características de um determinado grupo de pessoas através de coleta de dados e investigações, para isso, ainda de acordo com Cervo (2007), a coleta é uma tarefa importante na pesquisa, envolvendo diversos passos, como a determinação da população a ser estudada, a elaboração do instrumento de coleta, a programação da coleta e também os tipos de dados e de coleta.

Então, no dia 21 de maio de 2018, foi realizada a visita ao vazadouro público de Pau dos Ferros – RN e feita a caracterização socioeconômica dos catadores do local. De acordo com as informações obtidas, de 12 a 15 catadores vão ao lixão diariamente. Quanto aos formulários aplicados neste dia, 9 pessoas responderam prontamente. Cada questionário possui 25 perguntas e foram aplicados um a um para cada trabalhador.

### 30.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados analisados, percebeu-se que a maioria dos catadores é do sexo masculino, visto que dos 9 entrevistados, apenas 3 são mulheres. Quanto à faixa etária dos trabalhadores, não há menores de 17 anos no local, indicando que neste aspecto, os jovens se ausentam desse tipo de atividade como sustento. De forma geral, 4 possuem idade de 18 a 30 anos, 3 possuem idade de 31 a 40 anos e o restante possui de 41 a 59 anos, como mostrou o Figura 1.

Figura 1 - Faixa etária dos catadores de materiais recicláveis



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Sobre a escolaridade dos catadores, apenas 3 possuem o ensino médio completo ou incompleto, e o restante é compreende 1 não alfabetizado, 1 alfabetizado, 1 com ensino fundamental incompleto e 3 com ensino fundamental completo. Quanto à escolaridade do pai, 6 dos pais não são alfabetizados, já quanto à escolaridade da mãe, 3 são não alfabetizadas e 4 delas cursaram até apenas o ensino fundamental. Nenhum dos pais ou dos catadores cursa/cursou ensino superior, representando assim um grau de escolaridade baixo, bem como induzindo a explicar pela a situação falta de tempo, chances e/ou incentivo para ir à escola.

Outro questionamento feito foi se os pais e as condições os influenciaram a ter a coleta de lixo como a fonte de sustento. Dos 9 entrevistados, 3 responderam que os pais influenciaram, como um trabalho herdado, 4 responderam que não houve influência da parte deles, 1 respondeu o que motivou, sendo a crise e falta de emprego e a última catadora respondeu que exerce o trabalho por conta do marido e pelas condições que vivem.

O exercício do trabalho vem sendo desenvolvido pela maioria dos catadores, sendo 5 neste aspecto, entre 3 e 5 anos. 1 deles desempenha a atividade há mais de 5 anos, 1 deles trabalha no local há um tempo entre 1 ano e menos de 3 anos e apenas 2 catadores utilizam o lixão como fonte de renda há menos de 1 ano. Isso significa que as pessoas que frequentam o vazadouro buscando os materiais para vender já se encontram a um tempo considerável nesta atividade, permanecendo sem uma perspectiva para o futuro.

Com isso, políticas públicas devem ser desenvolvidas para a retirada dos trabalhadores do local, com melhores condições de conforto e menos riscos de saúde. Com o encerramento do lixão e implantação do aterro sanitário, que é exigido pela Lei nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os catadores podem vir a trabalhar nesse novo local, realizando a catação de materiais para reciclagem, tendo também um trabalho cadastrado em uma Associação de Catadores, com mais direitos, que é outro objeto de alcance do projeto.

Os catadores de materiais recicláveis afirmaram que os materiais mais vendidos são: papel, papelão, garrafas PET, alumínio e até mesmo fios de cobre encontrados no local. Quanto à quantidade de material coletado por dia, 4 pessoas responderam que coletam até 100Kg, 1 respondeu que coleta mais que 100Kg e o restante não soube quantificar, visto que não possuem nenhum método ou ferramenta de pesagem que auxilie no processo de coleta,

indicando assim mais uma deficiência enfrentada.

Sobre a frequência, 5 deles coletam o material de segunda à sábado, 1 coleta de segunda à sexta-feira e 3 realizam essa coleta todos os dias na semana, sem descanso. Nenhum catador respondeu que coleta menos de cinco dias na semana, mostrando que de acordo com os resultados obtidos o trabalho realizado é árduo.

Os trabalhadores também responderam sobre o quantitativo de pessoas da família que se sustentam com a renda que obtêm da coleta de resíduos sólidos. A maioria, sendo 5, falaram que o ganho é para o sustento de 4 ou mais pessoas. Esse valor representa uma situação financeira ruim, pois se vê que com o ganho pouco, oriundo desse trabalho, há uma destinação para muitos familiares, restringindo ainda mais os recursos financeiros.

A visão da situação desses trabalhadores se acentua ainda mais quando se percebe que 5 deles recebem auxílio social do governo, como o Bolsa Família, sob uma análise da necessidade de ajuda de algum benefício social. Os outros 4 não recebem nenhum outro benefício, porém se mostram insatisfeitos com o que ganham, por apenas suprir com todas as suas necessidades sem que sobre algo no restante do mês para outros usufrutos.

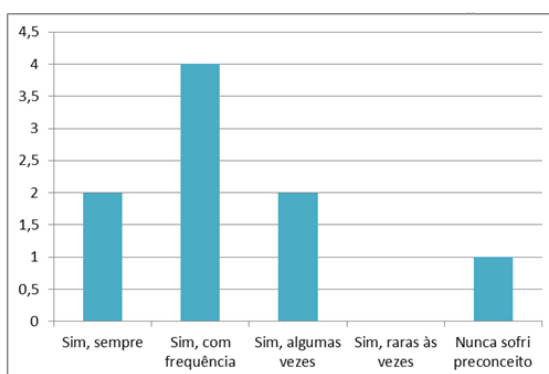
Todos os catadores que responderam aos questionários afirmaram que não adquiriram nenhum problema de saúde. As respostas mostram que há pouco conhecimento dos entrevistados acerca de cuidados com a saúde e dos riscos que o ambiente em que passam maior parte do tempo provoca. Nenhum possui acompanhamento médico nem sabe sobre os perigos existentes no local. Oliveira (2013) diz que a análise da exposição às substâncias químicas pela qual os trabalhadores são submetidos e a identificação do perfil epidemiológico dessa classe trabalhadora é essencial para a garantia de melhores condições de vida e de trabalho.

Uma alternativa é que as Unidades Básicas de Saúde (UBS) da Prefeitura de Pau dos Ferros – RN façam o acompanhamento desse grupo, através de uma forte campanha de prevenção e tratamento de doenças, bem como forneçam vacinas necessárias de acordo com os riscos a que estão expostos. O trabalho é muito exaustivo, posto que a maioria trabalha de 6 a 8 horas por dia, a céu aberto, em uma região com altas temperaturas, já outros trabalham mais de 10 horas por dia e apenas a minoria trabalha por menos de 6 horas por dia.

No meio social onde eles vivem, esse tipo de relação caracterizou-se por portar um

forte teor depreciativo, na medida em que o trabalho com o lixo foi apontado como inútil por alguns grupos da sociedade. Essa desvalorização ao ser interiorizada provocou de um lado, o aprofundamento da sua autoimagem negativa e, do outro lado, reforçou a sua expectativa de vida desfavorável (OLIVEIRA; FERNANDES; ALMEIDA, 2012). Os autores corroboram com o que foi visto no local, já que maioria afirmou que sempre ou frequentemente sofre algum tipo de preconceito por ser reconhecido como catador, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Resposta à questão: “Já sofreu algum preconceito enquanto coletava ou por ser reconhecido como catador?”



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Outra ação interventista para isso seria divulgar a importância do trabalho dos catadores para a sociedade, pelo seu trabalho de coleta de resíduos para reaproveitamento, além disso, devem ser feitas ações que auxiliem no ganho desse grupo, fornecendo o necessário, como equipamentos e ferramentas para um melhor manuseio, principalmente com a implantação do aterro controlado e posterior construção do aterro sanitário, pois se exige um processo de coleta seletiva para a seleção do material ainda útil, em que apenas o que não pode ser reutilizado deva ser descartado nesses locais. É justamente essa uma de suas funções que devem ser destacadas para que haja uma maior importância deste trabalho.

Gonçalves et al. (2013) afirmam que no passado, a existência de catadores representava a ineficiência dos serviços de limpeza urbana e eram vistos como intrusos nos perímetros das unidades de destinação final. Entretanto, hoje são “objeto” de políticas de inclusão social e vistos como prestadores de serviços ambientais, o que convém melhorar

estatísticas sobre essa população.

Esse pensamento de que os catadores são intrusos ainda é muito presente e gera preconceito para esse grupo, infelizmente, juntamente porque o cenário no município é diferente de grandes centros, principalmente por tais lugares já terem substituído o lixão pelos aterros sanitários, assim, vê-se o quão é importante fazer a população entender a necessidade dos catadores, pois são essenciais para coletar os resíduos, cuidar melhor do ambiente e da sociedade.

Outro aspecto que deve ser observado é que dos 9 entrevistados, 7 afirmaram que não envolvem seus filhos no trabalho e os outros 2 afirmaram que as crianças se envolvem e visitam o local, mas não deixam de ir à escola. O pensamento mostra que os catadores visam outras oportunidades para os seus filhos, diferentemente do que lhes foi passado e do que convivem diariamente. A ideia exemplifica que a educação deve ser primordial e o município deve intervir na busca de alternativas que ainda sim garantam o direito ao estudo e condições confortáveis de vida.

