

# ANAIIS

## DA I SEMANA DAS ENGENHARIAS AMBIENTAL E CIVIL

# OS DESAFIOS DA ENGENHARIA SUSTENTÁVEL



Wesley de Oliveira Santos  
Kytéria Sabina Lopes de Figueredo

ANAIS DA I SEMANA DAS ENGENHARIAS AMBIENTAL E CIVIL:  
OS DESAFIOS DA ENGENHARIA SUSTENTÁVEL

©2019. Direitos Morais reservados aos organizadores: Wesley de Oliveira Santos, Kytéria Sabina Lopes de Figueredo. 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 e referenciada. Editora signatária da Lei n. 10.994, de 14 de dezembro de 2004 que disciplina o Depósito Legal.

**Reitor**

José de Arimatea de Matos

**Vice-Reitor**

José Domingues Fontenele Neto

**Coordenador Editorial**

Pacelli Costa

**Conselho Editorial**

Pacelli Costa, Walter Martins Rodrigues, Francisco Franciné Maia Júnior, Rafael Castelo Guedes Martins, Keina Cristina S. Sousa, Antonio Ronaldo Gomes Garcia, Auristela Crisanto da Cunha, Janilson Pinheiro de Assis, Luís Cesar de Aquino Lemos Filho, Rodrigo Silva da Costa e Valquíria Melo Souza Correia.

**Revisão textual**

Elane Maria das Neves

**Equipe Técnica**

Francisca Nataligeuza Maia de Fontes (Secretária), José Arimateia da Silva (Designer Gráfico).

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

A532

Anais da I semana das engenharias ambiental e civil: os desafios da engenharia sustentável / organizadores, Wesley de Oliveira Santos, Kytéria Sabina Lopes de Figueredo. — Mossoró: EdUFERSA, 2019.

144p.

PDF

Disponível em: <https://edufersa.ufersa.edu.br/anais-de-evento/>  
ISBN: 978-85-5757-106-8

1. Engenharia. 2. Engenharia civil. 3. Engenharia ambiental. 4. Engenharia sustentável. 5. Bioengenharia. I. Santos, Wesley de Oliveira. II. Figueredo, Kytéria Sabina Lopes. III. Título.

EdUFERSA

CDD 620

Bibliotecário-Documentalista

Pacelli Costa (CRB15-658)

Editora filiada:



**Coordenação Geral**

Alex Pinheiro Feitosa

Kytéria Sabina Lopes de Figueredo

Wesley de Oliveira Santos

**Comissão Científica**

Alisson Gadelha de Medeiros

Bianca Alencar Vieira

Bruna Monalize Duarte Moura

Cláwsio Rogerio Cruz de Sousa

Francisca Joyce dos Santos Bandeira

Gabriela Valones Rodrigues de Araujo

Janaína Cortêz de Oliveira

Jennef Carlos Tavares

Jose Daniel Jales Silva

Marilia Cavalcante Santiago

Matheus Fernandes de Araujo Silva

Otavio Paulino Lavor

Rogério de Jesus Santos

Sharon Dantas da Cunha

**Comissão de Extensão e Cultura**

Aline Eliziane Ribeiro Batista

Carla Ariadna Torres Rocha.

Kairo Ribeiro de Morais

Milena Norberto Santos Linhares

**Comissão de Discentes**

Ana Flávia Alves De Bessa

Bruna Fernandes

Bruna Soares de Araújo

Caio Sérgio Pereira de Araujo

Érika Raianny Magalhães Bessa

Geversson Pinheiro Dias Fernandes de Morais

Jéssica Rafaelly Almeida Lopes

José Henrique Maciel De Queiroz

Juliana Gomes Noronha

Layane Silva De Amorim

Lílian Cristina Bezerra Magalhães

Maria Liliane de Queiroz Chaves

Lourynny Helia de Lima Costa

Maecé Pessoa de Oliveira

Maria Carina Maia Bezerra

Mariana Lopes Nogueira

Manoel Mariano Neto da Silva

Marcos Elias de Oliveira Junior

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	5
CAPÍTULO 1 - REUTILIZAÇÃO DO ALUMÍNIO COMERCIAL NA OBTENÇÃO DE MEMBRANAS DE ALUMINA ANÓDICA POROSA PARA APLICAÇÕES NOBRES.....	6
CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DA PRESENÇA DO HIDROCARBONETO XILENO EM UMA LOJA DE MANIPULAÇÃO DE TINTAS EM PAU DOS FERROS – RN.....	11
CAPÍTULO 3 - EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE BABOSA PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL .....	16
CAPÍTULO 4 - ARTIGO DE REVISÃO: APROVEITAMENTO DE GLICEROL EXTRAÍDO DO BIODIESEL.....	22
CAPÍTULO 5 - RISCOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DO GÁS NATURAL NO RIO GRANDE DO NORTE .....	29
CAPÍTULO 6 - INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NUMA CIDADE DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN <sup>1</sup> .....	35
CAPÍTULO 7 - ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PRESENTES NA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PONTA DO TUBARÃO .....	39
CAPÍTULO 8 - SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA VIDRAÇARIA NA CIDADE DE IRACEMA/CE .....	45
CAPÍTULO 9 - QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN .....	50
CAPÍTULO 10 - ASPECTOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL E SAÚDE DOS USUÁRIOS DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE EM FRUTUOSO GOMES-RN .....	55
CAPÍTULO 11 - CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE CARAÚBAS/RN E ÁGUA ALTERNATIVA DE ALMINO AFONSO/RN.....	60
CAPÍTULO 12 - ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DA <i>Moringa oleifera</i> IRRIGADA COM ÁGUAS CINZAS NO SEMIÁRIDO .....	66
CAPÍTULO 13 - CLASSIFICAÇÃO DO FLUXO DA BR-405 NO TRECHO QUE CORTA A CIDADE DE PAU DOS FERROS/RN .....	75

<b>CAPÍTULO 14 - VERIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS MAIS UTILIZADOS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS<sup>1</sup> .....</b>	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO 15 - FUNDAMENTOS DO DIMENSIONAMENTO DE MUROS DE CONTENÇÃO EM CONCRETO CONVENCIONAL .....</b>	<b>85</b>
<b>CAPÍTULO 16 - UMA ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS PARA SELEÇÃO DO TIPO DE FUNDAÇÃO: O CASO DO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS .....</b>	<b>91</b>
<b>CAPÍTULO 17 - BIOENGENHARIA DOS SOLOS: TÉCNICAS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES .....</b>	<b>96</b>
<b>CAPÍTULO 18 - FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS: UM ESTUDO DE CASO EM OBRAS NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS-RN .....</b>	<b>100</b>
<b>CAPÍTULO 19 - ANÁLISES DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE UMA RESIDÊNCIA EM MOSSORÓ/RN .....</b>	<b>104</b>
<b>CAPÍTULO 20 - ANÁLISES DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS - ESTUDO DE CASO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR .....</b>	<b>109</b>
<b>CAPÍTULO 21 - PRODUÇÃO, TRANSPORTE, EXECUÇÃO E MONTAGEM DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO NBR 9062:2017 .....</b>	<b>115</b>
<b>CAPÍTULO 22 - ANÁLISE DE VIBRAÇÕES LIVRES EM ESTRUTURAS .....</b>	<b>120</b>
<b>CAPÍTULO 23 - AS LIGAS METÁLICAS E SEUS BENEFÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>125</b>
<b>CAPÍTULO 24 - COMPARATIVO DO DESEMPENHO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DO CONCRETO COM CURA ÚMIDA E CURA SECA .....</b>	<b>130</b>
<b>CAPÍTULO 25 ANÁLISE DE FUNDAÇÕES APLICÁVEIS NA UNIDADE HOsq DE FLORIANÓPOLIS - ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>136</b>

## APRESENTAÇÃO

A I Semana das Engenharias Ambiental e Civil, I SEAC, construiu-se como uma ação de interesse técnico, científico e social, que buscou complementar a formação dos alunos e profissionais das engenharias Ambiental e Sanitária, Civil e áreas afins, através da discussão do tema “Os Desafios da engenharia sustentável”.

Uma engenharia sustentável promove intervenções sobre o meio ambiente, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. Tal modelo de construção utiliza eco materiais e soluções tecnológicas, que promovem a redução de resíduos gerados pela construção, utiliza de forma inteligente e econômica água e energia e proporciona aos usuários um conforto e melhor aproveitamento das áreas. É importante ressaltar que os critérios de sustentabilidade ambiental para o espaço construído, muitas vezes representam um investimento inicial alto, mas que ao longo da vida útil do empreendimento vão sendo minimizado por meio dos ganhos com eficiência energética, uso racional da água e durabilidade da edificação.

Na sua I edição a Semana das Engenharias Ambiental e Civil realizou diversas atividades com o propósito de articular os campos do ensino, da pesquisa e da extensão promovendo assim a formação técnica e científica e a troca de conhecimento entre estudantes e profissionais das Engenharias. As atividades realizadas compreenderam palestras, mesas redondas, minicursos, apresentação oral de trabalhos científicos, competições (Construção de pontes de palito de picolé, Competição de maquetes: Casa sustentável) Em sua primeira edição realizada no período de 07 a 09 de Agosto de 2018, foi promovida pelos cursos de Bacharelado em Ciência e Tecnologia – BCT, Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA – Campus Pau dos Ferros, com apoio da Pró - Reitoria de Extensão e Cultura – PROEC.

Os trabalhos apresentados durante a ISEAC constituem estes anais e foram organizados em duas áreas temáticas: Desafios Ambientais e Tecnologia da construção Civil.

## **CAPÍTULO 1**

### **REUTILIZAÇÃO DO ALUMÍNIO COMERCIAL NA OBTENÇÃO DE MEMBRANAS DE ALUMINA ANÓDICA POROSA PARA APLICAÇÕES NOBRES**

José Vidal Júnior, Ronny Kley Queiroz de Azevedo, José Flávio Timoteo Júnior, Cláwsio Rogério Cruz de Sousa

#### **1 INTRODUÇÃO**

O crescimento tecnológico e a escassez de matéria prima que venha atender essas evoluções, aumentou-se a expectativa pelo desenvolvimento de novas tecnologias de baixo custo econômico de forma sustentável na obtenção de novos materiais. A grande esperança está no desenvolvimento de novas tecnologias de baixo impacto ambiental, cujos avanços ocorridos nas últimas décadas, possibilita o estudo e desenvolvimento de novas áreas de pesquisa, voltadas para sistemas formados por estruturas da ordem de nanômetros, o qual tem se tornado foco da ciência atual: a nanotecnologia (TIMOTEO JR, apud VIDAL JR, 2016).

A utilização de materiais porosos vem tendo suas aplicações ampliadas e existem inúmeros processos de engenharia nos quais corpos cerâmicos podem substituir com vantagem os seus concorrentes metálicos ou poliméricos. Assim, estudos com algumas cerâmicas óxidas têm se mostrado relevantes como, por exemplo, o espinélio e a alumina ( $Al_2O_3$ ) sendo a alumina largamente aplicada devido suas propriedades marcantes, tais como alta resistência mecânica à flexão, alta dureza superficial, alto ponto de fusão, inertibilidade química e porosidade. A alumina ainda se destaca sendo amplamente utilizada em forma de membranas para processos de separação na indústria química, os suportes catalisadores e os filtros para limpeza de gases quentes de combustão e metais fundidos e em torres de destilação petroquímica (ISHIZAKI; KOMARNEN; NANKO, 1998).

Na busca de processamentos para controle de resíduos que gerem a obtenção de novos materiais na escala de nanômetros, Timóteo Jr (2007) demonstrou a anodização do alumínio como sendo um dos temas mais explorados dentro da indústria eletroquímica dado que este procedimento em determinadas condições, leva a formação de membranas de alumina anódica, sendo essa, amplamente aplicada na engenharia devido a suas propriedades marcantes, tais como alta resistência mecânica a flexão, alta dureza superficial, alto pon-

to de fusão, inertibilidade química e porosidade.

Existem diversos métodos para a obtenção de alumina, um dos métodos empregados é a anodização do alumínio, levando em consideração suas propriedades físicas, químicas e sua vantagem economicamente favorável quando em comparação com outros métodos. Para Martins (2001), a anodização é utilizada para muitos fins, devido às propriedades que são obtidas com este processo, por exemplo: resistência às intempéries, dureza superficial, resistência à água e etc.

O objetivo deste trabalho foi demonstrar em fins práticos a reciclagem de um material comumente descartado ao meio ambiente em um material ativo com aplicações nobres para as mais diversas áreas da indústria.

## 2 METODOLOGIA

Foi empregado, como material base para o experimento, lâminas de alumínio (Al) retiradas de latas de leite em pó, com área de  $56,74 \text{ cm}^2$ , sem textura superficial e foram cuidadosamente retiradas, evitando seu amassamento.

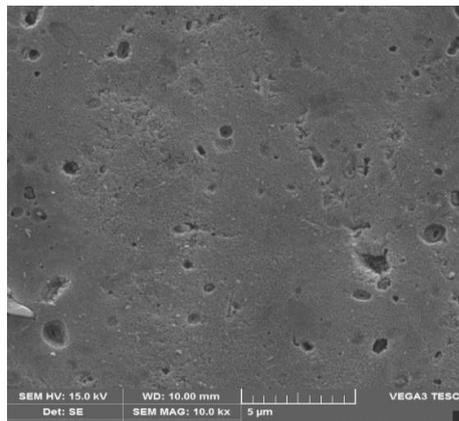
A metodologia experimental para obtenção das membranas de alumina foi dividida em duas etapas de anodização do alumínio (Al), por se tratar de um método no qual os tamanhos de poros obtidos, são significativamente pequenos – nanométrico – além da alta organização da distribuição de poros, proporcionando, assim, uma nova gama de aplicações para estas membranas (LEVÄNEM, 2003; ONO *et al.*, 2003).