Com o encerramento do lixão do município de Pau dos Ferros – RN, além da implantação da medida paliativa do aterro controlado, a situação dos catadores deve ser analisada para que não haja ruptura de sua renda, com isso, o Projeto Empreendedorismo Social e Negócios de Impacto Social vem para auxiliar junto a Prefeitura de Pau dos Ferros na busca de soluções, justamente para não afetar nas condições sociais desses trabalhadores. As medidas visam cadastrar os catadores em uma associação, implantar a coleta seletiva no município e utilizar os resíduos sólidos como fonte de renda para a comunidade local mais vulnerável.

Foi verificado, que 7 dos catadores não estão associados a nenhuma cooperativa, por isso se faz necessário a efetivação de um Cooperativa ou Associação, para que assegurem seus direitos e possa haver um controle da coleta e do trabalho desenvolvido no local.

Os trabalhadores ainda não possuem o conhecimento necessário sobre a implantação da coleta seletiva, para auxiliar no recolhimento dos resíduos quando for construído o aterro controlado, por isso a ideia de abandonar o “lixão” assusta muito. A coleta seletiva deve ser divulgada em todos os meios, sendo carros de som, redes sociais, escolas, secretarias, panfletos, para que assim haja a sensibilização de toda a população e que realize a separação dos resíduos sólidos, a fim de facilitar a coleta por este grupo de

catadores.

Foi visto também a forma que os recicláveis coletados são transportados, a maioria, 6 responderam que utilizam carroças com a tração animal, outras opções que usam são: motocicleta, a pé, carroça sem ajuda de animal, dentre outros. Há uma deficiência nesse aspecto também, já que não há nenhum meio mais eficaz de transporte, todos são primitivos. Uma boa alternativa seria a doação de bicicletas, fornecidas pela Prefeitura àquelas pessoas que vão trabalhar no recolhimento de resíduos do futuro aterro municipal.

Existem vários problemas encontrados no dia a dia de trabalho dos catadores. O principal é o preço injusto pago pelos materiais; sofrer violência, verbal ou física; sofrer preconceito constantemente; falta de um sistema de coleta seletiva; e desconforto térmico. Por isso é tão urgente a implantação da coleta seletiva, para dar maior segurança a esses trabalhadores e um trabalho com mais conforto, com preços mais justos, ganhos mais sólidos bem como proporcionar uma melhor qualidade de vida.

Dentre os equipamentos que podem ser utilizados para ajudar no recolhimento do material, os catadores relataram a necessidade de luvas resistentes e maleáveis, compactador de latinha, triturador de plástico e outros. Isso porque a ausência de ferramentas dificulta o trabalho e a compactação do material. Logo, a situação em que os catadores vivem diariamente mostra que o poder público e outras entidades devem intervir a fim de garantir uma melhor qualidade de vida a esse grupo de pessoas.

### **30.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo é de extrema importância para realizar a análise socioeconômica dos catadores do município de Pau dos Ferros – RN, justamente por trazer contribuições relevantes acerca das maiores dificuldades encontradas por esse grupo, estas que vão servir como base na busca de soluções e mecanismos rentáveis para eles após a desativação do vazadouro público.

Diante disso, abordar o tema sobre a vulnerabilidade dos catadores de materiais recicláveis faz-se necessário frente à escassez de dados sobre essa situação, pois se exige preocupação com o meio ambiente e com as pessoas que utilizam de resíduos sólidos para o alcance de sua renda. Logo, deve ser procurado levar pensamentos para desmarginalizar



esse trabalho, exaltar a relevância do grupo por estarem a serviço do meio ambiente e por fim, trazer melhores condições de trabalho a esses catadores.

## REFERÊNCIAS

CERVO, A. L. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prendite Hall, 2007.

GONÇALVES, C. V. *et al.* A vida no lixo: um estudo de caso sobre os catadores de materiais recicláveis no município de Ipameri, GO. **HOLOS**, v. 2, p. 238-250, maio 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2020.

OLIVEIRA, J. A., FERNANDES, S. C. S.; ALMEIDA, S. S. M. Análise das representações sociais de catadores de lixo de Sergipe acerca de sua realidade social. **Psico**, v. 43, n. 1, p. 55-68, 2012.

OLIVEIRA, T. F. Exposição às substâncias cancerígenas no ambiente de trabalho: ameaça a saúde dos catadores de lixo do Brasil. **Tempus – Actas Saúde Coletiva**, set. 2013.

# 31 ANÁLISE DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUAS CINZAS DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DA CIDADE DE PAU DOS FERROS/RN

Aury Paulino de Araújo Júnior

Ewerton Victor Pereira Mendonça

Raul Santos de Aquino

Fabiola Luana Maia Rocha

## 31.1 INTRODUÇÃO

A água é de altíssima importância para o nosso planeta, a partir dela surgiram as primeiras formas de vidas, originando as formas terrestres que somente conseguiram sobreviver na medida que começaram a desenvolver mecanismos para a retirada da água do meio ambiente para seu consumo e sobrevivência (DEMAR, 2017).

Este ocupa cerca de 75% da superfície terrestre, porém, apenas 2,5% de toda água é doce e desta minúscula quantidade, 0,1% é potável e o restante está congelada nas calotas polares. O restante da massa líquida, cerca de 97,5%, corresponde a água presente nos oceanos (LIBÂNIO, 2010).

Contudo, nos últimos anos os impactos ambientais, sobretudo na parte hídrica, vêm se tornando constantes e críticos, basicamente devido ao colossal aumento da população mundial e ao crescimento das atividades industriais. Por esses motivos, estes problemas vêm tomando dimensões exorbitantes, podendo ser observados devidos as alterações na qualidade da água, na poluição do ar e da água (FREIRE *et al.*, 2000).

Mediante essas dificuldades o conceito de reuso da água torna-se uma prática eficaz de uso racional de água e que contribui com a preservação ambiental, via a redução de descarga efluentes em corpos hídricos (RATIER, 2017 *apud* SOUSA, 2018).

O reaproveitamento da água não é um conceito novo e tem sido praticado em todo mundo desde a antiguidade. Existe relatos que na Grécia Antiga era realizado o reuso dos esgotos e utilizado em atividades de irrigação de suas plantações. Contudo, o constante crescimento da demanda por água tem feito o reuso planejado da água se tornar um

problema atual e de grande importância (SANTOS, 1993).

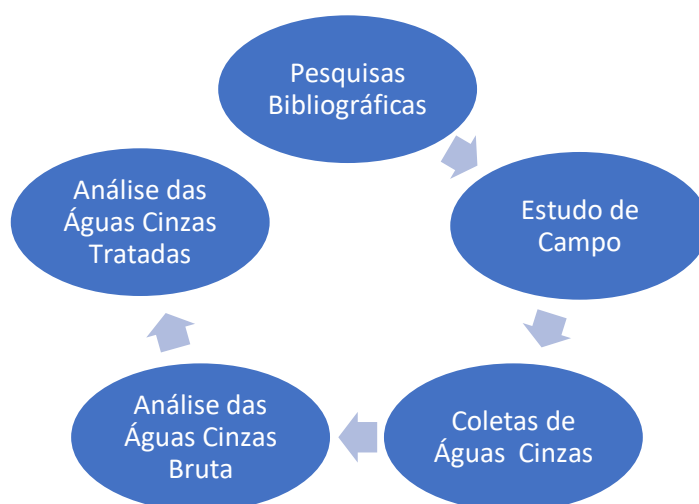
Portanto, uma das formas de reuso das águas cinzas, é a utilização destas em determinadas atividades agrícolas, como reutilização das águas cinza na agricultura familiar (VENTURA JÚNIOR *et al.*, 2009), reuso da água cinza na irrigação de plantas, como a palma, dentre outros (AZEVEDO JUNIOR, 2017).

O presente trabalho tem os objetivos de analisar os parâmetros físico-químicos de amostras de águas cinzas produzidas por uma residência unifamiliar antes e após o tratamento, coletar dados de consumo de água e verificação da quantidade de águas cinzas produzidas, descrever tecnologias de sistemas de tratamento e analisar e comparar a qualidade da água cinza após tratamento.

### 31.2 METODOLOGIA

O presente trabalho se trata de um estudo descritivo-qualitativo com caráter exploratório. Com o intuito de melhor compreensão do assunto abordado, foram realizadas pesquisas bibliográficas a partir de livros, artigos, monografias e em periódicos na internet. Em seguida, foram realizados estudos de campo com o objetivo de coletar amostras de águas cinzas e realizar suas respectivas análises. A Figura 1 apresenta os procedimentos adotados no decorrer deste trabalho.

Figura 1 - Fluxograma da pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O cenário de estudo foi uma residência unifamiliar localizada na Rua São Manoel - nº 283 da cidade de Pau dos Ferros-RN, que corresponde ao interior do Estado do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil, estando a uma distância de 389 quilômetros da capital Natal (IBGE, 2010).

De início, foi coletada 1 amostra de água cinza bruta desta residência proveniente da pia da cozinha. Posteriormente, foi coletada outra amostra tratada deste mesmo efluente. Ambas as amostras foram enviadas à CAERN para análises de seus parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Para construção do filtro biológico foram utilizados os seguintes materiais: 1 balde de tinta, 1 tijolo de bloco, 2 kg de brita, 2 kg de carvão vegetal, espuma 2 metros de tubulação de pvc e acessórios. Conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Materiais utilizados para construção do filtro biológico.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O tratamento consiste em duas etapas. No primeiro estágio o efluente é lançado no fundo do recipiente por meio de uma canalização de pvc para que os sólidos pesados sedimentem e ocorra apenas a passagem da água. Na segunda etapa o efluente passa pelo filtro biológico, no qual ocorre o processo de purificação do efluente por meio da fixação dos microrganismos aeróbicos responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Materiais utilizados para construção do filtro biológico



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Por fim, serão comparados os dados obtidos a fim de obter a qualidade deste tipo de tratamento. E ainda, observar a qualidade da água tratada e se seus parâmetros estão de acordo com limites pré-estabelecidos para utilização. Após este procedimento foram obtidos os seguintes parâmetros: Cor; pH; Turbidez; Coli Total e Esch. Coli.