Para deixar as membranas prontas ao processo de anodização, as plaquinhas metálicas passaram pelo procedimento de tratamento térmico de recozimento, à temperatura de  $310 \text{ }^\circ\text{C}$ , durante 4 horas. Esse procedimento teve como finalidade diminuir as tensões superficiais do material de partida.

Foram utilizados uma fonte de alimentação (EQ030F), para induzir a polaridade nos eletrodos; placas de alumínio comercial- retiradas de latas de leite em pó- como eletrodo e contra eletrodo; ácido sulfúrico e água destilada para o banho eletrolítico; acetona PA para limpeza superficial das placas de alumínio; e ácido ortofosfórico para o banho de dissolução.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1, ilustra a micrografia da amostra Al após o tratamento térmico de recozimento a 310 °C durante 4 horas. Pode-se observar as linhas de orientação da microestrutura, que possivelmente são resultantes do processo de laminação do material de partida.

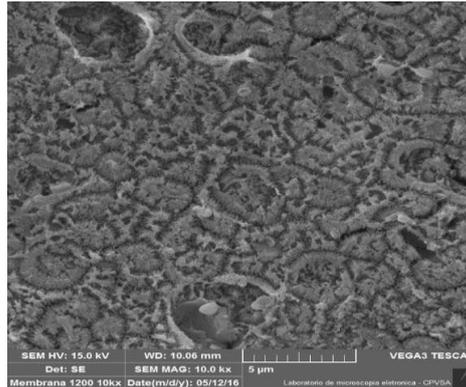


**Figura 1** - Micrografia da amostra Al após o tratamento térmico de recozimento com aumento de 10.000 X.

**Fonte:** Autores (2018).

Pode-se ressaltar a necessidade do processo de recozimento para diminuir essa pré-texturização do material, na qual a rugosidade superficial da placa causada pela microestrutura deformada da placa de alumínio está relacionada com o crescimento heterogêneo da camada anódica. No Hidróxido de alumínio (Figura 2) é possível observar que a estrutura dos poros apresentou-se de forma irregular com tamanhos e formatos heterogêneos. O ataque químico utilizado para a retirada da primeira camada anódica favoreceu o crescimento da estrutura porosa com presença de mais poros, menores e profundos.

Fica evidente quando se compara as micrografias, a diferença de porosidade e distribuição dos poros entre elas, onde a membrana de alumina, ilustrada na Figura 2 apresenta uma rede de poros intercomunicantes com poros maiores e poros menores, com escala nanométrica, demonstrando a grande área superficial deste material.



**Figura 2** – Micrografia da amostra da Alumina anodizada com aumento de 10.000 X.  
**Fonte:** Autores (2018).

Isto permite afirmar que a membrana de alumina anódica apresenta porosidade controlada e conseqüente possibilidade de aplicações nobres na filtração de fluídos.

#### 4 CONCLUSÕES

As membranas de alumínio retiradas das latas de leite em pó, antes do recozimento, apresentavam uma estrutura regular, heterogênea e com impressões provenientes do processamento por laminação industrial. Após os processos de anodização e ataque químico, obteve-se membranas de hidróxido de alumínio com estrutura amorfa. Após o tratamento térmico obteve-se a estrutura cristalina da alumina, que passou pelo MEV, para análise da sua morfologia superficial. As membranas adquiridas neste trabalho se mostraram versáteis para serem utilizadas nas mais diversas situações, podendo ser aplicadas em aplicações nobres como obtenção de nanomateriais, por exemplo, nanofiltros.

#### REFERÊNCIAS

ISHIZAKI, Kozo; KOMARNEN, Sridhar; NANKO, Makoto. **Porous Materials: Process technology and applications**. 1998. Tese (Doutorado em Materials Engineering), Springer Science+business Media Dordrecht, Springer Us, 1998.

LEVÄNEM, E. **Colloidal processing of aluminium oxide for membrane applications**, *Ceramics International*, v. 29, 2003.

MARTINS, L. **Apontamentos sobre anodização**: Q.A.E. FEUP//DEEC. 2001.

TIMOTEO JÚNIOR, José Flávio. **Membrana de alumina anódica**: comportamento da microestrutura e estudo das propriedades ópticas após tratamento térmico. 2012. Tese (Douto-

rado em Processamento de Materiais a partir do Pó; Polímeros e Compósitos; Processamento de Materiais a part) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

VIDAL JÚNIOR, José. **Obtenção de microtubos de alumina anódica, visando sua aplicação na filtragem.** 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Pau dos Ferros, 2016.

## CAPÍTULO 2

### ANÁLISE DA PRESENÇA DO HIDROCARBONETO XILENO EM UMA LOJA DE MANIPULAÇÃO DE TINTAS EM PAU DOS FERROS – RN

Samuel Queiroz Dantas, Bruna Rodrigues de Lima, Tairine de Sousa Brilhante

#### 1 INTRODUÇÃO

O xileno é um hidrocarboneto aromático que é definido pela mistura de 3 isômeros: ortoxileno (o-xileno), meta-xileno (m-xileno) e para-xileno (p-xileno). Sua versão comercial geralmente contém 40% do isômero meta, 20% do orto e 20% do para-xileno, com 15% de etilbenzeno e pequenas quantidades de outros hidrocarbonetos aromáticos. (FISPQ – Xileno, 2016)<sup>1</sup>.

Este hidrocarboneto é comumente utilizado como solvente aromático nas indústrias de defensivos agrícolas, tintas, vernizes, corantes e resinas, sendo comum encontrá-lo principalmente em postos de trabalho como as tinturarias e lojas de manipulação de tintas. A principal via de exposição humana a ele é a inalatória e o composto é irritante dos olhos, pele e mucosas.

Conforme Camargo (2008), a inalação por curto prazo pode causar dispnéia, irritação dos olhos e garganta, vômito, desconforto gástrico, entre outros sinais e sintomas. Trabalhadores que inalam misturas de xilenos por longos períodos podem apresentar narcose, irritação do trato respiratório e edema pulmonar.

O presente trabalho nasce da necessidade de se abordar os riscos à saúde e segurança no trabalho das pessoas que estão expostas diariamente ao hidrocarboneto xileno em postos de trabalho que o utilizam regularmente visto que, esta exposição pode acarretar consequências graves à saúde dos trabalhadores afetando diretamente seu rendimento e produtividade.

Objetiva-se coletar e apresentar os dados referentes à presença deste composto químico em uma loja de manipulação de tintas em Pau dos Ferros-RN comparando-os com

---

<sup>1</sup> Informações extraídas do site: Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico – FISPQ. Disponível em: <http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/3506f60043a7a096bedbbfecc2d0136c/fispq-quim-sol-arom-xileno.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10 out. 2016.

os níveis admissíveis regulamentados pela NR15.

## 2 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa de campo que, segundo Fuzzy (2012),<sup>2</sup> procede à observação de fatos e fenômenos exatamente como ocorrem no real, à coleta de dados referentes aos mesmos e, finalmente, à análise e interpretação desses dados, com base numa fundamentação teórica consistente, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado.

O processo de medição deu-se da seguinte maneira: inicialmente um tubo colorimétrico de 200 ml contendo o reagente xileno foi acoplado na bomba de amostragem de gás (Figura 1), sendo que a mesma tem capacidade de coletar a cada puxada 50 ou 100 ml de gás, conforme a opção do usuário.

Após a acoplagem do tubo, fez-se duas puxadas de 100 ml cada, resultando na capacidade do tubo, com intervalo de 2 minutos entre elas, sendo que o equipamento estava posicionado na altura do nariz do trabalhador.



**Figura 1** - Bomba de Amostragem de Gás com tubo colorimétrico acoplado.  
**Fonte:** Autores (2016).

Conforme as recomendações da NR 15<sup>3</sup>, repetimos o processo utilizando dez tubos

---

<sup>2</sup> Informações extraídas do site: O que é a Pesquisa de Campo. Disponível em: <http://profludfuzzimetodologia.blogspot.com.br>. Acesso em: 17 maio 2018.

<sup>3</sup> Informações extraídas do site: NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES. Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-notrabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>. Acesso em: 17 maio 2018.

colorimétricos, com intervalos entre as medições de pelo menos vinte minutos, após cada medição os dados foram anotados e posteriormente analisados conforme as disposições da referida norma.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram coletados em uma loja de tintas a qual dispunha de um espaço reservado para a mistura de pigmentos e solventes para produzir outras cores. O local escolhido para realizar as medições foi a sala de manipulações.

Neste local, segundo o proprietário do estabelecimento, os trabalhadores da loja permaneciam até no máximo 5 minutos por mistura. Ele também afirmou que, se por ventura, permanecessem por mais do que este tempo, usavam máscaras de filtro de carvão ativado e que retornavam ao local cada vez que algum cliente buscava alguma cor que não estava disponível no estoque. O referido trabalhador destacou ainda que em dias de grande movimentação chegam a fazer cerca de 35 a 40 manipulações, e que trabalham em média 45 horas semanais.

**Tabela 1** - Concentração de Xileno no ar do ambiente pesquisado

Medição	Concentração (ppm)
01	6
02	5
03	5
04	150
05	100
06	5
07	30
08	6
09	5
10	5

Fonte: Autores (2016).

Nesta loja, os três colaboradores têm acesso a sala, que é estreita e sem nenhum tipo de ventilação ou circulação de ar. E, apesar de utilizar líquidos inflamáveis, como o solvente de tintas, não havia extintores no local.

A tabela 1 nos mostra que ao longo das medições os valores não permaneceram pra-

ticamente constantes, variando entre concentrações de 5 a 6 ppm, quando não estão havendo manipulações de nenhum solvente. No entanto, três das dez medições apresentaram elevações neste nível. Isto ocorreu, pois, os níveis de concentração de xileno se elevava a medida que os trabalhadores utilizavam o solvente de tintas nas manipulações.

De acordo com a NR 15, os índices de concentração de xileno começam a tornar-se prejudiciais à saúde quando a média aritmética tem níveis superiores a 78 ppm, no caso de jornadas de trabalhos menores ou iguais a 48h semanais. Utilizando os dados presentes na tabela 1, efetuamos o cálculo:

$$\begin{aligned} & \text{Nível Médio de Xileno} \\ & = \frac{(6 + 5 + 5 + 150 + 100 + 5 + 30 + 6 + 5 + 5)}{10} = 31,7 \text{ ppm} \end{aligned}$$

O valor encontrado, nos mostra que o nível médio de xileno presente na loja está entre os valores considerados admissíveis pela NR15, porém podemos perceber que, nas medições 4 e 5, as concentrações atingiram valores acima do nível admissível (78 ppm de xileno). Além disso, o Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização é médio.

Esses resultados nos mostram a importância do uso de Equipamentos de Proteção não apenas quando permanecer muito tempo no local, mas sempre a utilização dos solventes for necessária, pois quando este está sendo manuseado os níveis do xileno são altíssimos, o que pode acarretar prejuízos à saúde e segurança dos trabalhadores, comprometendo também seu desempenho e produtividade.

#### 4 CONCLUSÕES

Através do presente trabalho de pesquisa foi possível coletar, através de medições ambientais, os dados referentes aos níveis de concentração do hidrocarboneto xileno em uma loja de manipulação de tintas em Pau dos Ferros-RN.

A coleta dos dados permitiu analisá-los conforme as disposições da NR15 e encontrar como resultado o valor médio de 31,7 ppm de xileno no ambiente onde são feitas as manipulações, o que representa um nível aceitável considerando a jornada de trabalho da referida loja.

Entretanto, é necessário que se destaque a suma importância da utilização de Equipamentos de Proteção adequada à caracterização do ambiente de trabalho, tendo em vista que, os níveis verificados durante as manipulações oferecem altos riscos à saúde dos colaboradores.

Portanto, vale salientar que a exposição constante aos agentes químicos é um dos maiores riscos de insalubridade deste ambiente e que a necessidade de se adotar medidas preventivas de proteção é indispensável.

## **REFERÊNCIAS**

OGA, S.; CAMARGO, M.M.A; BATISTUZZO, J.A.O. **Fundamentos de Toxicologia**. 3 ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008. 677p.

## CAPÍTULO 3

### EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE BABOSA PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL

Natalia Maria Diniz Pereira Almeida, Carlos Eduardo Ferreira Rocha, Taiton Telles da Silva Saraiva, Marcelo Nascimento de Moraes, Kytéria Sabina Lopes de Figueredo

#### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade passou a ter uma maior preocupação com o meio ambiente, devido às mudanças ambientais que o planeta tem sofrido nas últimas décadas. Muitas dessas mudanças são provenientes das emissões de gases poluentes, originados de uma série de atividades humanas. Uma grande parte desses gases lançados na atmosfera são oriundos da queima de combustíveis fósseis, combustíveis não renováveis, usados principalmente na indústria automobilística. (MACHADO NETO, 2011).

Como alternativa aos combustíveis fósseis surgem os biocombustíveis, combustíveis derivados de biomassa renovável que podem substituir parcial ou totalmente os combustíveis derivados de petróleo e gás natural (ANP, 2017). <sup>4</sup>Dentre os biocombustíveis encontra-se o biodiesel que é um tipo de biocombustível feito a partir de matéria-prima de origem animal ou vegetal. Segundo Parente (2003), o biodiesel é um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos. No Brasil o biodiesel pode ser produzido a partir de oleaginosas, gordura animal e óleos residuais, as alternativas para obtenção de óleos vegetais como matéria-prima para produção de biodiesel são diversas e dependem das espécies cultivadas em cada região do país. Atualmente, apenas a soja é cultivada em escala suficiente para a produção comercial do biodiesel (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2008).