### 31.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a FUNASA (2014), a qualidade da água sempre está relacionada à finalidade de sua utilização, ou seja, a água utilizada para uso industrial, navegação ou em hidrelétricas pode não ter a qualidade adequada para o abastecimento humano, recreação e preservação aquática.

A partir das análises realizadas pela CAERN, pôde-se expressar os resultados encontrados. Na amostra de água não tratada foram obtidos os índices medidos, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Análise da água bruta

<b>COR</b>		<b>131 UH</b>
<b>PH</b>		7.30
<b>TURBIDEZ</b>		294 UNT
<b>COLI TOTAL</b>		Presente
<b>ESCH. COLI</b>		Presente

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A resolução do CONAMA 357/2005 estabelece que para o uso de água que servirá para a irrigação (classe 3) deverá possuir índice de turbidez de até 100 UNT, sendo o valor encontrado na amostra mais que o dobro do permitido. A amostra possui pH alcalino de 7,3 dentro da faixa de permissão da resolução 357 da CONAMA que é de 6 a 9.7

Também foram obtidos os resultados quanto a presença ou não de coliformes, tanto o Coli total, quanto o Esch. Coli, havendo presença de ambos na amostra de água bruta.

Para a amostra de água tratada pelo filtro biológico executado, foram verificados os dados segundo a tabela 2:

Tabela 2 - Análise da água tratada

<b>COR</b>		<b>216 UH</b>
<b>PH</b>		6.82
<b>TURBIDEZ</b>		141 UNT
<b>COLI TOTAL</b>		Presente
<b>ESCH. COLI</b>		Presente

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na análise dos dados obtidos da amostra de água tratada com o filtro biológico, verificou-se que houve uma diminuição considerável no índice de turbidez da amostra mostrando uma boa eficiência do filtro em relação a esse parâmetro, no entanto, esse valor ainda é acima daquele permitido pelo CONAMA 357 para o uso da classe 3, que é de 100 UNT.

Com relação ao pH da amostra, neste houve uma pequena redução e se manteve dentro do limite estabelecido pelo CONAMA 357, demonstrando uma pequena eficiência quanto a este parâmetro. Já com relação aos parâmetros de coliformes o filtro se mostrou ineficiente, tendo a amostra tratada apresentado presença dos dois parâmetros de coliformes apresentados.

Quanto a análise da cor do efluente, o filtro biológico não obteve resultados satisfatórios quanto a este parâmetro. Podendo ter sido ocasionado por possíveis erros de dimensionamento e/ou análise.

### 31.4 CONCLUSÃO

A água é o bem mais precioso que existe na terra, sem ela não poderia existir vida no planeta. No entanto, diante da escassez deste líquido, uma das soluções para contornar esse problema é sua reutilização. O presente trabalho visou a utilização das águas cinzas provenientes de banhos, pias de cozinha e lavanderias, que após um tratamento adequado aos padrões de qualidade pudesse reutilizá-la para a irrigação.

Devido à falta de análises de outros parâmetros necessário para utilizar a água para a irrigação, não se pôde comprovar sua aptidão para esse tipo de reuso.

A partir dos resultados pôde-se observar a eficácia do filtro biológico caseiro, reduzindo consideravelmente o nível do pH e da turbidez do efluente. Porém, devido a fatores externos como possíveis erros no dimensionamento do filtro e nas análises, os parâmetros da turbidez e da cor ainda não se encontraram no padrão estabelecido pelo CONAMA 357.

Portanto, isso justifica a necessidade da elaboração de pesquisas futuras que aperfeiçoem este filtro com a finalidade de obter resultados mais satisfatórios, assim como a realização das análises dos demais parâmetros: DBO, DQO, nitrogênio, fósforo total, alcalinidade, salinidade, sólidos em suspensão e oxigênio dissolvido.

### REFERÊNCIAS

AZEVEDO JUNIOR, M. S. **Desempenho da palma forrageira em segundo ciclo sob irrigação complementar com esgoto doméstico tratado nas condições semiáridas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, Mossoró, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <https://urlless.in/ehFxB>. Acesso em: 8 out. 2010.

DEMAE. **Importância da água para nossa vida**. Caldas Novas, GO: DEMA E, 2017. Disponível em: <https://urless.in/mmieU>. Acesso em: 29 maio 2019.

FREIRE, R. S. *et al.* Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 504-511, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA, 2014. Disponível em:

<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87> Acesso em: 12 dez. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/panorama>. Acesso em: 26 maio 2019.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2010.

SANTOS, H. F. Critérios de qualidade da água para reuso. **Revista DAE**, v. 174, dez. 1993.

VENTURA JÚNIOR, E. F. *et al.* Reutilização das águas cinza na agricultura familiar por meio de filtro biológico. *In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*, 9., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2009. Disponível em: <https://urless.in/azNAr>. Acesso em: 09 jul. 2020.



# 32 ENERGIA FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA PARA DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Lucas Henrique Pereira Santos

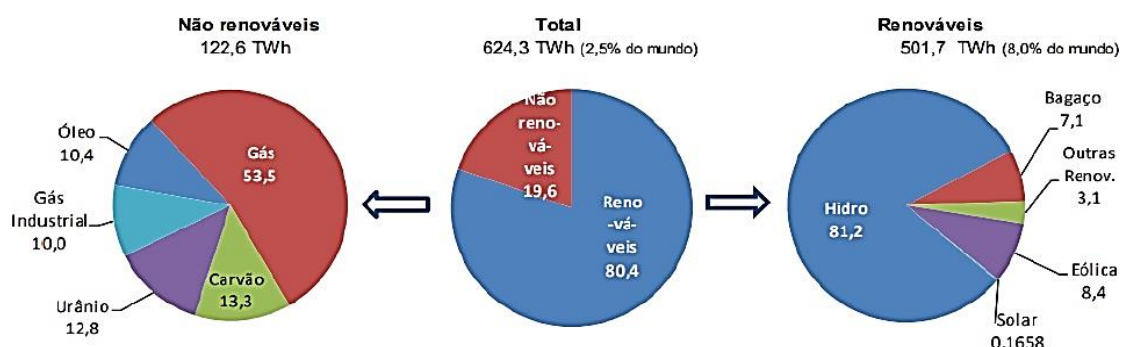
Messias Fernandes Neto

## 32.1 INTRODUÇÃO

Para atingir o desenvolvimento sustentável é necessário utilizar fontes renováveis de energia, pois são consideradas na atualidade a alternativa mais eficiente, sobretudo em países em desenvolvimento (GOLDEMBERG, 2009). Ainda segundo o mesmo autor, na medida que a utilização de fontes renováveis de energia aumenta, aumenta também a segurança no fornecimento de energia, diminuindo a utilização de fontes não renováveis, como o petróleo.

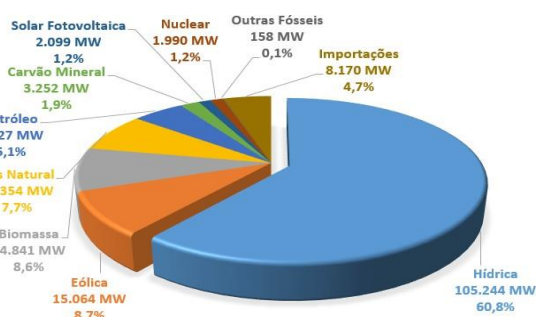
A geração de eletricidade com utilização de recursos renováveis, de forma limpa e barata, tem levado os países a direcionar seus esforços à uma produção que preserve os recursos naturais e diversifique ao máximo as fontes de produção de eletricidade (SILVA, 2019). De acordo com os dados do Ministério de Minas e Energia (2018) as fontes renováveis de energia alcançaram em 2017 80,4% de toda a matriz energética brasileira, como mostra a Figura 1.

No entanto, segundo o balanço energético nacional feito com base no ano de 2011, pela Empresa de Pesquisa Energética (2012), a energia solar fotovoltaica não apareceu no balanço, devido seus valores insignificantes. Da mesma forma, a Agência Nacional de Energia Elétrica em seu banco de dados com base no ano de 2012 também não faz menção a qualquer usina fotovoltaica, mostrando os baixos valores a nível nacional.

Figura 1 – Oferta nacional de eletricidade (2017)<sup>1</sup>

No entanto, devido a secas cada vez mais constantes, crise na geração de eletricidade acarretando um aumento da conta de luz e a demanda crescente por diversificação da matriz energética nacional, a energia fotovoltaica teve um crescimento recorde em 2018 e uma perspectiva de crescimento de 300% para 2019, Figura 2 (FATOR SOLAR, 2019).

A energia solar fotovoltaica no Brasil já contou com algumas iniciativas voltadas para o âmbito rural, como o PROGRAMA LUZ SOLAR, Minas Gerais, PROGRAMA LUZ DO SOL, Nordeste e o Programa Nacional de Eletricidade Rural, LUZ NO CAMPO (*apud* VARELLA et al., 2012). No mesmo sentido, em 2015, foram criadas linhas de financiamento específico, como o Programa Nacional de Fortalecimento de Agricultura Familiar (PRONAF) mais alimentos e o PRONAF ECO (SILVA, 2019). No entanto, segundo Vaz (2012) constatou que embora o país tenha potencial, há a necessidade de mais políticas governamentais de iniciativa a produção.