Entretanto, o Brasil apresenta uma ampla biodiversidade e potencialidade para o desenvolvimento energético, pois possui um clima propício ao cultivo de diferentes plantas que podem ser usadas como matéria-prima para a produção de óleos vegetais (CHRISTOFF, 2006). Dentre as várias espécies de plantas no Brasil estão as do gênero Aloe. Existem mais

---

<sup>4</sup> Informações extraídas do site: ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis Biodiesel. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>. Acesso em: 28 nov. 2017.

de 300 espécies do gênero Aloe descritas na literatura. A Aloe vera, popularmente chamada de babosa é uma planta bastante encontrada no semiárido brasileiro por ter um clima favorável ao seu cultivo. De acordo com Smith *et al.* (1998), Aloe vera são plantas Xérofitas (plantas de folhas suculentas) adaptadas para sobrevivência em regiões áridas.

Portanto esse estudo analisou formas de extração de óleo de babosa, verificando qual forma teve o melhor aproveitamento, visando a produção de biocombustível (biodiesel), além de elencar qual o melhor rendimento deste.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia desse estudo compreende a coleta de matéria prima, extração do óleo da babosa, obtenção do biocombustível (biodiesel) e seus respectivos rendimentos.

Primeiramente, a matéria-prima desse estudo foi coletada no seu habitat, na zona rural do município de Pau dos Ferros e conduzida ao laboratório de química geral da Universidade Federal Rural do Sêmi-Árido (UFERSA) campus Pau dos Ferros, onde as folhas da babosa foram descascadas e então retirou-se a seiva das folhas, um gel incolor e viscoso. Depois a seiva foi colocada em um béquer e mediu-se a massa.

A extração do óleo foi realizada através de dois métodos, tipo I, Modo quente (temperatura de 60°C) e tipo II, Modo frio (temperatura ambiente). No entanto, para extrair o óleo de babosa foi necessário preparar misturas com outro óleo e, nesse caso, o óleo utilizado para esse processo foi o óleo de soja refinado comercialmente e adquirido no supermercado da cidade de Pau dos Ferros – RN.

Para o tipo I, pesaram-se proporções diferentes de extrato de babosa e adicionou-se as massas de óleo de soja proporcionais de acordo com a tabela 1. As misturas preparadas foram aquecidas por 30 min a uma temperatura de 60°, depois filtradas e armazenadas em recipientes plásticos com tampa. No modo de extração tipo II, as misturas de babosa e óleo de soja foram preparadas conforme as proporções da tabela 1 e em seguida acondicionadas em recipientes plásticos com tampa e embrulhadas com papel alumínio para evitar a exposição a luz, e ficaram armazenadas dessa forma durante 7 dias. Após o período de armazenamento as amostras foram filtradas e novamente armazenadas a temperatura ambiente.

**Tabela 1** - Proporções de extração de óleo de babosa e soja

<b>Proporções de Extração</b>	<b>Babosa</b>	<b>Soja</b>
BA1	50%	50%
BA2	25%	75%

**Fonte:** Autores (2018).

Os óleos extraídos foram sintetizados via transesterificação por catálise básica, inicialmente preparou-se o alcóxido (mistura de álcool e catalisador) a partir da razão molar de 1:3 álcool/óleo foram utilizados 46 g/álcool etanol e 2,8 g de KOH como catalisador após a solubilização por completo da mistura adicionou-se 140 g do óleo extraído, essa mistura permaneceu sob agitação magnética e sobre uma chapa aquecedora a uma temperatura de 60 °C por 2 horas (PRADOS, 2011). Após o prazo de 2 horas, transferiu-se a mistura para um funil de separação de 250 mL permanecendo em repouso por 24 horas. Foi possível evidenciar a formação de fases distintas, sendo o biodiesel, e a outra glicerol. As fases foram separadas e armazenadas em recipientes distintos para estudo e caracterização.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após utilização do método de extração, evidenciou-se que a massa inicial de 200g extrato de babosa e de óleo de soja com suas respectivas diferentes porcentagens, tabela 1, usada para extração do óleo não foi convertida 100%. Os dados apresentados na tabela 2 e 3 indicam que no método tipo I o aproveitamento médio foi de 76% e no método II foi de aproximadamente 95%. Esse percentual de aproveitamento pode ser esperado uma vez que, no método tipo I, durante o aquecimento, parte da água contida na massa inicial (extrato de babosa) evaporou.

**Tabela 2** – Óleos extraídos método I

<b>Óleo</b>	<b>Massa inicial</b>	<b>Massa final</b>
1	200g	123,2 g
2	200g	172,5 g

**Fonte:** Autores (2018).

Na obtenção dos biodieseis dos óleos obtidos nas proporções BA1, BA2, nos métodos de extração I e II, foram submetidos a etapa de transesterificação. A rota de reação aplicada

foi a de catálise básica com hidróxido de potássio (KOH) e etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O). Após 2h sob agitação e aquecimento de 60°C.

**Tabela 3** – Óleos extraídos método II

Óleo	Massa inicial	Massa final
1	200g	189,6 g
2	200g	189,3 g

**Fonte:** Autores (2018).

As amostras obtidas foram colocadas em funil de separação para proceder com a separação do produto de interesse, o biodiesel e o subproduto o glicerol. A separação de fases observadas na figura 1 comprova que ocorreu a reação, a parte superior é o biodiesel, uma parte no meio é matéria saponificada e a parte inferior é o glicerol.



**Figura 1** – Obtenção de biocombustível (biodiesel)

**Fonte:** Autores (2018).

O rendimento da produção de biodiesel foi calculado de acordo com a massa de óleo extraído utilizada (140g) com a massa do éster obtida após a separação para cada amostra como representa as tabelas 4 e 5.

**Tabela 4** – Rendimento dos óleos de babosa extraídos pelo modo **quente**

Biodieseis	Rendimento (%)
BAQ1	54,00
BAQ2	68,83

**Fonte:** Autores (2018).

**Tabela 5** – Rendimento dos óleos de babosa extraídos pelo modo frio

<b>Biodieseis</b>	<b>Rendimento (%)</b>
BAF1	43,84
BAF2	30,26

**Fonte:** Autores (2018).

Na tabela 4 e 5, o rendimento da produção de biodiesel variou de 43,84 a 68,83%, e tendo a melhor condição de síntese o biodiesel BQ2, obtido a partir do óleo de babosa extraída a frio.

#### **4 CONCLUSÕES**

De acordo com os experimentos realizados, os óleos de babosa que tiveram maior aproveitamento foram os óleos extraídos pelo método tipo II, Modo frio (temperatura ambiente), contudo, os biodieseis que tiveram maior rendimento foram os sintetizados pelos óleos extraídos pelo método tipo I, Modo quente (temperatura de 60°), mas isso pode ser explicado já que havia na composição dos óleos tipo II a presença de muita matéria orgânica. Portanto, a babosa mostra-se como uma matéria-prima promissora para a produção de biocombustíveis e os processos de obtenção do óleo dessa não causa riscos de poluição ao meio ambiente.

#### **REFERÊNCIAS**

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas e seus Óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel.** (EMBRAPA – Documentos, 201) Campina Grande, 2008.

CHRISTOFF, P. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial. Estudo de Caso:** Guaratuba, litoral paranaense. 2006. Dissertação de Mestrado, Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <http://sistemas.institutoslactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/PauloChristoff.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2017.

MACHADO NETO, A. S. **Estudo da influência de blendas de óleo residual de frituras na viscosidade do biodiesel.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2011.

PARENTE, Expedito José de Sá. **Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraça-**

do. Fortaleza: Tecbio, 2003. Disponível em: <http://www.xitizap.com/Livro Biodiesel.pdf>  
Acesso em: 03 dez. 2017.

SMITH, G.F., Van Vyk, B.; Em: "**Vascular plant genera of the world**". v.3, p.130, 1998.

## **CAPÍTULO 4**

### **ARTIGO DE REVISÃO: APROVEITAMENTO DE GLICEROL EXTRAÍDO DO BIODIESEL**

Tailton Telles da Silva Saraiva, Natalia Maria Diniz Pereira Almeida, Marcelo Nascimento de Morais, Kytéria Sabina Lopes de Figueredo

#### **1 INTRODUÇÃO**

Depois da Segunda Guerra Mundial e da Revolução Industrial o mundo passou a ter olhos para o meio ambiente se preocupando com a situação em que se encontrava. Devido os grandes desastres que essas guerras causaram a natureza, veio a responsabilidade em como preservar os recursos naturais para que as gerações atuais e futuras não sejam prejudicadas por motivos da ação humana.

Depois dos conflitos humanos a população não respeitou os limites da natureza e continuou a jogar lixo no meio ambiente ocasionando assim o efeito estufa, o aumento da temperatura, a escassez dos recursos naturais, a seca no sertão brasileiro, a poluição em mares, as catástrofes climáticas, entres outros motivos que levaram os cientistas a alertar a população do caos que estava atingindo a natureza. Dessa forma, foram aparecendo conferencias voltadas em como preservar a natureza e a sua recuperação. Com isso surgiram estudos em como substituir materiais que é descartado na natureza por outros que sejam biodegradáveis e renováveis. Assim apareceram a ideias de substituir a energia não renovável por energia renovável, que é o caso dos combustíveis que são pioneiros na poluição do meio ambiente liberando CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Grande parte das energias renováveis faz parte de um ciclo, onde a poluição emitida através da queima do combustível é absorvida naturalmente em uma etapa do ciclo. É o caso do biodiesel, um dos combustíveis renováveis de maior destaque no mercado (MILLI; GRIPA; SIMONELLI, 2011).

Seu ciclo de funcionamento começa pela absorção pelas plantas de CO<sub>2</sub> e energia oriunda do sol. Desta forma, as plantas que são as matérias-primas para a produção de biodiesel, absorvem a energia solar juntamente com o CO<sub>2</sub> para realizar o processo de fotossíntese (MILLI; GRIPA; SIMONELLI, 2011).

Posteriormente essas plantas são levadas para extração de óleo, e em seguida a pro-

dução do biodiesel. Quando este combustível é queimado, novamente acontece a emissão de CO<sub>2</sub>, que com a radiação solar, é absorvido pelas plantas no processo, fechando desta forma o ciclo (MILLI; GRIPA; SIMONELLI, 2011).



**Figura 1** - Processo de funcionamento do biodiesel.

**Fonte:** <http://sustentabilidadeur.blogspot.com/2009/11/o-ciclo-ou-cadeia-de-funcionamento-dos.html>

O biodiesel é um combustível renovável que está em alta no mercado, assim, um dos seus coprodutos é a glicerina, que vem crescendo muito no mercado, mas a procura é pouca, dessa forma, cientistas do mundo todo fizeram estudos em como reaproveitar esse produto no mercado, buscando novas alternativas como a produção de produtos, já que a glicerina é um produto que é muito utilizado na fabricação, por exemplo, de medicamentos. A glicerina pode ser utilizada também em produtos como cosméticos, em peças de veículos, sacolas que são descartadas na natureza, dentre outros produtos que são muito utilizados pela população.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo constitui uma revisão bibliográfica de caráter analítico sobre Aproveitamento de glicerol extraído do biodiesel

A coleta de dados foi realizada no período de maio a junho de 2018, e utilizou-se para a pesquisa as bases de dados SciELO - Scientific Electronic Library Online e ScienceDirect – Elsevier.

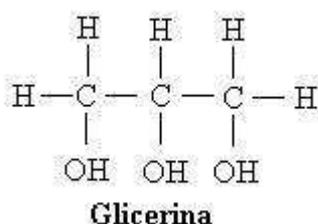
Após a seleção dos artigos conforme os critérios de inclusão previamente definidos, foram seguidos, nessa ordem, os seguintes passos(10): leitura exploratória; leitura seletiva e escolha do material que se adequam aos objetivos e tema deste estudo; leitura analítica e análise dos textos, finalizando com a realização de leitura interpretativa e redação. Após estas etapas, constituiu-se um corpus do estudo agrupando os temas abordados nas seguintes categorias: Características e Aplicações da Glicerina, Produção da Glicerina no Brasil e Aplicações da Glicerina.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DA GLICERINA

Glicerol é o nome comum do composto orgânico 1,2,3-propanotriol, descoberto por Carl W. Scheele em 1779 durante a separação de uma mistura aquecida de PbO preparada com óleo de oliva. Os seus sinônimos são glicerina, trihidroxipropano, glicilálcool, gliceril e 1,2,3-trihidroxipropano (RIVALDI, 2017).

O glicerol na sua forma pura apresenta-se como um líquido viscoso, incolor, inodoro e higroscópico, com sabor doce, solúvel em água e álcool, insolúvel em éter e em clorofórmio (APOLINÁRIO; PEREIRA; FERREIRA, 2012).



**Figura 2** - Fórmula química da glicerina.

Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/3701196>

Devido às suas características físicas e químicas e ao fato de ser inócuo, o glicerol puro apresenta diferentes aplicações na indústria (APOLINÁRIO; PEREIRA; FERREIRA, 2012).

Visto que na forma bruta, o glicerol apresenta-se na forma de líquido viscoso pardo escuro, que contém quantidades variáveis de sabão, álcool (metanol ou etanol), monoacilglicerol, diacilglicerol, oligômeros de glicerol, polímeros e água (APOLINÁRIO; PEREIRA; FER-

REIRA, 2012).

Os processos para sua purificação incluem filtração, destilação a vácuo, descoloração e troca de íons para a remoção principalmente de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> utilizados como catalisadores APOLINÁRIO; PEREIRA; FERREIRA, 2012).

A procura por glicerina no mercado é muito grande por ter um preço acessível. O Brasil é um dos países com maiores recursos naturais para a produção do biodiesel. Com a descoberta dos combustíveis biodegradáveis a produção do seu subproduto cresceu muito rápido e uma preocupação em como reaproveitar, dessa forma, a glicerina como subproduto do biodiesel pode ser aplicada em diversos produtos, como por exemplo:

Glicerina pode ser usada na fabricação de rações;

Glicerina será matéria-prima para a produção de “plástico verde”;

Glicerina será matéria-prima para a produção de compósitos sólidos;

Glicerina é queimada na caldeira gerando calor e energia elétrica;

Glicerina aumenta a produção de biogás na fermentação anaeróbica em biodigestores;

Glicerina será usada na produção de sabonetes, já que o sebo bovino ficou muito caro.

### 3.2 PRODUÇÃO DA GLICERINA NO BRASIL

No Brasil o avanço na produção do biodiesel cresce rapidamente e com ele cresce também seu principal subproduto que é a glicerina. Segundo Schwengber *et al.* (2016), citado por Peiter (2016) “Em 2013, a indústria brasileira do biodiesel gerou cerca de 350 mil toneladas de glicerina bruta”.

Considerando o aumento de produção estimado para 2016 e o acréscimo do percentual de biodiesel na mistura com diesel, a projeção é que sejam gerados nesse ano aproximadamente 400 mil toneladas de glicerol bruto, e os números tendem a crescer até 2019 (ABIQUIM, 2008, apud PEITER, 2016).

Portanto a produção da glicerina cresce, mas o consumo chega a ser apenas de 10% da produção, consumindo apenas 40 mil toneladas.

### 3.3 APLICAÇÕES DA GLICERINA

O glicerol é um dos principais produtos utilizados para a fabricação vários ramos comerciais, como cosméticos, medicamentos, dentre outros produtos. Segundo Peiter (2016), Se o glicerol do processamento do biodiesel não for direcionado a mercados específicos, poderá causar efeitos drásticos nos preços e levar indústrias químicas a abandonar a produção de glicerol.

Na indústria farmacêutica a glicerina pura é utilizada na formulação de xaropes para tosse, elixires, expectorantes, pomadas, cremes, antibióticos e antissépticos, plastificantes para cápsulas de medicamentos, dentre outros produtos (PEITER, 2016).

Por ser uma substância umectante, é encontrada em muitos cosméticos, produtos de hidratação, como xampus e condicionadores de cabelo, tônicos capilares, loções, protetores solares, cremes pós sol, géis, loções de barbear, desodorante e maquiagem (bases, batons, etc.) (PAGLIARO *et al.*, 2007; SINGHABHANDHU, 2010, apud PEITER, 2016).

Na indústria alimentícia é utilizado como espessante de molhos e sobremesas, muito utilizado como umectante na fabricação de balas, refrigerantes e doces. (SANTOS, 2009, apud PEITER, 2016).

A glicerina possui também diferentes aplicações na indústria têxtil sendo empregado na fabricação de tintas e resinas. Na indústria de tecidos, é usado para ajustar, amaciar fios e tecidos, e na lubrificação do processamento de fibras (KNOTHE *et al.*, 2006; SINGHABHANDHU, 2010, apud PEITER, 2016).

A glicerina pode ser também aplicada na produção de tabaco sendo consumida uma quantidade significativa, e até mesmo na produção de explosivos sendo utilizada a partir da nitração da glicerina.

Segundo Batista (2008), citado por Peiter (2016), não existe uma legislação onde indique como é pra ser feito o despejo da glicerina, dessa forma, o descarte da mesma ocorre geralmente em rios e em queimas, esses tipos de descartes por gerar danos ao meio ambiente. O despejo nos rios pode apresentar uma demanda bioquímica de oxigênio muito elevada, a queima pode ser prejudicial à saúde humana liberando compostos cancerígenos.

Com o intuito de melhorar a sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel faz-se necessário converter o glicerol em produtos de alto valor econômico. Além disso, novos usos

para o glicerol contribuem para minimizar impactos ambientais negativos gerados pelo seu descarte e acúmulo (YAZDANI; GONZALEZ, 2007, apud PEITER, 2016).

Uma opção para evitar o descarte e a queima da glicerina é a produção de ração para animais, contendo um alto valor energético. Dessa forma a glicerina vem surgindo como uma fonte energética alimentar alternativa para alimentação animal, substituindo assim outras fontes energéticas presentes na alimentação dos animais, contendo um custo menor e sendo favorável ao mercado.

A glicerina vem sendo bastante utilizada para alimentação de ruminantes, pois assemelha-se ao propilenoglicol (substância gliconeogênica), utilizado com grande eficiência na alimentação de vacas leiteiras de alta produção (FÁVARO, 2010, apud PEITTER, 2016).

No Brasil, a mais recente novidade é o uso da glicerina que sobra como subproduto, da elaboração do biodiesel para produzir o propeno, resina obtida até aqui de derivados de petróleo e utilizada para fazer polipropileno (APOLINÁRIO; PEREIRA; FERREIRA, 2012).

O plástico produzido pela glicerina pode ser substituir matérias que são utilizados em automóveis, eletrodomésticos, seringas (muito descartes no meio ambiente), fraldas, embalagens entregues em supermercados (sendo um material muito descartado provocando lixões) e em produtos de limpeza.

### **3 CONCLUSÕES**

Foi feito um breve resumo de como a glicerina pode favorecer o meio ambiente podendo substituir produtos no mercado que são descartados na natureza e que passam muito tempo para se degradar agredindo o mesmo, provocando aumento na temperatura, catástrofes, etc.

Caso a glicerina não seja aproveitada ela pode ser descartada de forma inadequada gerando efluentes, e prejudicando o meio ambiente. Assim, neste trabalho foi destacado várias formas de como ser reaproveitado o produto gerando assim um mercado mais econômico devido existir uma grande produção desse produto.

Mesmo com todos esses estudos gerados para o reaproveitamento da glicerina ainda não é o suficiente para utilizar tudo o que é produzindo através do biodiesel. Dessa forma novos estudos têm que ser feitos em buscas de novas alternativas para o reaproveitamento

desse produto, tendo em vista que atualmente apenas uma pequena porcentagem é reaproveitada no mercado.

## REFERÊNCIAS

MILLI, Brunela Bonatto; GRIPA, Danielly Cristina; SIMONELLI, George. APLICAÇÕES ALTERNATIVAS DA GLICERINA ORIUNDA DO BIODIESEL. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 2, p.02-02, maio 2011.

APOLINÁRIO, Fagner Dimas Barreto; PEREIRA, Gilliaster de Freitas; FERREIRA, Jonathan Pedro. Biodiesel e Alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel. **Revista de Divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 144, p.141-146, jan. 2012.

VEDANA, Univaldo. **Glicerina e suas aplicações**. 2008. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/blog/vedana/2008/glicerina-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BODIESEL. **Ciclo de funcionamento**. 2009. Disponível em: <http://sustentabilidadeur.blogspot.com/2009/11/o-ciclo-ou-cadeia-de-funcionamento-dos.html>. Acesso em: 07 maio 2018.

PEITER, Gabrielle Caroline. Alternativas para o uso do glicerol produzido a partir do biodiesel. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Paraná, v. 5, n. 523, p.519-537, out. 2016.

## CAPÍTULO 5

### RISCOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DO GÁS NATURAL NO RIO GRANDE DO NORTE

Carlos Eduardo Ferreira Rocha, Natalia Maria Diniz Pereira Almeida, Sharon Dantas da Cunha, Kytéria Sabina Lopes de Figueredo

#### 1 INTRODUÇÃO

O gás natural (GN), apesar de ser um combustível fóssil, é uma fonte de energia considerada “limpa” quando comparado ao óleo diesel e à gasolina. Segundo Nóbrega (2007, p. 2), “Da sua combustão resultam quantidades menores de óxidos de enxofre, responsáveis pelas chuvas ácidas, e de dióxidos de carbono presente no efeito estufa”. O GN é uma substância não tóxica, sem cheiro e sem cor composta por uma mistura de hidrocarbonetos que em condições atmosféricas normais permanecem em estado gasoso. Na composição tem os hidrocarbonetos: metano ( $\text{CH}_4$ ), com teores acima de 70%, em menores proporções tem o etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) e com teores abaixo de 2%, o propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ).

O GN é encontrado em reservatórios profundos na natureza, nas formas associada e não associada. O gás associado é aquele que, no reservatório, se encontra dissolvido no petróleo ou sob a forma de uma “capa de gás”. Neste caso, normalmente privilegia-se a produção inicial do óleo, utilizando-se o gás para manter a pressão do reservatório. O gás não associado é aquele que está livre do óleo e da água no reservatório, e sua concentração é predominante na camada rochosa, permitindo a produção basicamente de gás natural (THOMAS, 2004, p. 190).

No Brasil, a produção de GN destina-se a fins energéticos e não energéticos, tais como: geração de energia termelétrica, gás natural veicular (GNV) e nos segmentos industriais como matéria-prima de plásticos, tintas, fibras sintéticas borracha e fertilizantes (ANP<sup>5</sup>, 2017). O Rio Grande do Norte (RN) é um estado rico em gás natural, oriundo de campos de produção *onshore* e *offshore* da Bacia Potiguar, que é uma bacia sedimentar localizada ao longo da costa do estado do Rio Grande do Norte e extremo-oeste do estado do Ceará. Com

---

<sup>5</sup> Informações extraídas do site: ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível, Evolução da Indústria Brasileira de Gás Natural. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 12 jun. 2018.

campos em águas rasas e campos terrestres, essa bacia está entre as maiores produtoras de petróleo do Brasil. A porção terrestre da Bacia Potiguar é classificada como madura, ou seja, já foi densamente explorada e oferece oportunidades às empresas de pequeno e médio porte nas atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural.

Esse estudo realiza uma estimativa prévia da probabilidade de ocorrência de um evento e consequências ambientais por meio de uma matriz de risco ambiental, para ponderar meios e medidas necessárias para monitorar e minimizar estes riscos.

## 2 METODOLOGIA

Para a realização do estudo sobre os riscos ambientais das atividades de exploração e produção do gás natural na Bacia Potiguar no estado Rio Grande do Norte, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, de natureza aplicada, com o objetivo de gerar conhecimentos sobre os principais riscos ambientais através de uma matriz de riscos ambiental.

A área estudada compreende a bacia costeira potiguar a porção do estado do Rio Grande do Norte que é o 3º maior produtor de petróleo do Brasil e também o 3º na exploração de gás natural, com 9% da produção brasileira. Para avaliar os riscos ambientais das operações de E&P do GN no RN, foi escolhido o método de matriz Probabilidade de Ocorrência do Evento x Consequência do Evento, que são atributos de valoração do impacto e risco ambiental.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de informações da literatura e de uma análise subjetiva, foi possível identificar as consequências dos eventos no solo, na água, na atmosfera e nos ecossistemas. Para a construção da matriz de risco ambiental, o cálculo foi feito através da multiplicação dos pontos probabilidade de ocorrência com a consequência dos eventos. Dessa forma pode-se fazer a seguinte equação (MARIANO, 2007):

$$\text{Risco Ambiental/Impacto} = \text{Probabilidade de Ocorrência} \times \text{Consequência}$$

Os níveis de vulnerabilidade ambiental são definidos da seguinte forma:

- **Extremo** – Situação de emergência, inaceitável, é necessário de uma ação imediata.
- **Alto** – Necessário de um gerenciamento de alto nível, ou seja, são necessárias medidas mitigadoras para reduzir o impacto/risco. Intervenção política.
- **Médio** – É necessário de implementação e inclusão em programas de gerenciamento futuros, atenção nos níveis de políticas, além de definir os procedimentos padrão de gerenciamento.
- **Baixo** – Aceitável, através de operações de rotina é feito o gerenciamento dos riscos/impactos, através de plano de gestão ambiental e risco.

Outra característica da matriz (quadro 1) é a tonalidade de cores que será definida, de acordo com nível de classificação do impacto:

Probabilidade de Ocorrência do Evento	Consequência do Evento				
	Insignificante (1)	Menor (2)	Moderado (3)	Maior (4)	Catastrófico (5)
Quase certo (5)	Médio 5	Alto 10	Extremo 15	Extremo 20	Extremo 25
Provável (4)	Baixo 4	Médio 8	Alto 12	Extremo 16	Extremo 20
Moderado (3)	Baixo 3	Médio 6	Alto 9	Alto 12	Extremo 15
Improvável (2)	Baixo 2	Baixo 4	Médio 6	Médio 8	Alto 10
Raro (1)	Baixo 1	Baixo 2	Baixo 3	Baixo 4	Médio 5

**Quadro 1:** Matriz Probabilidade de ocorrência x Consequência do evento  
**Fonte:** Adaptado Mariano (2007).

Diante do cenário de produção de GN do RN e dados da literatura foi possível identificar, os principais aspectos ambientais, como também os possíveis impactos gerados por cada etapa de operação do processo de exploração e produção do gás natural. Descritos no quadro 2

Aspecto ambiental	Risco Ambiental
-------------------	-----------------

Geração de resíduos Emissão de gases Geração de odores Geração de Efluentes Geração de Ruídos e Vibrações Vazamento de dutos ou tanques	Desequilíbrio do Ecossistema Poluição do ecossistema Poluição do solo Poluição da atmosfera Poluição da água Incômodo à população/Problemas de saúde
--	---

**Quadro 2:** Principais aspectos ambientais e riscos gerados nas atividades de E&P do GN.

**Fonte:** Autores (2018).

Para analisar os níveis de vulnerabilidade ambiental a Matriz de Interação de risco ambiental para as atividades de E&P do GN foi estabelecida da seguinte forma (quadro 3): Na primeira coluna foram listadas as atividades, na segunda coluna fatores ambientais de riscos.