Figura 2 – Adaptado, Matriz Elétrica Brasileira, 2019.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/Documents/Resenha%20Energética%202018%20-MME.pdf>. Acesso em: 28 de jun. de 2019.

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html>. Acesso em 10 de jun. de 2019.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2018), no campo da geração de eletricidade através dos raios solares o Brasil possui um excelente potencial no seguimento, em especial na região Nordeste do país. O estado do Rio Grande do Norte (RN) sobressai com um alto índice de radiação solar onde, medições solarimétricas efetuadas na capital do estado corroboram tal potencial, justificando a utilização do recurso solar como alternativa viável para diversificar a matriz energética estadual (WANDERLEY; CAMPOS, 2013).

Assim, este trabalho oferece sua relevância no que tange a exposição da importância da energia solar fotovoltaica na diversificação da matriz energética nacional, em especial para o estado do Rio Grande do Norte. Tem-se, com isso, o caráter potencial de fomentar a adoção de sistemas fotovoltaicos para geração de eletricidade, meios sustentáveis e ambientalmente distintos em vários parâmetros.

Para isso, o presente trabalho tem o intuito de realizar uma revisão de literatura analisando informações teóricas e técnicas a fim de expor, por meio dos resultados, discussões e conclusões das pesquisas selecionadas, a relevância da energia solar no processo de diversificação da matriz energética; avaliar a importância da expansão da energia fotovoltaica; demonstrar a eficiência, energética e econômica, de um sistema fotovoltaico, a partir de sua adoção; incentivar geração de eletricidade por meios ambientalmente sustentáveis.

## **32.2 METODOLOGIA**

Este estudo baseia-se em uma metodologia que consiste em uma revisão bibliográfica pela escolha aleatória de outros estudos, artigos e publicações de relevância e com ligação ao assunto em discussão de maneira a corroborar com os objetivos do trabalho.

Pode-se dizer ainda que a abordagem do trabalho é dedutiva, já que se todas as pressuposições forem verdadeiras, a conclusão é, invariavelmente, verdadeira e que, mesmo implícitas, as conclusões já estavam contidas nas pressuposições (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Para o desenvolvimento do estudo, a base conceitual foi norteada pelo método dedutivo Guerra e Guerra (1997) no que tange a consolidação do referencial teórico, revisão bibliográfica, representação, interpretação, análise dos dados, informações e elaboração do

texto, isto posto, foram consultados 17 títulos.

### 32.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é referência no desenvolvimento e uso de fontes renováveis de energia, devido ao seu vasto território, clima e alternativas disponíveis (GOMES et al., 2008). É notório o crescimento da produção de eletricidade com base em fontes renováveis, destacando-se a energia solar, com 875% de acréscimo, com base nos anos de 2016 e 2017 (SILVA, 2019), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Geração de eletricidade, Brasil 2018.

Especialização	Gwh			Estrutura (%)	
	2016	2017	17/16%	2016	2017
HIDRÁULICA	380.911	370.906	-2.6	61.5	59.4
BAGAÇO DE CANA	35.236	35.655	1.2	5.7	5.7
EÓLICA	33.489	42.373	26.5	5.4	6.8
SOLAR	85	832	875.6	0.01	0.13
OUTRAS RENOVÁVEIS (a)	15.805	15.617	-1.2	2.6	2.5
ÓLEO	12.103	12.733	5.2	2.0	2.0
GÁS NATURAL	56.485	65.593	16.1	9.1	10.5
CARVÃO	17.001	16.257	-4.4	2.7	2.6
NUCLEAR	15.864	15.739	-0.8	2.6	2.5
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS (b)	11.920	12.257	2.8	1.9	2.0
IMPORTAÇÃO	40.795	36.355	-10.9	6.6	5.8
<b>TOTAL (c)</b>	<b>619.693</b>	<b>624.317</b>	<b>0.7</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<b>DOS QUAIS RENOVÁVEIS</b>	<b>506.320</b>	<b>501.739</b>	<b>-0.9</b>	<b>81.7</b>	<b>80.4</b>

Fonte: Adaptado de OIEE (2018).

De acordo com Wanderley e Campos (2013), o Plano Nacional de Energia 2030 coloca a energia solar como uma alternativa viável para atender a demanda crescente nacional.

Visando incentivar a geração de energia elétrica por meio de fonte renovável, o Estado através do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) início no ano de 2013 um projeto de instalação de usinas solares e, em dezembro de 2017, realizou a meta de instalar usinas fotovoltaicas em todas as unidades da instituição. A produção de eletricidade das mais de 21 usinas da instituição é convertida em desconto proporcional na conta de luz. O projeto do IFRN é referência a nível nacional, considerando instituições públicas e privadas, servindo de exemplo (PORTAL IFRN, 2018).

Adentrando mais no trabalho de Wanderley e Campos (2013), baseado nos dados coletados por Medeiros (2012), constatam a alta incidência de radiação solar em Natal/RN, com constância nos valores ao longo dos meses, em cada ano analisado. No cenário nacional, o estado do Rio Grande do Norte encontra-se entre os seis maiores geradores de energia solar centralizada, e em decimo segundo lugar em geração descentralizada, em casas e pequenas empresas.

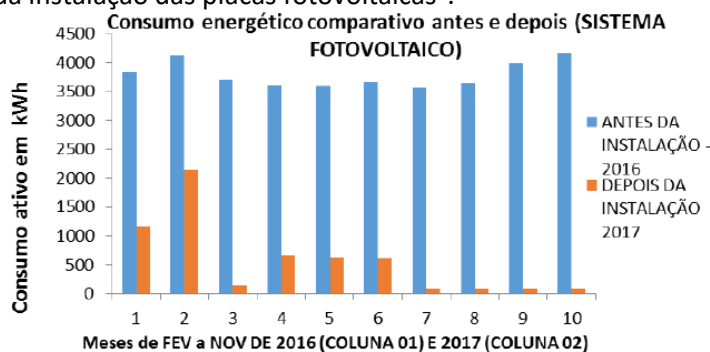
Corroborando com o que foi apresentado até aqui, a sociedade ruma para um consenso sobre a questão ambiental, seja por razões mercadológicas ou de compromisso social, pessoas e empresas deliberam no sentido que suas ações estejam em harmonia com o meio ambiente (KIPERSTOK, 1999).

No sentido de desmistificar o alto custo de implantação e a baixa rentabilidade da energia solar, Lima et al. (2018) desenvolveu um estudo de caso em uma pequena empresa na cidade de Natal/RN, chegando à conclusão da viabilidade, ambiental e financeira, do projeto.

A viabilidade ambiental na análise de Lima caracteriza-se pelo uso de fonte renovável, o Sol, baixa emissão de ruídos e contribuir para a diminuição no uso de combustíveis fósseis.

A viabilidade financeira na análise de Lima caracteriza-se pelo tempo de ressarcimento do investimento, 5 anos, sendo um valor próximo ao tempo de pagamento do empréstimo, 6 anos). A queda no consumo ativo da empresa, Figura 3, é significativa e serve de exemplo para outras empresas ou pessoas físicas.

Figura 3 – Avaliação do consumo ativo em kWh pago à COSERN antes de depois da instalação das placas fotovoltaicas<sup>3</sup>.



### 32.4 CONCLUSÕES

Os sistemas fotovoltaicos são alternativas viáveis para diversificar a matriz energética do Rio Grande do Norte, dada a abundância do recurso e perspectiva de crescimento do setor.

Diante dos estudos apresentados nos tocantes a necessidade de diversificação da matriz energética por meio de fontes renováveis, a taxa de radiação, projetos estatais e a viabilidade de projetos comerciais, é possível constata-se a relevância da instalação de sistemas fotovoltaicos, tanto em geração centralizada como descentralizada.

Por fim, apesar de apresentar uma demanda pujante, ainda é possível identificar a necessidade de incentivos governamentais no sentido de popularização e barateamento dos custos.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Sistema de informações de geração**. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/outorgas/geracao>. Acesso em: 10 jun. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira 2018**: ano base 2017. Brasília: MME, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2COUc6i>. Acesso em: 10 jul. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2012**: ano base 2011. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2012>. Acesso em: 10 jun. 2019.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. **Science**, v. 315, p. 808-810, 2009.

GOMES L. F. S.; SOUZA S. N. M.; BARICCATTI, R. A. Biodiesel produzido com óleo de frango. **Acta Scientiarum Technology**, v. 30, p. 57-62, 2008.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

IFRN - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE. **IFRN lança centro de pesquisa em energia fotovoltaica**. Natal: IFRN, 2018.

Disponível em <https://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/ifrn-lanca-centro-de-pesquisa-em-energia-fotovoltaica>. Acesso em: 10 jun. 2019.

KIPERSTOK A. Tecnologias limpas: por que não fazer já o que certamente virá amanhã? **TecBAHIA**, v. 1, p. 1-9, 1999.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, J. G. Á.; SILVEIRA, A. B. B.; HOLANDA, A. B. F.; OLIVEIRA, A. K. C. Estudo da expansão da energia fotovoltaica em uma microempresa localizada em Natal/RN. *In*: Congresso Nacional da Diversidade do Semi-Árido, 1., 2018, Natal. **Anais [...]**. Natal: Realizeventos, 2018.