Atividade	Risco Ambiental	Consequências	Probabilidade	Nível
Exploração	Desequilíbrio do ecossistema	Catastrófico (5)	Quase certo (5)	Extremo (25)
	Poluição do ecossistema	Catastrófico (5)	Provável (4)	Extremo (20)
	Poluição do solo	Maior (4)	Quase certo (5)	Extremo (20)
	Poluição da atmosfera	Maior (4)	Provável (4)	Extremo (16)
	Poluição da água	Menor (2)	Moderado (3)	Médio (6)
	Incômodo a população e problemas de saúde	Insignificante (1)	Moderado (3)	Baixo (3)
Produção	Desequilíbrio do ecossistema	Catastrófico (5)	Provável (4)	Extremo (20)
	Poluição do ecossistema	Moderado (3)	Provável (4)	Alto (12)
	Poluição do solo	Menor (2)	Moderado (3)	Médio (6)
	Poluição da atmosfera	Catastrófico (5)	Quase certo (5)	Extremo (25)
	Poluição da água	Insignificante (1)	Moderado (3)	Baixo (3)
	Incômodo á	Insignificante	Possível	Baixo

	população e problemas de saúde	(1)	(3)	(3)
--	--------------------------------	-----	-----	-----

**Quadro 3:** Principais aspectos ambientais e riscos gerados nas atividades de E&P do GN.

**Fonte:** Adaptado Mariano (2007).

#### 4 CONCLUSÕES

A análise dos riscos de impactos ambientais nas atividades de exploração e produção do gás natural no RN demonstrou que diversos aspectos ambientais que são causadores de impactos ambientais estão associados aos processos executados nas atividades de E&P de gás natural, de forma que para as atividades existirem, impactos significantes ao meio ambiente são produzidos, a matriz de interação de riscos ambientais desenvolvida nesse estudo se mostrou uma ferramenta bastante eficiente para estimar os níveis de vulnerabilidade ambiental nas operações de E&P do GN. O uso da matriz evidencia quais os fatores serão mais afetados nas operações, para auxiliar no planejamento e nas tomadas de decisões sobre quais as medidas mitigadoras e recursos disponíveis devem ser priorizados.

A utilização de técnicas menos agressivas, por exemplo, em relação a pesquisas e perfuração de poços, podem ser introduzidas para também contribuir com a manutenção do meio ambiente local. Medidas compensatórias podem garantir segurança para o meio ambiente e população, pode-se citar como exemplo o desmatamento para acesso as estradas que trás diversas consequências negativas, uma solução é fazer o reflorestamento em outras áreas garantindo a flora local. Portanto o fator econômico não deve ser a única prioridade para as decisões da indústria de GN, é necessário adotar boas práticas de produção e exploração que possam minimizar os danos ambientais e garantir o desenvolvimento sustentável.

#### REFERÊNCIAS

MARIANO, Jacqueline Barboza Mariano. **Proposta de metodologia de avaliação integrada de riscos e impactos ambientais para estudos de avaliação ambiental estratégica do setor de petróleo e gás natural em áreas offshore**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, 2007. Disponível em: <http://ppe.ufrj.br>. Acesso em: 09 out. 2017.

NÓBREGA, Geraldine Angélica Silva da. **Estudo de uma coluna de absorção recheada pra desidratação do gás natural utilizando microemulsão como absorvente**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal – RN, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br>. Acesso em: 07 dez. 2017.

THOMAS J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004.

## **CAPÍTULO 6**

### **INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NUMA CIDADE DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN <sup>1</sup>**

Ramon Paiva de Andrade, Edna Lucia da Rocha Linhares, Tásia Moura Cardoso do Vale, Maria do Socorro Medeiros de Souza

#### **1 INTRODUÇÃO**

Durante o século XVIII no decorrer da história com o processo da revolução industrial o planeta inteiro evidenciou um grande crescimento nos centros urbanos, ocorrendo uma mobilidade da população rural para a cidade em busca de trabalho. A transformação do modo de produção capitalista e sua relação na mudança da estrutura produtiva gerou novas relações sociais que cominou em continuar gerando impactos no âmbito ambiental, pois o homem ele nunca teve uma atitude em relação aos recursos energéticos de forma tão predatória em um momento pós revolução industrial (MENDONÇA, 2007)

A dinâmica da expansão dos centros urbanos de forma acelerada apresenta diversas consequências ao ambiente, como no que diz respeito a impermeabilização das ruas, a falta de planejamento na elaboração de um projeto urbanístico, assim como se preparar para os desafios climáticos. Essa implicação de forma a modificar a estrutura do ambiente acarreta na exposição do solo e na degradação do meio ambiente (COSTA, 2012).

Com os problemas socioambientais e suas implicações no regime das cidades, o estudo das implicações causadas pelo avanço de construções e na degradação da vegetação que vem sendo observado juntamente com o processo que acarreta em oscilações na precipitação e da termodinâmica das cidades, para tal estudo, foram analisados dados em series temporais através de geotecnologias para análises de imagens retiradas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A intensificação da urbanização no município de Caraúbas-RN com a implementação da Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA trouxe diversos fatores para influenciar na expansão ambiental, trazendo também, de forma direta e indireta, diversos impactos ao ambiente. Com isso, em 2010, o aumento de pessoas circulando ou morando na cidade aumentou significativamente no contexto populacional onde alunos, professores e técnicos

passaram a migrar para Caraúbas-RN. Em 2010, o município de Caraúbas-RN tinha 19.576 habitantes passando a ter em 2016 uma estimativa de 20.636 habitantes. (IBGE, 2016). Serviços como o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), restaurantes, bancos, supermercados, áreas de lazer, o aumento da construção civil como surgimento de novas casas, reformas, conjuntos habitacionais, surgimento de novos bairros foram ficando cada vez mais vistos em decorrência do aumento populacional. As melhorias no âmbito social logo foram evidenciadas também como no melhoramento asfáltico, sinalização mais adequada, construção de praças. Porém, nesse transcender do crescimento populacional, serviços e melhorias na infraestrutura caraubense ocorreu diversas consequências para o meio social como aumento dos resíduos, insegurança, aumento da violência, aumento de temperatura intra urbana.

Desta forma, averiguar e analisar sobre as mudanças climáticas e quais as suas implicações no regime termodinâmico e chuvas no meio urbano durante o processo de urbanização fazendo análises de dados através de geotecnologias para análise de dados em séries temporais é de suma importância.

## **2 METODOLOGIA**

O estudo foi realizado no município de Caraúbas que está localizado no estado do Rio Grande do Norte, na mesorregião do Oeste Potiguar e mais precisamente na microrregião da Chapada do Apodi, limitando-se ao Norte com os municípios de Governador de Dix-Sept-Rosado e Felipe Guerra; ao Sul com Janduí, Patu e Olho d'água dos Borges; ao Leste com Campo Grande e Upanema e ao Oeste com Apodi. Do ponto de vista geográfico, Caraúbas se localiza na latitude: 5° 47' 33" Sul e longitude: 37° 33' 24" Oeste, distando-se 309 Km da capital potiguar, Natal.

O presente trabalho foi dividido em duas partes: a primeira intitulada variabilidade climática e seus riscos associados às atividades do homem ao meio ambiente; e a segunda sobre como se deu a distribuição demográfica nas regiões urbana e rural. A pesquisa começou com um levantamento de informações sobre uma série histórica da temperatura média, os totais mensais de precipitação na cidade de Caraúbas e o possível efeito que as mudanças climáticas causam no aumento do calor urbano e a implicação que essas causam na cidade.

Foram analisadas imagens retiradas de satélites disponíveis em sites de pesquisa meteorológica, espacial e de análises de dados, especificamente nos sites do Instituto Nacional

de Meteorologia (INMET<sup>6</sup>), Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE<sup>7</sup>) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE<sup>8</sup>), comparando os resultados das análises de dados climáticos da cidade com os mapas de georeferenciamento disponíveis em sites de pesquisas espaciais e meteorológicas. Após essa análise de temperatura, foi feito uma pesquisa de campo onde buscou-se informações sobre a agricultura e precipitação na cidade de Caraúbas, essas informações foram estudadas e em seguida foram feitos gráficos e discursões sobre a precipitação e temperatura da cidade.

Um estudo comparativo desses dados foi realizado com auxílio do software Excel e programação em linguagem R, onde auxiliou na elaboração de gráficos, planilhas e na organização de dados em series temporais. Para um estudo mais detalhado sobre as alterações causadas no tempo em decorrência das mudanças climáticas foi feito também um estudo comparativo sobre a precipitação de 1970 á 2014 na cidade de Caraúbas e sua relação ás mudanças climáticas mostrando como a degradação do solo em um ambiente sem um devido planejamento, afeta não somente no bem-estar termodinâmico da sociedade mais também em todo seu meio, seja na produção, distribuição ou lazer do próprio.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O processo de degradação dos solos está muito avançado ao redor do município de Caraúbas. Diversos motivos são relacionados com essa alta degradação e exposição do solo, porém o que mais se observa é a falta da caatinga preservada, sem os devidos cuidados ao ambiente, a área está se tornando cada vez mais degradada. Sabendo que a vegetação absorve a radiação solar e o manda de volta para a atmosfera sob forma de calor latente, observa que na ocupação do solo do município de Caraúbas há um índice de degradação ao redor da cidade. Através do geoprocessamento de imagem, retirada do instituto de pesquisas espaciais, percebemos como o revelo de Caraúbas está de certa forma comprometendo o seu espaço e seu relevo. Essas condições, aliadas ao fato de que, regiões mais centraliza-

---

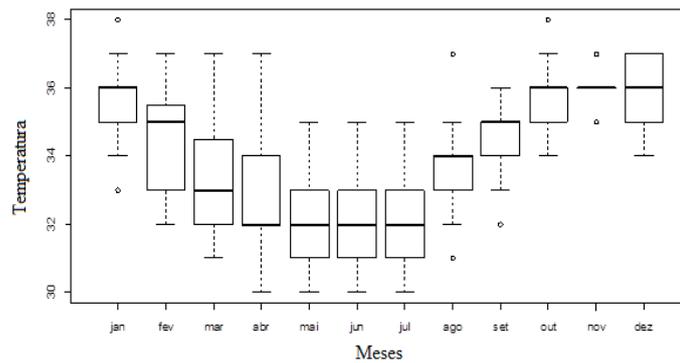
<sup>6</sup> Informações extraídas do site: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Manual de Observações Meteorológicas. 3. ed. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999.

<sup>7</sup> Informações extraídas do site: INPE, 2017. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: [www.geopro.crn2.impe.br](http://www.geopro.crn2.impe.br). Acesso em: 07 abr. 2017.

<sup>8</sup> Informações extraídas do site: IBGE, 2000, 2010, 2013. Censo Demográfico 2000, 2010, 2013 - notas metodológicas. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

das a cidade, o solo exposto fica mais visível devido provavelmente a pavimentação asfáltica e prédios, frutos do processo de urbanização desorganizado e sem planejamento.

A análise da influência das condições meteorológicas na intensidade e configuração espacial da temperatura baseada na estação meteorológica 82590 que tem como base a cidade de Apodi-RN que pega como influência toda micro chapada do Apodi, levando em consideração que Caraúbas está entrelaçada na micro chapada, levaremos como objeto de estudo a temperatura da cidade de Caraúbas juntamente seu volume pluviométrico numa análise de dados, logo temos o resultado descritivo sobre as variáveis climáticas no Gráfico 1, onde a temperatura média na região de Caraúbas tem uma normal climática com temperaturas variando de 25º a 33 º e um comportamento de *outlyers* de altas temperaturas no mês de janeiro e outubro.



**Gráfico 1** - Boxplot da Temperatura Máxima Mensal de Janeiro de 1963 a Dezembro de 2016 da Estação 82590.

**Fonte:** Autores (2017).

A normal climática da região de Caraúbas mostra uma distribuição e temperaturas com máximos nos meses de outubro a janeiro. Com temperaturas máximas variando de 30 a 38 graus, a região mostra as temperaturas menos quentes nos meses de maio, junho e julho.

No geral, desde que as temperaturas começaram a ser registradas na Estação Regional da Chapada do Apodi, as temperaturas tiveram um incremento de 0,591ºC, sendo um aumento consideravelmente alto, seguindo a tendência mundial de incremento nos últimos 30 anos de aproximadamente 0,6 graus Celsius para as regiões tropicais do globo terrestre.

As alterações no ambiente natural decorrentes provavelmente da ação antrópica, como na degradação dos solos, construção de edificações e seus constantes fluxos de crescimento na sociedade humana implicam no comportamento da temperatura de tal forma

que essa temperatura elevada na cidade ocasiona a formação de microclimas interurbanos.

#### **4 CONCLUSÕES**

No processo de expansão urbano há necessidade de uma intensificação nos estudos relacionados a sustentabilidade devido as ações da espécie humana estarem influenciando a região e modificando o espaço geográfico e urbano. A mobilidade humana trouxe diversos impactos ambientais reportados na termodinâmica e no volume pluviométrico da cidade de Caraúbas-RN. A influência da exposição do solo no aumento da sensação térmica da cidade acarreta na alteração do microclima intra urbano da cidade num ambiente de semiaridez nordestina ocasionando um aumento na temperatura de aproximadamente 0,6º. Há necessidade de adaptação a rigidez do clima de semiaridez juntamente com o aumento de temperatura acarreta no uso racional dos suprimentos primários, incorporando por novas tecnologias e processos para amenizar essa temperatura.

#### **REFERÊNCIAS**

COSTA, H.S.M. **Planejamento e ambiente em regiões metropolitanas**. In: MARTINE, G. (Ed.). População e sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais: contribuições para uma agenda brasileira. Belo Horizonte: ABEP, 2012.

MEDEIROS, S. S. *et. al.* **Sinopse do Censo Demográfico para o semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2010.

LOMBARDO, M. A. O uso de geotecnologias na análise das mudanças climáticas na metrópole de São Paulo. **Revista Geográfica de América Central**. v.2. n. 47, 19p. II semestre 2011. Disponível: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografia/article/view/2015/1914>. Acesso em: 9 fev. 2017.

MENDONÇA, F. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

#### **CAPÍTULO 7**

### **ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PRESENTES NA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PONTA DO TUBARÃO**

Manoel Mariano Neto Silva, Joel Medeiros Bezerra

#### **1 INTRODUÇÃO**

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão - RDSEPT apresenta uma grande diversidade natural, caracterizando-se pela presença de estuários, dunas fixas e móveis, caatinga, restingas e ilhas onde predomina a vegetação de mangue, além de muitas espécies animais. Diante disso, o IDEMA/RN (2004) pontua a presença de 8 unidades geoambientais distribuídas ao longo da reserva.

Neste sentido, Cunha (2006) afirma que até a criação da RDSEPT, o país contava com apenas duas reservas de desenvolvimento sustentável, ambas situadas no Amazonas, tornando a RDSEPT pioneira na região Nordeste, além de uma referência para o Brasil, visto que seria a primeira inserida na Caatinga, com representações de manguezal e restinga.

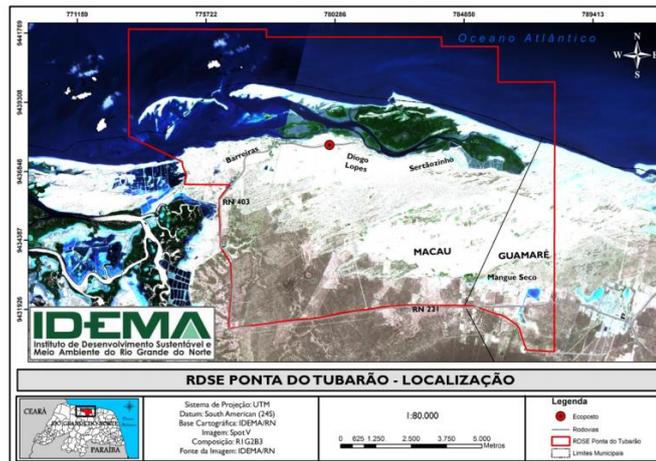
A ocupação desta localidade é marcada por inúmeros movimentos de resistência e mobilização popular, que se iniciaram por volta de 1995, quando grupos hoteleiros vindos da Itália mostraram interesse em construir empreendimentos na área, forçando a saída da população local mediante a prática de atos criminosos, onde se relatam incêndios propositais dos ranchos de pesca. No entanto, em 1996 a população conseguiu remover a empresa, passando a lidar com outra problemática, que seria as atividades de carcinicultura, instaladas em 1999 e responsáveis pela devastação de 21 hectares, o que promoveu a revolta dos moradores e a ocorrência de novas manifestações.

Sob os aspectos jurídicos, a RDSEPT só veio a ser de fato criada no ano de 2003, mediante a aprovação da Lei 8.349/2003, que tem por finalidade preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais pelas populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente.

Diante de tal realidade, percebe-se que há muito a ser alcançado tendo em vista os conflitos mais recentes, marcados pela redução do espaço para a pesca, devido a instalação das plataformas de extração de petróleo, a vinda de pescadores de outras regiões e os conflitos decorrentes da instalação de parques eólicos nas comunidades. Assim, este trabalho teve por objetivo identificar os principais impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas na RDSEPT.

## **2 METODOLOGIA**

A RDSEPT está situada nos municípios de Macau e Guimarães, litoral do Estado do Rio Grande do Norte, compreendendo uma área de 13 mil hectares (Figura 01), que abriga uma população de 8 mil habitantes, distribuídos em 14 comunidades, sendo as mais conhecidas: Barreiras, Diogo Lopes, Sertãozinho, Ilha do Tubarão e Mangue Seco. Destas, Diogo Lopes possui a maior população, uma vez que aproximadamente 5 mil pessoas residem no distrito.



**Figura 01 – Localização da RDSEPT**

Fonte: IDEMA (2017).

Para a realização desta pesquisa, foi realizada visita *in loco*; entrevistas com os pesquisadores e guias turísticos; consulta à legislação que institui a Reserva de Desenvolvimento Sustentável e aos documentos emitidos pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – Idema.<sup>9</sup>

Desse modo, este estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa descritiva, uma vez que busca compreender e descrever a realidade ambiental local. Este enquadramento parte de Gil (2009), que define a pesquisa descritiva como uma ferramenta capaz de descrever determinados fenômenos mediante o emprego entrevistas, observação sistemática e outros instrumentos metodológicos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades desenvolvidas na localidade podem ser classificadas em dois grupos dis-

<sup>9</sup> Informação extraída do site: IDEMA. Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. 2004. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=948&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=Unidades+de+Conservação>. Acesso em: 15 abr. 2017.

tintos: as praticadas pela população e as desenvolvidas pelos empreendimentos externos. Assim, observou-se a ocupação e adensamento urbano, pesca, agropecuária e o ecoturismo. Já no contexto dos empreendimentos, ocorre a exploração do petróleo, instalação e operação de parques eólicos.

Com a finalidade de apresentar as principais atividades desenvolvidas na RDS Ponta do Tubarão, bem como seus aspectos e impactos, segue a Tabela 01.

**Tabela 01** – Aspectos, impactos e potencial poluidor/degradador das atividades desenvolvidas na RDS ponta do Tubarão

Atividades	Aspectos	Impactos
Construção civil	Consumo de água	Esgotamento dos recursos naturais
	Utilização de mão de obra	Geração de renda
	Produção de resíduos sólidos	Poluição visual
Adensamento urbano	Impermeabilização do solo	Ocorrência de enchentes
	Produção de resíduos sólidos	Proliferação de agentes patogênicos
	Produção de efluentes domésticos	Contaminação dos corpos hídricos
	Produção de ruídos	Poluição sonora
	Ocupação de áreas inadequadas	Favorece a ocorrência de inundações
Agropecuária Familiar	Consumo de água	Esgotamento dos recursos naturais
	Comercialização de produtos agrícolas	Geração de renda
	Destinação de áreas para cultivo e criação de animais	Afugentamento da fauna
Turismo Ecológico	Elevação dos quantitativos de turistas	Geração de renda
	Educação Ambiental	Sensibilização quanto a preservação do meio ambiente
	Uso de profissionais capacitados	Geração de empregos
Atividade Petrolífera	Derramamento de óleo nos corpos hídricos	Contaminação dos corpos hídricos
	Liberação de Gases na Atmosfera	Contaminação atmosférica
	Modificação do uso e ocupação do espaço	Competição por espaço
	Produção de combustíveis	Desenvolvimento social
Produção de energia eólica	Abertura de vias de acesso	Afugentamento da fauna
	Ocupação de áreas para a instalação dos aerogeradores	Modificação da paisagem
	Produção de energia renovável	Reduz a emissão de contaminantes
	Geração de ruído	Poluição sonora
	Modificação do uso e ocupação do espaço	Competição por espaço

Fonte: Autoria (2018).

Junto à criação da reserva, em 2003, foi implementado o Conselho Gestor, que é constituído por ONG's, instituições públicas (IBAMA, IDEMA<sup>10</sup>, Câmaras e Prefeituras Municipais de Macau e Guimarães), além de instituições de ensino. Esse conselho atua de median-

<sup>10</sup> Informação extraída do site: IDEMA. Limites da RDS Ponta do Tubarão. 2017. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/>. Acesso em: 15 abr. 2017.

te a realização de reuniões bimestrais, de modo a atualizar as discussões acerca das problemáticas locais. Ressalta-se ainda que a atuação é deliberativa frente a aceitação de execução de projetos junto a RDSEPT.

Outro fator de grande importância frente ao controle e compensação ambiental é o acompanhamento realizado pelo IDEMA, tendo em vista as inúmeras atividades que fogem do contexto das comunidades inseridas na reserva. Quanto ao incentivo às atividades de pesquisa e ensino, também são caracterizadas como medidas de controle e compensação ambiental que caracterizam a RDSEPT, sendo que os principais estudos desenvolvidos estão associados à qualidade da água, produção energética, produção pesqueira valorização da área e dinâmica costeira.

O ecoturismo está muito além das questões compensatórias, contribuindo para a educação ambiental e a geração de empregos. Esse segmento, possui um elevado grau de importância no âmbito dessa discussão, tendo em vista que a reserva possui características pouco comuns, como a interação direta de ecossistemas totalmente distintos.

Diante as interações da comunidade com o meio ambiente, cita-se ainda o uso sustentável da vegetação de mangue para alimentação dos animais nos períodos de escassez, e, a recuperação de áreas de mangue.

Quanto ao segmento direcionados à produção energética, verifica-se que estes propiciaram o surgimento de conflitos socioambientais na localidade, uma vez que a exploração petrolífera é responsável direta pela competição por espaço, tendo em vista que as áreas anterior a instalação desse setor eram destinadas à pesca. No caso dos parques eólicos, há uma grande discussão acerca das atividades correspondentes às etapas de instalação e funcionamento, devido às modificações dos usos do solo. Ressalta-se que as propriedades ocupadas por atividades de caráter agrícola foram arrendadas pelas empresas que se instalaram na reserva, propiciando a ociosidade dos agricultores.

#### **4 CONCLUSÃO**

Dentre as atividades desenvolvidas pela população local, enfatiza-se a agropecuária, a pesca e a consolidação dos ambientes urbanos. Diante disto, cita-se que os principais impactos negativos associados são o afugentamento da fauna, a degradação da flora, a polui-

ção visual e sonora. No tocante aos impactos positivos, aponta-se a geração de renda, ampliação da educação ambiental e a sustentabilidade dos ecossistemas. Outras atividades que permitem a promoção do desenvolvimento sustentável local são a recuperação de áreas de mangue e o ecoturismo.

Ressalta-se ainda a ação do segmento energético, responsável pelo desencadeamento de conflitos aos usos do solo e a concorrência com a pesca. Face a esta realidade, aponta-se que os impactos positivos decorrem do desenvolvimento de pesquisas no segmento de aproveitamento energético da reserva e geração de *royalties*.

Dessa maneira, constata-se que os principais desafios para a sustentabilidade na reserva estão associados ao comprometimento das empresas com o meio ambiente, a perpetuação das atividades de educação ambiental e o fortalecimento do conselho gestor local.

## REFERÊNCIAS

CUNHA, Rúbia Carlos Macêdo da. **Análise de potencialidades e restrições ao ecoturismo: o caso da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão-RN**. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006. Disponível em: <http://dominiopublico.mec.gov.br/download/texto/cp044980.PDF>. Acesso em: 15 abr. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2009.

## **CAPÍTULO 8**

### **SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA VIDRAÇARIA NA CIDADE DE IRACEMA/CE**

Bruno José Nogueira Dias, Bruna Fernandes Martins

#### **1 INTRODUÇÃO**

Com o surgimento da revolução industrial, começou-se a destruir a natureza, a princípio os problemas ambientais não eram considerados pelas indústrias, por serem de pequena escala, devido as indústrias terem uma baixa produção, mas com passar dos anos teve-se um crescimento na produção, e com isso uma geração de resíduos de forma inadequada. Conforme Monteiro (2013), que apresenta que desde do início dos tempos, ocorre uma degradação descontrolada de resíduos. Os primeiros problemas surgem com a aglomeração do homem em comunidades. Com passar dos anos, mesmo com o grande crescimento econômico, agravou-se ainda mais esse problema, contribuindo de forma acentuada para a poluição do meio ambiente e para o surgimento de impactos ambientais negativos de grandes dimensões (ALMEIDA; REAL, 2005)

Ainda que o objetivo principal das organizações seja o ganho, a escassez de recursos naturais vem motivando cada vez mais as organizações a colaborarem na diminuição dos impactos ambientais relacionados as suas produções, revendo como suas mercadorias são produzidas, utilizadas e descartadas e de que maneira prejudicam o meio ambiente. As organizações têm conhecimento dos processos que tem um impacto negativo sobre o meio ambiente. Nesse cenário que entra a construção de um sistema de gestão ambiental (SGA), que surge para contribuir e amenizar esses impactos, de forma que sejam feitas abordagens conduzidas para a gestão desses impactos, sendo assim importante na determinação do sucesso ambiental dessa mesma organização (APCER, 2009).

Este trabalho é direcionado a estudar e a aplicar um sistema de gestão ambiental em uma vidraçaria de pequeno porte em Iracema, no interior do Ceará. A escolha pela cidade de Iracema-CE não é aleatória. Embora se observe que ainda é concentrado nas capitais e grandes cidades, algumas cidades do interior, em especial a cidade de Iracema, têm se destacado no cenário econômico na comercialização de vidros. Nas cidades visitas não possuem em-

presas trabalhando nesse ramo, devido à dificuldade de fornecimento do vidro. A empresa que foi feito o estudo, inicialmente tinha como fornecedor uma outra vidraçaria, da cidade de Pau dos Ferros-RN, isso dificultou a possibilidade de conduzirem recursos para as questões ambientais.