MEDEIROS, E. N. **Relatório final de estágio**. Natal: [s.n.], 2012.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS PEQUENAS EMPRESAS. **Cadeia de valor da energia solar fotovoltaica no Brasil**. Brasília: Sebrae, 2018.

SILVA, H. R. R. **Energia solar fotovoltaica**: dimensionamento de uma micro usina para propriedade rural modelo na cidade de Pau dos Ferros-RN. 2019. 98 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Pau dos Ferros, 2019.

VARELLA, F.; CAVALIERO, C.; SILVA, E. Regulatory incentives to promote the use of photovoltaic systems in Brazil. **Holos**, v. 3, jun. 2012.

VAZ, L. Energia solar: estudo de caso em prédio solar, Catalão (GO). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: [s.n.], 2012.

WANDERLEY, A. C. F.; CAMPOS, A. L. P. S. Perspectivas de inserção da energia solar fotovoltaica na geração de energia elétrica no Rio Grande do Norte. **Holos**, v.3, n. 29, 2013.

## 33 O DESMATAMENTO DA CAATINGA E SUA RELAÇÃO COM AS SECAS RECORRENTES NA REGIÃO DO ALTO OESTE POTIGUAR

Marcos Elias de Oliveira Júnior

Janaína Cortêz de Oliveira

### 33.1 INTRODUÇÃO

Com dimensões continentais, o Brasil é um país mega diverso, sendo habitat de sete biomas que contemplam uma variedade de espécies animais e vegetais. Dentre estes biomas está a caatinga, um tipo de savana estépica cujo nome vem do tupi-guarani e significa “mata branca” (IBGE, 2018b).

Abrangendo cerca de 10% do território nacional, cobre mais de 90% dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, boa parte de Pernambuco, maior parte do Piauí e da Bahia e quase metade de Alagoas e Sergipe, além de também estar presente, em pequenas porções, no Maranhão e ainda no norte de Minas Gerais, sendo este último na região Sudeste (IBGE, 2018a).

A principal característica das espécies deste bioma, salvo exceções, é a perda de folhas durante a estação seca, a fim de amenizar a perda de água por evapotranspiração. Trata-se de um bioma endêmico, ou seja, exclusivamente brasileiro, porém pouco valorizado, visto que menos de 10% da caatinga está protegida.

Apesar de sua rica biodiversidade, quase metade da caatinga já foi alterada pelas ações antrópicas, sendo, depois da mata atlântica e do cerrado, o terceiro bioma mais devastado do Brasil. Como principal consequência, tem-se o processo de desertificação, afetando as áreas de entorno. Dentre as principais causas para o desmatamento estão a produção de carvão e lenha, bem como a urbanização.

A manutenção da cobertura vegetal regula o ciclo hidrológico e protege o solo da erosão, além de promover o equilíbrio ecológico da fauna. Sua remoção afeta os ecossistemas implicando danos à biodiversidade, contribuindo com a redução das chuvas no local e o agravamento do efeito estufa.



A água no planeta encontra-se continuamente em movimento, constituindo o ciclo hidrológico, que depende sobretudo da energia solar. Em condições favoráveis, o vapor de água contido na atmosfera, proveniente ou não dos oceanos, condensa-se formando as nuvens, responsáveis pela precipitação da água sobre a superfície terrestre. Parte dessa água é utilizada pela vegetação como forma de sobrevivência, retornando à atmosfera através da evapotranspiração, e outra parte se infiltra no solo, alimentando os lençóis freáticos e contribuindo para a formação de corpos d'água, entre os quais os rios, que percorrem um longo caminho até desaguardarem no oceano, reiniciando assim todo o ciclo.

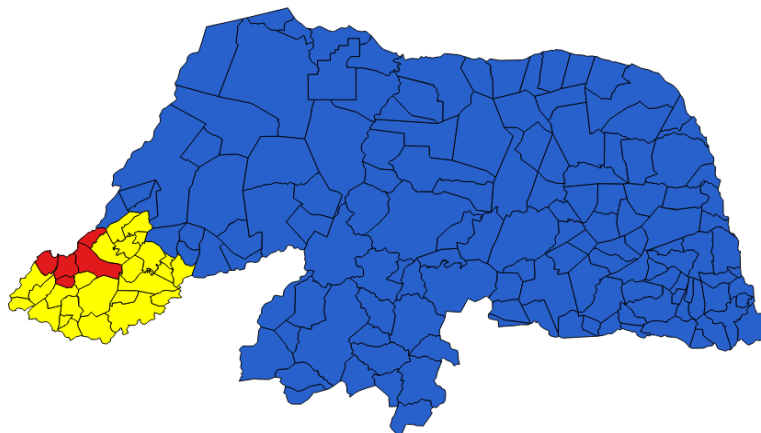
Tendo em vista que o bioma da caatinga é altamente susceptível às mudanças climáticas e sujeito a secas, como ocorreu de 2010 até 2017, este estudo teve por objetivo relacionar os totais precipitados com os desmatamentos ocorridos no bioma, levando-se em consideração o período compreendido entre os anos de 2000 a 2016.

## **33.2 METODOLOGIA**

### **33.2.1 Área de estudo**

A região do Alto Oeste do Rio Grande do Norte, em amarelo na Figura 1, é formada por 30 municípios, com uma área de mais de quatro mil quilômetros quadrados. Somando-se as populações de seus municípios, o Alto Oeste possui 207.301 habitantes, levando-se em conta a estimativa do IBGE para 1º de julho de 2018. Desses trinta, cinco foram utilizados como objeto de estudo (em vermelho no mapa): Água Nova, Encanto, Doutor Severiano, Pau dos Ferros e São Francisco do Oeste.

Figura 1 – Localização do Alto Oeste (em amarelo) no território potiguar, com os municípios da área de estudo em vermelho

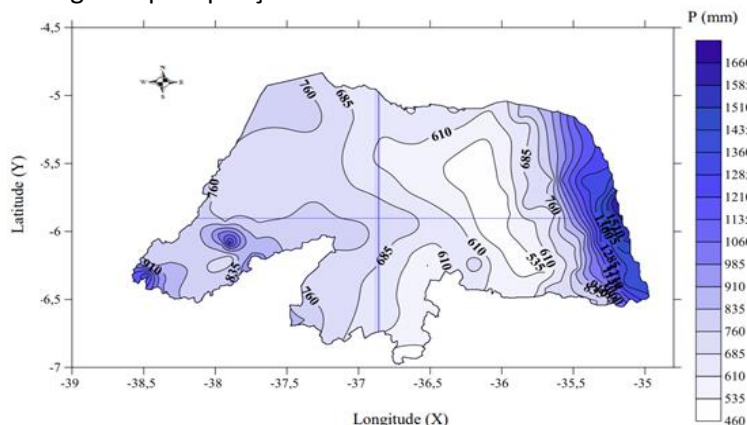


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Levando-se em conta apenas o regime de precipitação, o clima é tropical subúmido nas áreas de maior altitude e semiárido nas demais áreas (SEPLAN, 2014), com chuvas concentradas basicamente no primeiro semestre do ano, sendo sua ocorrência mínima ou até mesmo inexistente nos meses do segundo semestre. Incluindo-se a evapotranspiração e o risco de seca, todos os municípios do Alto Oeste estão inseridos dentro da área do semiárido brasileiro delimitada pelo Ministério da Integração Nacional (MIN) em 2005 e revisada em 2017 (BRASIL, 2017).

De acordo com a Figura 2, elaborada por Santos (2015), o Alto Oeste possui os maiores índices pluviométricos do interior do Rio Grande do Norte, superando 700 milímetros/ano (mm/ano), chegando a ultrapassar 1.000 mm/ano nas serras de Martins-Portalegre. Os meses mais chuvosos são março e abril.

Figura 2 – Climatologia da precipitação anual no estado do Rio Grande do Norte (1964-2013)



Fonte: Santos (2015).

A maior parte da área está incluída na Depressão Sertaneja, formada por terrenos de transição entre o Planalto da Borborema e a Chapada do Apodi. O restante está inserido no Planalto da Borborema, onde se situam as maiores altitudes. Nesse último, além da própria caatinga, também podem ser encontradas formações vegetais mais densas. A caatinga da região é do tipo hiperxerófila, que é “um tipo de vegetação mais seca, rala, de porte baixo, de solo pedregoso, raso e pouco fértil. Ela também se caracteriza por sua grande capacidade de adaptação à falta de água (ou xerofitismo) através de diferentes estratégias” (SEPLAN, 2014).

Na flora nativa da região destacam-se: catingueira (*Poincianella bracteosa* Tul), juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir), macambira (*Bromelia laciniosa* Mart), marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill) e pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart) (SEPLAN, 2014). Também podem ser encontrados: carnaúba (*Copernicia prunifera* Miller), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC), mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud), oiticica (*Licania rígida* Benth) e pau-branco (*Auxemma onocalyx* Fr. All.), bem como algumas espécies exóticas, entre as quais a algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC), planta invasora nativa do Peru.

### 33.2.2 Coleta e análise dos dados

Foram utilizados dados de precipitação anuais coletados em postos pluviométricos gerenciados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), no período a partir de 2005, com exceção dos municípios de Pau dos Ferros e Doutor Severiano, no qual foram utilizados dados a partir de 2000, por possuírem uma série histórica maior. O setor de meteorologia da EMPARN é responsável pelo monitoramento pluviométrico do Rio Grande do Norte desde 1991, inicialmente de responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e, posteriormente, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (EMPARN, 2017).