Em 2006, segundo dados do BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, a capacidade instalada da indústria do vidro no Brasil era de 3,1 milhões de toneladas, sendo que vidro plano, vidro para embalagem e vidro para uso doméstico representaram 90% desse total. (SEBRAE<sup>11</sup>, 2004).

Diante do aumento significativo da produção no país, o governo e órgãos competentes começaram a desenvolver novas leis e normas para o gerenciamento dos resíduos sólidos. A Nova Política Nacional dos Resíduos Sólidos, implementada em 02 de Agosto de 2010, é exemplo de umas das grandes iniciativas do governo nos últimos tempos, onde definiu-se diversas mudanças nos diferentes âmbitos de gestão para que pudessem desenvolver planos de gerenciamento a fim de minimizar os efeitos no meio ambiente, com a prática da reciclagem e da fiscalização em geral.

A NBR ISO 14001(2004) é umas dessas normas utilizadas ultimamente na gestão ambiental de grandes e pequenas empresas, onde a mesma possui grande relevância em desenvolver métodos e competências em tais gerenciar empresas, onde o seu principal objetivo é justamente orientar as organizações quanto à gestão ambiental.

## **2. METODOLOGIA**

A empresa objeto do estudo de caso possui estrutura física própria, conta com apenas uma unidade de produção, sendo a primeira da cidade, a empresa se destacou, com metas estabelecidas. A principal atividade da empresa está voltada com trabalho com vidro, mas a mesma também trabalha com molduras, mármore e pinturas. Iniciando com a sua fundação, em 2010. O quadro funcional atual é composto por cinco colaboradores. Os elementos-chave de um sistema de gestão ambiental baseados na NBR Série ISO 14001 são: Política ambiental, Planejamento, Implementação e operação, Verificação e ação corretiva e

---

<sup>11</sup> Informações extraídas do site: Sebrae. Como Montar uma vidraçaria. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-vidracaria>. Acesso em: 30 maio 2017.

Análise crítica.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na implementação de um sistema de gestão ambiental, inicialmente, é necessário que exista o interesse, por parte da organização de adotar um SGA, deixando claras os objetivos, e destacando os benefícios a serem obtidos com a sua aceitação. Isso se traduz em comprometimento da administração. Tendo esse interesse por parte da organização, podemos então iniciar o a construção de um SGA.

Na Tabela 1 contém um questionário onde teve o objetivo principal de saber se a organização atendia alguma legislação ambiental, onde foi constatado que não, mas de acordo com a proprietária, ela acredita que deveria melhorar a performance ambiental da empresa. Também foi perguntado se ela já perdeu clientes por questões ambientais, ela respondeu: “Não que eu saiba, mas acredito que não”. Um último ponto abordado foi se a empresa oferecia equipamentos de segurança individuais, a resposta foi sim, mas foi relatado que os colaboradores não costumam usar com frequência, com a justificativa de incomodo e de que atrapalha na hora do trabalho.

**Tabela 1 – Questionário feito a proprietária da organização**

Perguntas	Respostas (1=SIM; 2=NÃO)
A organização necessita atender a alguma normativa ambiental?	2
A organização necessita atender a alguma outra exigência ambiental?	2
A organização está necessitando melhorar sua performance ambiental?	1
O gerenciamento ambiental está demandando tempo dos profissionais?	2
O gerenciamento ambiental está demandando recursos da Organização?	2
Os objetivos empresariais da Organização envolvem objetivos ambientais?	2
A organização já foi multada pelo órgão ambiental?	2
A organização já perdeu clientes por causa do seu desempenho ambiental?	2
A organização oferece Equipamentos de segurança individuais(EPI'S) ?	1

**Fonte:** Autores (2018)

Na Tabela 2, tem-se um questionário também feito com a proprietária da organização cujo principal objetivo dele era saber o quanto o SGA seria importante para organização. Destaca-se uma das respostas da proprietária, quando foi perguntado se com a implementação do SGA, haveria um fácil acesso a financiamentos, e ela respondeu “Um tempo atrás eu fui fazer um empréstimo e me perguntaram se minha empresa tinha alguma certificação ambiental”.

**Tabela 2** – Questionário quanto a utilidade de um SGA na organização

Quanto a implementação de um SGA vai melhorar a organização nos aspectos.	(1= Sem Interferência / 10=Muita Interferência)
Acesso a novos mercados?	7
Acesso a financiamentos?	9
Acesso a incentivos reguladores?	9
Confiabilidade adquirida com a fiscalização ambiental	5
Confiabilidade adquirida com os clientes?	7
Confiabilidade adquirida com os fornecedores?	7
Confiabilidade adquirida com a vizinhança da Unidade	7
Confiabilidade adquirida com os funcionários?	5
Confiabilidade adquirida da imagem pública?	8
Redução de riscos e de responsabilidades ambientais	9
Desempenho ambiental?	10
Custos e despesas?	8
Eficiência no processo produtivo?	8
Gestão global?	8
TOTAL (Dividiu-se por 1,5 e obteve-se o resultado percentual)	71,33%

**Fonte:** Autores (2017).

Na Tabela 3, tem-se os objetivos propostos para a organização, a fim na melhoria de desempenho ambiental, onde esses objetivos serão alcançados através das metas estabelecidas como estão expostas no quadro, com essas metas alcançadas espera-se que a organização tenha um ganho tanto na segurança dos seus colaboradores, com a utilização de EPI'S, mas também na redução de desperdício de insumos e resíduos.

**Tabela 3** – Objetivos e metas ambientais para organização

Objetivos	Metas
Minimizar a geração de resíduos na organização.	Reduzir em um terço o desperdício de resíduos.
Minimizar o descarte indevido dos restos de vidros	Buscar uma parceria com outras organizações que faça a coleta dos restos de vidros.

Buscar uma reutilização dos restos de vidros.	Com as sobras de vidros na fabricação de grandes peças, utilizar para peças menores
Orientar os colaboradores da importância dos EPI'S	Fazer reuniões mensalmente no ano 2017 para orientar os colaboradores.
Diminuir o desperdício de cola de vidro pelos colaboradores	Fazer um balanço de quanto é gasto com cola nos próximos três meses, posteriormente buscar diminuir em 20% esse consumo

Fonte: Autores (2017).

#### 4 CONCLUSÕES

As metodologias utilizadas nesse trabalho foram semelhantes à de outros trabalhos sobre sistema de gestão ambiental. No qual a norma NBR ISO 14001 tem sido o instrumento mais utilizado para desenvolver a gestão ambiental em empresas industriais. No Brasil, sua utilização vem aumentando continuamente nos últimos anos, indicando um crescimento das questões ambientais empresariais na direção de uma gestão sustentável. Notou-se que o ramo de vidraçaria tem resíduos, desde de restos de vidros até papéis usados para rascunho de anotações. A empresa se propôs a receber as orientações e implementar as metas propostas desde que tivesse dentro do seu orçamento.

#### REFERÊNCIAS

Almeida, A.L.M.; Real, Diogo. **Guia de Referência para a Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental segundo a Norma ISO 14001:2004**, QTEL & AIP – Direção de Associativismo e Competitividade Empresarial. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR ISO 14001:2004**. Sistemas da gestão ambiental Requisitos com orientações para uso, 2005.

APCER, (2009). **Associação Portuguesa de Certificação**. Guia Interpretativo NP EN ISO14001:2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR ISO 14001:2004**. Sistema de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

## CAPÍTULO 9

### QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN

Ronny Kley Queiroz de Azevedo, Alisson Gadelha de Medeiros, José Vidal Júnior

#### 1 INTRODUÇÃO

Mensalmente a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) realiza avaliação da conformidade das amostras da água que é distribuída à população, de acordo com os parâmetros analisados, parâmetros esses tais como: Turbidez, Cloro Residual, Cor Aparente e Coliformes Fecais. De acordo com os resultados das análises pode-se obter um cenário atual que vive o município de Pau dos Ferros/RN em relação à possibilidade de influência nos índices de doenças que podem ter relação direta ou indireta com a água (AZEVEDO, 2016).

A cidade de Pau dos Ferros detém uma população estimada em 29.954 habitantes no ano de 2015, onde no ano de 2010 a população era aproximadamente 27.745, o que mostra o crescimento populacional que vem enfrentando o município e a necessidade de implantação de políticas públicas (IBGE<sup>12</sup>, 2016). Não existe cidade se não existir água disponível regularmente, capaz de atender às necessidades básicas do ser humano, para o controle e prevenção de doenças, para a garantia do conforto e para o desenvolvimento socioeconômico. Ao se modernizar, a cidade não consegue fugir dessa dependência, pelo contrário, a necessidade por água aumenta em função da complexidade do aparato produtivo (BRASIL, 2007).

Quanto ao abastecimento de água no município de Pau dos Ferros/RN, a CAERN é a concessionária responsável pela distribuição e análise da qualidade da água fornecida, visando cumprir com os padrões de potabilidade exigidos referente aos parâmetros e limites permitidos de acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde. Vale ressaltar que a constituição e qualidade da água estão diretamente relacionadas ao ambiente por onde ela circula na natureza, por meio do ciclo hidrológico, assim como, varia em função das ativida-

---

<sup>12</sup> Informações extraídas do site: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pau-dos-ferros/panorama>. Acesso em: 21 mar. 2016.

des antrópicas praticadas no ambiente o qual a água circula (BRITO; AMORIM; LEITE, 2007).

Em relação ao saneamento, temos que é o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços (FUNASA, 2006). De uma forma geral, pode-se dizer que o saneamento básico especifica os quatro conjuntos de serviços públicos que o constituem: abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais (KOBAYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

## **2 METODOLOGIA**

Inicialmente foram obtidos dados disponibilizados pela CAERN (Companhia de águas e esgotos do Rio Grande do Norte) quanto aos padrões de potabilidade analisados em seus laboratórios referentes aos últimos 3 (três) anos. Logo em seguinte, ao obter os dados junto a CAERN buscou-se relacionar os parâmetros analisados com os níveis de doenças levantados em cada bairro a fim de buscar medidas de parametrizar a prevenção e/ou causas das doenças relacionadas com a ausência de saneamento do município de Pau dos Ferros/RN e o nível de qualidade na água distribuída à população.

Nas instituições de saúde pública e no contato direto com a população foram aplicados questionários junto aos responsáveis pelos postos de saúde dos bairros e à população local, visando um levantamento dos maiores índices de doenças diagnosticadas nos últimos 3 (três) anos e, posteriormente, diretamente com a população, buscou-se informações de forma indireta e informal sobre a qualidade da água consumida, na busca de detalhes sobre à sua distribuição e qualidade, de acordo com a realidade de cada comunidade analisada, além da situação sanitária dos moradores em relação à destinação dos despejos domésticos, em rede pública coletora de esgoto, fossas, a céu aberto entre outros.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Todos os dados obtidos a partir das análises realizadas no laboratório da CAERN foram analisados de acordo com o que estabelece a Portaria nº 2.914/2011 que diz que a qua-

lidade da água deve estar de acordo com o padrão de potabilidade da água para consumo humano. No caso da CAERN a categoria que a mesma se enquadra exige que se analise 40 ou mais amostras por mês e deve-se apresentar assim, ausência de coliformes totais em 95% a cada 100 ml de amostra examinada. Em 2013 - 100% das amostras se mostraram em conformidade, em 2014 – 92,17% estavam em conformidade e em 2015 – 100% estavam em conformidade, ou seja, a água fornecida estava isenta de coliformes totais em 95% a cada 100 ml da amostra analisada em quase todos os meses, podendo assim ser consumida pela população beneficiada com o abastecimento público.

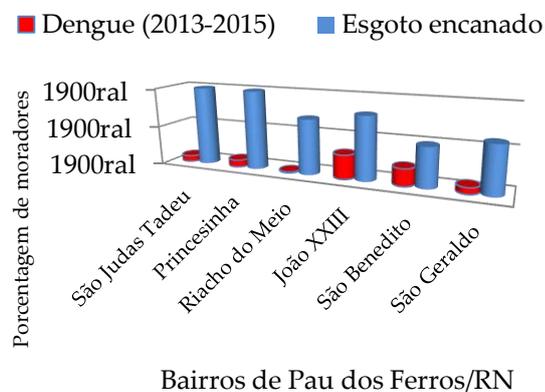
Sobre a turbidez, obtivemos em 2013 – 69,75% das amostras estavam em conformidade, em 2014 – 43,54% das amostras estavam em conformidade e em 2015 – 22,57% estavam em conformidade, já sobre a concentração mínima de cloro residual livre na rede de distribuição de água deve ser de 0,2 mg/l e o teor máximo permitido é de 2,0 mg/l em qualquer ponto do sistema de abastecimento. Fazendo uma média das amostras analisadas mês a mês durante os anos de 2013, 2014 e 2015 obtemos respectivamente, 75,89%, 88,05% e 65,12% das amostras em conformidade. A Portaria nº 2.914/2011 ainda estabelece para cor aparente da água o valor máximo permitido de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano. Foi comprovada baixa aceitação da água distribuída pela CAERN em alguns meses, por exemplo, nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2014 e 2015 nenhuma das amostras estava compatível, ou seja, com cor aparente inferior a 15 uH. A Figura 1 ilustra a planilha de dados disponibilizada pela CAERN em relação ao ano de 2015.