Utilizando-se a planilha do software Excel, os dados de anuais de cada posto foram tabulados para e, em virtude da inexistência de dados para os demais postos entre 2000 e 2005, bem como de falhas diárias a partir de 2013, as falhas foram preenchidas através da regressão linear e do método da ponderação regional.

A partir do método da regressão linear, gera-se uma equação da reta, conforme equação 1:

$$y = ax + b \quad (1)$$

Como resultado, obtêm-se os coeficientes angular (a) e linear (b) da reta. Este método só pode ser utilizado para dados mensal e anual, não sendo recomendado para dados diários, por gerar erros sistemáticos. A regressão linear foi obtida pelo cruzamento dos dados anuais completos do posto a preencher a falha com os postos mais próximos possíveis. Assim, obteve-se cada coeficiente de correlação ( $r^2$ ) entre os postos, selecionando-se o maior para preencher a falha anual.

Para o preenchimento de falhas diárias, utilizou-se o método da ponderação regional, através da equação 2:

$$P_y = \frac{\bar{P}_y}{n} \left( \frac{P_{x_1}}{\bar{P}_{x_1}} + \frac{P_{x_2}}{\bar{P}_{x_2}} + \dots + \frac{P_{x_n}}{\bar{P}_{x_n}} \right) = \frac{\bar{P}_y}{n} \sum_{i=1}^n \frac{P_{x_i}}{\bar{P}_{x_i}} \quad (2)$$

em que  $P_y$  é o dado do posto com falha a corrigir,  $n$  o número de postos a serem usados,  $\{P_{x_1}, P_{x_2}, \dots, P_{x_n}\}$  os dados diários dos postos pluviométricos vizinhos e  $\{\bar{P}_y, \bar{P}_{x_1}, \bar{P}_{x_2}, \dots, \bar{P}_{x_n}\}$

as médias de cada um desses postos, calculadas para um período de pelo menos dez anos de observação.

Por último, correlacionou-se os índices pluviométricos anuais dos municípios envolvidos com a degradação do bioma, elencando-se as atividades que mais contribuíram com o desmatamento.

### 33.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados analisados foi possível constatar que os totais anuais de precipitação observados nos municípios estudados em questão, para o período desde 2000 até 2016, com as falhas preenchidas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Precipitação anual nos municípios em estudo, em milímetros (mm)

ANO	Pau dos Ferros	Encanto	Doutor Severiano	São Francisco do Oeste	Água Nova
2000	994,8	1147,1	1022,5	1204,2	1012,5
2001	521,2	524,9	658,8	588,6	613,9
2002	949,6	1087,8	890,2	1072,4	974,5
2003	770,5	852,4	911	870,2	823,8
2004	1225,1	1449,7	1392,2	1383,6	1206,4
2005	486,2	683,6	648	506,1	638,5
2006	859,7	960,3	865,4	1224	887
2007	665,4	595,9	647,6	886,6	753,2
2008	1235	1446,9	1393,8	1387,8	1191,5
2009	1031,6	1274,1	1194,5	1231,2	1084
2010	531,2	398,3	574,8	640,6	545
2011	883,8	939,9	961,4	1071,3	976,3
2012	441	419,5	518,9	463,1	376
2013	592,8	639,5	653,3	1008	680
2014	534,6	784	688	731,7	796,6
2015	582,5	620	627,3	525	621,4
2016	643	655,9	586,2	412,4	623,1

Fonte: EMPARN (2018)

A análise dos dados constatou-se que na década de 2000 dois anos foram considerados de fato secos ou muito secos (2001 e 2005), um ano normal tendendo a seco (2007) e os demais de normal a chuvosos, com destaque para 2004, 2008 e 2009. De 2010

até 2017, observou-se uma sequência de anos com chuva abaixo do normal, com exceção de 2011, que desencadeou a maior seca já registrada na região.

Um mapeamento acerca do desmatamento da caatinga realizado pelo (INPE, 2018) nos municípios em estudo mostrou os seguintes resultados, conforme a Tabela 02. Vale salientar que os dados se referem ao total desmatado até então, não havendo dados anuais.

Tabela 2 – Desmatamento da caatinga nos municípios em estudo

Município	Área degradada	Área preservada	Solo exposto	Lavoura	Corpo d'água	Área urbana
Pau dos Ferros	48%	35%	5%	8%	2%	1%
Encanto	14%	78%	2%	4%	2%	<1%
Doutor Severiano	<1%	81%	6%	12%	< 1%	<1%
Água Nova	21%	75%	911	870,2	<1%	1%
São Francisco do Oeste	14%	75%	2%	6%	1%	1%

Fonte: INPE (2018)

Pelos dados, o município de Pau dos Ferros apresentou o maior percentual degradado, chegando a quase 50%. De acordo com um estudo em andamento, o principal motivo do desmatamento é o uso da lenha para fins energéticos, além de fins medicinais. Doutor Severiano apresentou o menor percentual de área degradada, bem como em São Francisco do Oeste, onde a supressão vegetal foi destinada principalmente à construção de cercas. Por último, em Água Nova, observou-se que o desmatamento ocorreu principalmente para aquisição de lenha, com fins comerciais. Em todos os municípios estudados, também foi possível constatar que o desmatamento teve como finalidade a alimentação dos animais.

Na região do Alto Oeste a economia gira fortemente em torno dos setores terciário (comércio e serviços) e primário, sendo o setor secundário pouco abrangente. Dentre as atividades do setor primário destaca-se a agricultura familiar, na qual várias famílias da região buscam seu sustento, destacando-se o cultivo de feijão. Outras duas atividades que exercem pressão considerável sobre o bioma local são a extração da biomassa como fonte de energia e para manutenção da pecuária, sendo esta última associada ao pisoteio de

animais em áreas de pastagem, que, de acordo com o MMA (2018), “altera o ciclo hidrológico, provocando a compactação do solo, dificultando a infiltração da água e acelerando processos de erosão laminar”.

A caatinga é o bioma mais sensível às mudanças climáticas e que os eventos extremos de mudanças climáticas, bem como pressões antrópicas, comprometem a sua biodiversidade, determinando áreas improdutivas, gerando perdas nas colheitas e, conseqüentemente, afetando diretamente a agricultura de subsistência, levando ao êxodo rural. Vale salientar que a recuperação dessas é muito lenta ou mesmo irreversível, provocando a desertificação, o assoreamento e o desequilíbrio ecológico.

### 33.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo um bioma altamente sensível às mudanças climáticas, o desmatamento da caatinga contribuiu diretamente para desregular o ciclo hidrológico e reduzir a frequência das chuvas, que já são escassas em boa parte da área onde está inserida.

Embora não haja dados anuais sobre os índices de desmatamento em cada um dos municípios estudados, constatou-se que Pau dos Ferros e Doutor Severiano apresentaram, respectivamente, o maior e o menor percentual de área degradada em questão, sendo as principais causas o uso da lenha para fins energéticos e comerciais.

Uma maior valorização do bioma, incluindo a criação de novas unidades de conservação e recuperação de áreas degradadas abandonadas, bem como a elaboração de políticas públicas, são de fundamental importância para mitigar os impactos provocados pelo desmatamento.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga: exclusivamente brasileira**. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2Cnqh8i>. Acesso em: 21 set. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ministério divulga relatório sobre a Caatinga**. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2Oefwbi>. Acesso em: 03 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório técnico 2010–2011**. Brasília: MMA, 2017.

Disponível em: <https://bit.ly/326v2Oy>. Acesso em: 21 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Nova delimitação do Semiárido**. Brasília: MIN, [2017]. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/noticias/noticias-regional/nova-delimitacao-do-semiarido-deve-ser-submetida-ao-condel-da-sudene> Acesso em: 03 out. 2018.

EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. **Monitoramento pluviométrico**. Natal: Emparn, 2018. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/> .Acesso em: 18 jul. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomass continentais do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, [2010?]. Disponível em: <https://bit.ly/38Ln4eW>. Acesso em: 03 out. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Território**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/32bEEau>. Acesso em: 10 jul. 2019.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da Caatinga**. Natal: Centro Regional do Nordeste, 2016. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=4157](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4157). Acesso em: 10 jul. 2019.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças. **Perfil do Rio Grande do Norte**. Natal: IDEMA, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3gYbCQb>. Acesso em: 22 set. 2018.



Natália Maria Diniz Pereira Almeida

Tailton Telles da Silva Saraiva

Kyteria Sabina Lopes de Figueredo

## 34.1 INTRODUÇÃO

Devido às constantes mudanças ambientais que o planeta tem sofrido, intensificados a partir da revolução industrial, levou vários cientistas a pesquisarem novas alternativas para a preservação dos recursos naturais, bem como a atenuação da poluição. Com isso surgiram novas fontes de energia, como os biocombustíveis, e dentre eles o biodiesel.

O biodiesel é um combustível renovável que pode ser feito a partir de matéria-prima de origem animal ou vegetal, e existem várias espécies que podem ser usadas para esse processo, sendo uma delas a babosa (ALMEIDA, 2018), além dos óleos residuais. Obtido, principalmente, pela reação de transesterificação que transforma os óleos graxos livres em moléculas de ésteres e tem como subproduto o glicerol também conhecido como glicerina (PARENTE, 2003).

De todos os produtos gerados na produção do biodiesel 10% é glicerina. Este excedente causa muita preocupação por se tratar de um produto altamente poluidor, e por ser insolúvel pode causar, quando despejado em corpos hídricos, precipitação na água que dificulta a oxigenação do ambiente aquático, além de ser tóxico e cancerígeno quando queimado (PINHEIRO; CÉSAR; BATALHA, 2010).

Tendo em vista os impactos causados por esse material quando descartado incorretamente no meio ambiente algumas ações de reaproveitamento desses deve ser necessário, uma das alternativas é a produção de polímeros naturais que podem substituir os sintéticos na fabricação de plásticos.

Esse último é considerado um dos grandes causadores da poluição hídrica, uma vez que não são biodegradáveis e demoram anos para se degradarem no ambiente. Segundo Piatti e Rodrigues (2005), todo plástico é polímero, porém nem todo polímero é plástico, são

moléculas muitos grandes formados por conexão de muitas moléculas menores, denominados monômeros.

De acordo com Moraes, Reszka e Laurindo (2014) a utilização de polímeros naturais e renováveis para a produção de filmes destinados a fabricação de embalagens é uma solução inovadora e ecológica, pois pode auxiliar no ciclo do carbono e na redução do uso de plásticos derivados do petróleo. Com isso, esse estudo tem como objetivo a conversão do glicerol proveniente do biodiesel de babosa em materiais poliméricos com potencial aplicação industrial.

## **34.2 METODOLOGIA**

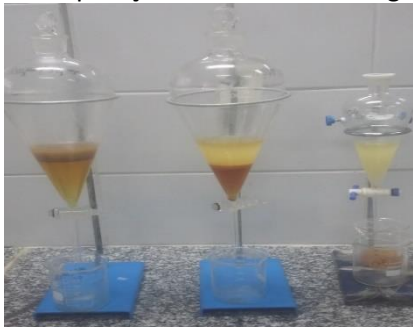
### **34.2.1 Classificação da pesquisa**

A pesquisa pode ser tratada como um procedimento formal de pensamento reflexivo e estabelecida como um caminho para conhecer a realidade ou descobrir verdades parciais (MARCONI; LAKATOS, 2010). Contudo, pode-se classificar esse estudo como uma pesquisa mista, que, de acordo com Creswell (2010), permite a coleta de dados qualitativos e quantitativos, trazendo um resultado mais amplo para análise.

### **34.2.2 Obtenção da matéria-prima**

O glicerol foi obtido a partir da síntese do biodiesel de babosa pela reação de transesterificação via catálise básica, onde se obteve duas fases distintas, uma sendo o biodiesel e a outra o glicerol. Ambos os produtos foram retidos em embalagens plásticas, envolvidas com papel alumínio e acondicionados em um local com ausência de luz (ALMEIDA, 2018). Esse material foi adquirido no laboratório de Química geral da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Foi utilizado o amido comercial, obtido no município de Pau dos Ferros – RN.

Figura 1 - Separação do biodiesel e da glicerina.



Fonte: ALMEIDA (2018).

Figura 2 - Glicerina acondicionada.



Fonte: ALMEIDA (2018).

### 34.2.3 Síntese do biopolímero

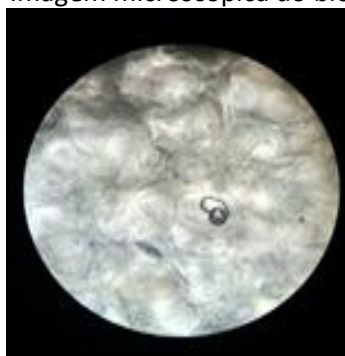
Para a conversão do biopolímero, pesou-se 200 g de glicerol, 5 g de amido e 5 g de ácido acético, em uma balança de precisão. Posteriormente, misturou-se ambos os materiais, até a obtenção de um líquido pastoso. A mistura foi aquecida a uma temperatura de 80 °C em uma chapa aquecedora sob agitação constante, por um tempo de 30 minutos. Em seguida a mistura aquecida foi colocada em um recipiente plano de vidro até que chegasse à temperatura ambiente e então foi acondicionado para secagem.

## 34.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o período de 10 dias de secagem, a amostra do biopolímero proveniente do

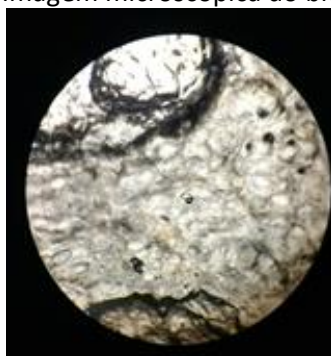
glicerol do biodiesel da babosa apresentou coloração incolor esbranquiçado, com consistência sólida e espessura fina. Foram realizadas análises microscópicas para melhor avaliar o produto gerado, os filmes apresentaram aspecto de partículas irregulares e superfície heterogênea.

Figura 3 - Imagem microscópica do biopolímero.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Figura 4 - Imagem microscópica do biopolímero.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O biopolímero obtido apresentou boa consistência e espessura, sendo necessário novos teste referente às composições e proporções de seus constituintes visando a moldagem do filme plástico.

Dessa forma, a produção do polímero biodegradável é opção de fabricação de plásticos que se degradem sem prejudicar o meio ambiente, porém para esse estudo é preciso fazer mais testes para caracterização do mesmo quanto a parâmetros referentes a combustão, permeabilidade e degradabilidade para a verificação da sua qualidade visando sua comercialização.

Morais *et al.* (2016), apontou no seu estudo alguns índices para a caracterização do

biopolímero, como as propriedades mecânicas e a permeabilidade em água. Brito *et al.* (2011), aborda que o mercado dos biopolímeros é ainda incipiente no Brasil, entretanto, uma produção em larga escala é esperada no país. A utilização desses polímeros ainda é muito baixa o que representa um desafio para a comercialização.

#### 34.4 CONCLUSÕES FINAIS

O glicerol mostrou-se como uma boa alternativa promissora para produção de biopolímero, uma vez que esse resíduo quando não descartado corretamente pode trazer diversos impactos negativos a natureza. Entretanto, são necessários novos estudos a respeito da obtenção do filme plástico visando sua comercialização.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. M. D. P. **Obtenção de biomassa de babosa para produção de biodiesel**. 2018. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2018.

BRITO, G. F. *et al.* Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 127-139, set. 2011.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. *In*: PROJETO de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. [S.l.]: Artmed, 2010.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MORAES, J. O.; RESZKA, A.; LAURINDO, J. B. Espalhamento e secagem de filme de amido-glicerol-fibra preparado por “tape-casting”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 2, p. 136-143, fev. 2014.

MORAES, R. P. *et al.* Produção de filmes biodegradáveis para o revestimento de alimentos utilizando nanopartículas metálicas estabilizadas em extrato de nim (*Azadirachta indica*). *In*: SEMANA DE PESQUISA DA UNIVERSIDADE TIRADENTES, 18., 2016, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: Sempes, 2016.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003.

PINHEIRO, R. S.; CÉSAR, A. S.; BATALHA, M. O. Impactos da produção de glicerina derivada

de biodiesel em outros setores: um estudo multi-casos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: Enegep, 2010.

- Álvaro Felipe Agostinho da Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [alvaro\\_felyph@hotmail.com](mailto:alvaro_felyph@hotmail.com)
- André Luiz Sena da Rocha. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [andre.rocha@ufersa.edu.br](mailto:andre.rocha@ufersa.edu.br)
- Aneilton Joedson Martins do Nascimento Neves. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [aneiltonj.2013@gmail.com](mailto:aneiltonj.2013@gmail.com)
- Anna Beatriz Pereira de Paiva Pordeus. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [annapordeus@hotmail.com](mailto:annapordeus@hotmail.com)
- Antônia Patrícia Dias Chaves. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [patricia.12325@hotmail.com](mailto:patricia.12325@hotmail.com)
- Aristides Pereira da Silva Neto. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [aristidesp13@gmail.com](mailto:aristidesp13@gmail.com)
- Aury Paulino de Araújo Júnior. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [aury2@hotmail.com](mailto:aury2@hotmail.com)
- Ávilo Ferreira Leite. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [aviloleite@hotmail.com](mailto:aviloleite@hotmail.com)
- Beatriz Barboza de Souza. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [biazinha\\_igt@hotmail.com](mailto:biazinha_igt@hotmail.com)
- Bianca Bezerra Duarte Gomes. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [biancabdg@hotmail.com](mailto:biancabdg@hotmail.com)
- Bruna Rodrigues de Lima. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [brunnarodriguesdelima@gmail.com](mailto:brunnarodriguesdelima@gmail.com)
- Bruno de Almeida Saldanha. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [bruninhosaldanha@hotmail.com](mailto:bruninhosaldanha@hotmail.com)
- Camila Vanessa de Queiroz Vidal. Faculdade Evolução Auto Oeste Potiguar (FACEP). E-mail: [camila.v.q.vidal@gmail.com](mailto:camila.v.q.vidal@gmail.com)
- Carlos Rangel Pereira Vieira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [vieira.rangel@yahoo.com.br](mailto:vieira.rangel@yahoo.com.br)

- Cláwsio Rogério Cruz de Sousa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [clawsio.cruz@ufersa.edu.br](mailto:clawsio.cruz@ufersa.edu.br)
- Cleto Rodrigues Durand Filho. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [cleto.rodriguesfilho@gmail.com](mailto:cleto.rodriguesfilho@gmail.com)
- Daniela Victória Mendes Diniz. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [danyelavictoria@gmail.com](mailto:danyelavictoria@gmail.com)
- Davi Ferreira de Silva Lima. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [davi\\_tali@hotmail.com](mailto:davi_tali@hotmail.com)
- Ewerton Victor Pereira Mendonça. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [ewertonvictor14@yahoo.com.br](mailto:ewertonvictor14@yahoo.com.br)
- Fabíola Luana Maia Rocha. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [fabiolamaiar@outlook.com](mailto:fabiolamaiar@outlook.com)
- Filipe Abrantes Fernandes Cavalcanti. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [filipeabrantess\\_12@hotmail.com](mailto:filipeabrantess_12@hotmail.com)
- Francisca Kennia Nunes dos Santos. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [kennia.nunes@hotmail.com](mailto:kennia.nunes@hotmail.com)
- Francisca Mirtes Nunes dos Santos. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [mirtess\\_n@hotmail.com](mailto:mirtess_n@hotmail.com)
- Francisco de Assis Chaves. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [deassischaves@outlook.com](mailto:deassischaves@outlook.com)
- Francisco Eduardo Duarte da Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [eduardoduarte12@gmail.com](mailto:eduardoduarte12@gmail.com)
- Gabriel Ferreira Andrade. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [g.fandrade9@gmail.com](mailto:g.fandrade9@gmail.com)
- Gabriel Nogueira de Sousa e Lima. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [gabrielnsl@hotmail.com](mailto:gabrielnsl@hotmail.com)
- Guilherme da Silva Góes. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [guilhermegoes11@hotmail.com](mailto:guilhermegoes11@hotmail.com)
- Hingrid Soares de Araujo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [hingridaraujo23@gmail.com](mailto:hingridaraujo23@gmail.com)
- Igor Mateus Pessoa de Lima. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [igor.mateus.pessoa@ufersa.edu.br](mailto:igor.mateus.pessoa@ufersa.edu.br)



mail: [igor.mateus030199@gmail.com](mailto:igor.mateus030199@gmail.com)

- Isis dos Santos Costa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [isis.sj@hotmail.com](mailto:isis.sj@hotmail.com)
- Jadson Batista Soares. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [jadson\\_b@hotmail.com](mailto:jadson_b@hotmail.com)
- Janaína Cortêz de Oliveira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [janaina.cortez@ufersa.edu.br](mailto:janaina.cortez@ufersa.edu.br)
- Jennef Carlos Tavares. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [jennef.carlos@ufersa.edu.br](mailto:jennef.carlos@ufersa.edu.br)
- Jessica Rafaelly Almeida Lopes. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [jessicarafaellyalmeida@hotmail.com](mailto:jessicarafaellyalmeida@hotmail.com)
- João Ítalo Campos Araújo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [italocedro@hotmail.com](mailto:italocedro@hotmail.com)
- João Vitor Alencar Rosa Ataíde. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [jv\\_ataidee@hotmail.com](mailto:jv_ataidee@hotmail.com)
- José Bruno Furtado de Sousa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [bsfurtado49@gmail.com](mailto:bsfurtado49@gmail.com)
- José Daniel Jales Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [daniel.jales@ufersa.edu.br](mailto:daniel.jales@ufersa.edu.br)
- José Henrique Maciel de Queiroz. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [jose.queiroz@ufersa.edu.br](mailto:jose.queiroz@ufersa.edu.br)
- José Romário Ribeiro. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [joseromario90@hotmail.com](mailto:joseromario90@hotmail.com)
- José Romário Ribeiro. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [joseromario90@hotmail.com](mailto:joseromario90@hotmail.com)
- Kyteria Sabina Lopes de Figueredo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [kyteria.figueredo@ufersa.edu.br](mailto:kyteria.figueredo@ufersa.edu.br)
- Lara Poliana Melo Gomes. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [larapoly2010@hotmail.com](mailto:larapoly2010@hotmail.com)
- Leonardo de Araújo Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [iguatuleo@gmail.com](mailto:iguatuleo@gmail.com)

- Levi Damasceno Bessa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [levibessa@gmail.com](mailto:levibessa@gmail.com)
- Lincoln Nunes de Queiroz. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [lincoln\\_nl@hotmail.com](mailto:lincoln_nl@hotmail.com)
- Lorena Lívina Lima Oliveira Soares. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [lorena\\_livina@hotmail.com](mailto:lorena_livina@hotmail.com)
- Lourynny Hélia de Lima Costa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [lhclora@gmail.com](mailto:lhclora@gmail.com).
- Lucas Henrique Pereira Santos. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [lucasjansen76@gmail.com](mailto:lucasjansen76@gmail.com)
- Lucas Rêgo de Queiroz. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [lucasxrego@gmail.com](mailto:lucasxrego@gmail.com)
- Lucas Ruan Menezes Leite. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [lucasruanuzl@hotmail.com](mailto:lucasruanuzl@hotmail.com)
- Ludmylla Nádja Silva Moreira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [ludmyllanadja@gmail.com](mailto:ludmyllanadja@gmail.com)
- Maéce Pessoa Oliveira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [maecepessoa123@gmail.com](mailto:maecepessoa123@gmail.com)
- Marcos Elias de Oliveira Júnior. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [marcos.pdfmrn@gmail.com](mailto:marcos.pdfmrn@gmail.com)
- Maria Alanya da Costa Oliveira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [alanya.oliveira@gmail.com](mailto:alanya.oliveira@gmail.com)
- Maria Alanya da Costa Oliveira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [alanya.oliveira@gmail.com](mailto:alanya.oliveira@gmail.com)
- Maria Kauana Mesquita Rodrigues. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [mariakauana@hotmail.com](mailto:mariakauana@hotmail.com)
- Matheus Fernandes de Araújo Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [matheus.silva@ufersa.edu.br](mailto:matheus.silva@ufersa.edu.br)
- Matheus Oliveira da Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [matheuslibergt@gmail.com](mailto:matheuslibergt@gmail.com)
- Messias Fernandes Neto. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [messiasneto@gmail.com](mailto:messiasneto@gmail.com)

mail: [messias.neto@ufersa.edu.br](mailto:messias.neto@ufersa.edu.br)

- Miriam Alves de Oliveira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [alvesmiriam25@gmail.com](mailto:alvesmiriam25@gmail.com)
- Naiara da Silva Pereira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [naiarapereira021@gmail.com](mailto:naiarapereira021@gmail.com)
- Natália Maria Diniz Pereira Almeida. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [nataliampdiniz@gmail.com](mailto:nataliampdiniz@gmail.com)
- Orlando Alves Gondim Sobrinho. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [orlandogondim@hotmail.com](mailto:orlandogondim@hotmail.com)
- Pauliana Gomes da Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [pauliannasilva@hotmail.com](mailto:pauliannasilva@hotmail.com)
- Pedro Henrique de Oliveira Sousa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [pho\\_sousa@hotmail.com](mailto:pho_sousa@hotmail.com)
- Rafaely Angélica Fonseca Bandeira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [rafaely@ufersa.edu.br](mailto:rafaely@ufersa.edu.br)
- Raito Francisco de Né. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [raytone@hotmail.com.br](mailto:raytone@hotmail.com.br)
- Raul Santos de Aquino. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [raul.akino@gmail.com](mailto:raul.akino@gmail.com)
- Rhuam Araujo Amorim. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [rhuam\\_98@hotmail.com](mailto:rhuam_98@hotmail.com)
- Ronnielbe Avelino Moura. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [ronnielbeavelino@gmail.com](mailto:ronnielbeavelino@gmail.com)
- Samilly Brito Nobre. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [samillybritto2010@hotmail.com](mailto:samillybritto2010@hotmail.com)
- Samuel Queiroz Dantas. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [smlqrz08@gmail.com](mailto:smlqrz08@gmail.com)
- Sara de Sousa Silva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [sarasousapb2@gmail.com](mailto:sarasousapb2@gmail.com)
- Saskya Jamilly Uchôa Costa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [saskyau@gmail.com](mailto:saskyau@gmail.com)

- Simone Taiane Gameleira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [taiane340@gmail.com](mailto:taiane340@gmail.com)
- Soares de Araújo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [hingridaraujo23@gmail.com](mailto:hingridaraujo23@gmail.com)
- Tailton Telles da Silva Saraiva. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [tailton\\_jbe@hotmail.com](mailto:tailton_jbe@hotmail.com)
- Tairine de Sousa Brilhante. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [tairinebrilhante@gmail.com](mailto:tairinebrilhante@gmail.com)
- Tales Rafael Araújo de Oliveira. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [talesweb@yahoo.com.br](mailto:talesweb@yahoo.com.br)
- Talles André Morais Albuquerque. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [talles.aif@gmail.com](mailto:talles.aif@gmail.com)
- Tércio Murillo Pires Miranda. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [tarciomurillo@gmail.com](mailto:tarciomurillo@gmail.com)
- Thayse Nunes de Lima. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [thaysedelima@outlook.com.br](mailto:thaysedelima@outlook.com.br)
- Victor Ezequiel Leite Dedes. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [victor\\_ezequieldm@hotmail.com](mailto:victor_ezequieldm@hotmail.com)
- Vítor Souza de Abreu. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [vitorsouza\\_cz@hotmail.com](mailto:vitorsouza_cz@hotmail.com)
- Viviane Mirela Adelino. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [viviadelino19@gmail.com](mailto:viviadelino19@gmail.com)
- Waleskha Benevenuto Pinto Neves. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [waleskhacml@hotmail.com](mailto:waleskhacml@hotmail.com)
- Walter de Lima Cavalcante. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). E-mail: [walterlima97@hotmail.com](mailto:walterlima97@hotmail.com)

**Composição da Obra**

Dimensões: A4

Característica: Digital

Formato: PDF

Números de páginas: 316 f.

Paleta de cores: Colorido

Estilo da fonte: Calibri