Parâmetro	Cloro Residual (mg/L)			Turbidez (uT)			Cor Aparente (uH)			Coliformes Totais		
	Mínimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Mínimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Mínimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Mínimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade
Jan	42	47	43	42	47	00	10	47	00	42	47	43
Fev	42	38	37	42	38	00	10	38	00	42	38	34
Mar	42	31	31	42	31	00	10	31	00	42	31	31
Abr	42	35	31	42	35	00	10	35	00	42	35	35
Mai	42	46	21	42	46	05	10	46	00	42	33	33
Jun	42	54	14	42	54	54	10	54	05	42	54	54
Jul	42	47	26	42	47	39	10	47	01	42	47	47
Ago	42	43	30	42	43	31	10	43	01	42	43	43
Set	42	29	19	42	29	00	10	29	00	42	29	29
Out	42	23	11	42	23	00	10	23	00	42	23	23
Nov	42	19	09	42	19	01	10	19	00	42	19	19
Dez	42	30	14	42	30	00	10	30	00	42	30	30
Total 2014	504	442	286	504	442	130	120	442	07	504	442	421
PADRAO	0,2 a 2,0			≤ 5,0			≤ 15			Ausência em 95% das amostras		
Marcelo Saldanha Toscano Diretor Presidente			João Alberto Dantas da Costa Diretor de Op. e Manutenção da CAERN				José Afonso Holanda de Araújo Gerente da Qualidade do Produto e Meio Ambiente					

**Figura 1:** Análise da água distribuída mensalmente de acordo com os parâmetros previstos na Portaria nº 2.914/2011 do ano 2015.

**Fonte:** CAERN (2016).

Atualmente a doença que afeta grande parte da população local relacionada com a água é a dengue e outras modificações da doença provenientes do mesmo mosquito transmissor, dados de diagnósticos de pessoas infectadas com a dengue entre os anos de 2013 e 2015 foram relacionados na Figura 2. Ou seja, nenhuma relação foi encontrada com os parâmetros analisados e as doenças que acometem os moradores desses bairros. Pode-se observar a partir dos dados que os bairros que detêm maior índice de coleta de esgoto são capazes de diminuir os diagnósticos de doenças provocadas por fatores que apontam a ausência de elementos de saneamento básico, como no caso em questão, a coleta e disposição adequada dos esgotos provenientes de residências, indústrias e comércio.



**Gráfico 1** - Média de diagnósticos de dengue de 2013 a 2015 relacionado com o índice de esgoto coletado por rede pública em cada bairro.

**Fonte:** Ronny Kley (2016).

#### 4 CONCLUSÕES

A partir das relações realizadas conseguiu-se concluir que, bairros onde os populares utilizam a água provinda do abastecimento público de água para beber ou cozinhar são, justamente, aquelas localidades as quais existem maiores índices de casos de dengue, menores índices de casas com esgotamento sanitário para coleta de resíduos domésticos e condições de moradia inferiores em comparação aos outros bairros. Outrossim, pode-se mencionar a relação importante observada em que há maior procura desses moradores à UBS do seu bairro.

Diversos fatores podem estar relacionados com esses índices mostrados neste estudo, hábitos, educação sanitária, poder aquisitivo, condições inadequadas no abastecimento

entre outros. Com a melhoria de tais fatores é possível diminuir índices de doenças relacionadas com a qualidade da água fornecida e falta de uma rede pública coletora de esgoto, algo de fundamental importância para uma população nas dimensões no município de Pau dos Ferros/RN é a instalação de uma ETA (Estação de Tratamento de Água) melhorando assim a qualidade da água fornecida.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Ronny Kley Queiroz de. **Qualidade da água e sua relação com a saúde pública no município de Pau dos Ferros/RN**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Bacharelado em Ciência e Tecnologia, UFERSA - Campus Pau dos Ferros, 2016.

BRASIL. **Lei 11.445, 5 jan. 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 08 jan. 2007.

BRITO, L. T. L.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. **Qualidade de água para consumo humano**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

KOBIYAMA, Mosato; MOTA, Aline de Almeida; CORSEUIL, Claudia Weber. **Recursos Hídricos e Saneamento**, Curitiba: Organic Trading, 2008. v. 1. 160p.

## CAPÍTULO 10

### ASPECTOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL E SAÚDE DOS USUÁRIOS DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE EM FRUTUOSO GOMES-RN

Madelyne Paulo Tomas, Jacqueline Cunha de Vasconcelos Martins, Bianca Alencar Vieira

#### 1 INTRODUÇÃO

A falta de saneamento ambiental pode impactar negativamente na saúde de qualquer indivíduo, uma vez que está intimamente ligado à saúde pública. De forma que quando uma comunidade não dispõe desse recurso há maior ocorrência de doenças que estão ligadas à qualidade da água. Dentre elas, estão diarreias, dengue, febre tifoide e malária, doenças responsáveis por milhares de mortes anuais.

Desta forma, é fundamental o conhecimento e compreensão da população sobre a influência da ausência de saneamento ambiental adequado na saúde, qualidade de vida e bem estar de todos. É importante ainda conhecer os dados da realidade dos municípios na perspectiva de subsidiar políticas públicas por um ambiente mais saudável.

A lei federal 11.445/2007 (BRASIL, 2007) afirma que água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e a drenagem de águas pluviais urbanas, ou seja, um saneamento ambiental adequado é direito de todo usuário de água no Brasil, mas a realidade dos municípios, principalmente no interior do Brasil, não é bem essa. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE<sup>13</sup>, 2011) cerca de 71,8% dos municípios brasileiros não possui as condições básicas de saneamento e, em 47,8% não há órgão fiscalizador da qualidade da água. Dentre esses municípios, encontra-se a cidade de Frutuoso Gomes-RN.

Nesses termos, esta pesquisa tem por objetivo geral analisar a relação existente entre os atendimentos na Unidade Básica de Saúde (UBS) José Ginaldo Bezerra, no município de Frutuoso Gomes-RN, e o saneamento ambiental. Especificamente, objetiva-se verificar a compreensão dos atendidos na UBS sobre saneamento ambiental e doenças, possivelmente, relacionadas com a sua falta. Além, de visar saber qual a origem da água para consumo hu-

---

<sup>13</sup> Informações extraídas do site: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. 2011. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 10 maio 2016.

mano e como se dá o esgotamento sanitário nas residências.

## **2 METODOLOGIA**

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória, possuindo aspectos qualitativa e quantitativa. Para atingir os objetivos realizou-se um questionário com 73 pacientes da Unidade Básica de Saúde José Ginaldo Bezerra no município de Frutuoso Gomes-RN, além de entrevista com a secretária de saúde do município.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **a - DOENÇAS RELACIONADAS À AUSÊNCIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL: A REALIDADE PESQUISADA**

A taxa de acesso à rede de esgoto aumenta proporcionalmente com os anos de escolaridade (NERI, 2007). Os resultados obtidos apontaram que a 45,2% dos pacientes entrevistados possuíam ensino fundamental incompleto e desses muitos estudaram apenas as primeiras séries do ensino fundamental, o que influencia na compreensão que possuem a respeito de saneamento ambiental.

Apesar da lei de saneamento, 11.445/07, estabelecer que todos têm direito a receber água potável e própria para o consumo humano, não é a realidade da comunidade, já que a maioria bebe e cozinha com água vinda de carros pipas originária da cidade de Apodi-RN, conforme informação repassada pela secretária de saúde do município. Portanto, se desconhece sobre o tratamento e qualidade da água.

Além disso, mesmo recebendo em suas residências água que não possui garantia de qualidade, verificou-se que 39,7% dos entrevistados tendem a não tratar a água antes de consumi-la. O que é reflexo da pouca compreensão da importância de se filtrar e ferver a água que será ingerida.

Algumas pessoas informaram que coam a água, demonstrando acreditarem que o único problema da água se encontra nos sólidos que estão suspensos. Porém, Heller e Pádua (2006), afirmam que não existe um consenso no que se refere à eficiência bacteriológica de filtros domiciliares e que para um tratamento adequado, utilizando esse tipo de filtro, se faz necessária também a utilização de soluções químicas, que juntamente com os filtros teriam

uma melhor eficiência. Desta forma, não se pode garantir que esse processo seja adequado, ou até mesmo suficiente para tornar a água apropriada para o consumo.

De acordo com declarações da secretária municipal de saúde, o município não possui sistema de coleta de esgoto. A mesma comentou que só há uma fossa séptica na cidade, instalada na própria Unidade Básica de Saúde. Vale reforçar que a falta de saneamento “compromete a qualidade de vida da população e o meio ambiente” (RICARDO; CAMPANILE, 2007, p. 303).

Como consequência da falta de saneamento no município, 31,51% dos atendidos na UBS afirmaram dispor de esgoto a céu aberto. Segundo Ricardo e Campanili (2007) uma grande porcentagem de internações na rede pública são de doenças que são transmitidas pela água. Nesse sentido, averiguou-se que os atendimentos com o clínico geral se sobressaiu (49,3%) sobre os demais.

Os investimentos em serviços de saneamento refletem diretamente na saúde, no conforto e no bem-estar da população e, ainda no meio ambiente. Pode-se observar essa influência, na saúde da população em estudo, em que 25% dos diagnósticos, dentre os quais 11,1% são casos de diarreia e 13,9% são casos de infecções estomacais, dos atendimentos médico são casos que provavelmente estão relacionados diretamente com a falta de tratamento da água e a escassez de esgotamento sanitário adequado conforme afirma Souza (2002). O restante apresentaram diagnósticos de doenças que a literatura não classifica como doença ambiental.

Adicionalmente, percebe-se que a maioria dos atendimentos médicos está voltada para pessoas com idade entre 41 e 50 anos (22,2%), havendo também uma procura considerável por crianças com idade de 1 a 6 anos (11,1%), o que de acordo com Neri (2007) pode está relacionado à maior exposição, já que crianças nessa idade comumente brincam na rua onde, muitas vezes, passam esgotos a céu aberto e assim encontram-se expostas a inúmeras bactérias e, a mesmas não tem a preocupação ou compreensão da importância da higiene pessoal.

#### b - COMPREENSÃO DOS ENTREVISTADOS A RESPEITO DE SANEAMENTO AMBIENTAL

A respeito do entendimento do conceito de saneamento ambiental, aproximadamente 65% dos entrevistados não possuíam nenhum conhecimento a cerca do assunto. Os de-

mais tinham um conceito distorcido do tratado. Muitos definiam saneamento como a separação entre água boa para o consumo e a água suja que deve ser destinada a um local sem exposição, evitando doenças como meningite e hepatite. Outros definem que o saneamento é uma técnica boa, pois evita doenças mosquitos e epidemias.

No tocante a relação existente entre a falta ou qualidade do saneamento com a saúde das pessoas, somente alguns dos entrevistados conseguiram expressar compreensão a respeito da temática, fazendo uma ligação entre o saneamento com a erradicação das doenças oriundas de mosquitos e bactérias.

#### c - QUALIDADE DO ATENDIMENTO NA UBS

Ao avaliarem a qualidade dos atendimentos médicos, os entrevistados se mostraram satisfeitos. A maioria classificou como bom, e cerca de 40% classificou o atendimento como ótimo. Com relação ao atendimento dos enfermeiros e outros funcionários, também se mostrou satisfatória, já que a maioria dos entrevistados classificou o atendimento como bom, sendo que o restante considerou como ótimo e uma pequena parcela como regular. A respeito do tempo do atendimento, em torno de 84% dos pacientes classificaram como bom ou ótimo. Entretanto, apenas 2,7% consideraram como ruim ou péssimo.

De modo geral, a influência que a ausência de saneamento ambiental exerce sobre a saúde da população é significativa e a maioria dos usuários da UBS demonstrou não ter conhecimento a respeito do assunto.

## 4 CONCLUSÕES

Os principais resultados revelaram que cerca de 66,6% dos entrevistados cozinham com água oriunda de carros pipas. Além disso, verificamos que como a população não possui acesso a um sistema de esgotos, meios alternativos são utilizados como, por exemplo, fossas negras e esgotos à céu aberto. Observamos ainda que, o percentual de pacientes da unidade básica de saúde que se dirigiram a consulta médica e que foram diagnosticados com doenças que a literatura enquadra como doenças relacionadas à ausência de saneamento ambiental, foi de cerca de um quarto (1/4) dos atendimentos do período de realização da presente pesquisa. Com relação ao conhecimento da definição de saneamento ambiental, a maioria dos

entrevistados não forneceram respostas satisfatórias, demonstrando, assim, pouca abordagem do assunto na vida cotidiana.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 11445**: Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Brasília, 2007.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para o consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

NERI, M. C. **Trata Brasil**: saneamento e saúde. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, 2007.

RICARDO, B.; CAMPANILI, M. **Almanaque Brasil Socioambiental**. 2ª ed. São Paulo: ISA, 2007.

SOUZA, M. S. de. Meio Ambiente Urbano e Saneamento Básico. **Mercator**: Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, p.41-52, jan./jun., 2002.

## CAPÍTULO 11

### CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE CARAÚBAS/RN E ÁGUA ALTERNATIVA DE ALMINO AFONSO/RN

Clélio Rodrigo Paiva Rafael, Anelita Nunes Cordeiro

#### 1 INTRODUÇÃO

A qualidade da água é aspecto indispensável quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano. Este uso tem sofrido restrições significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano (SOUZA, 2013). Segundo a ONU (2012) <sup>14</sup>(Organização das Nações Unidas), 80% da população mundial vive em áreas onde a segurança da água é ameaçada.

Medeiros (2010) aborda que conhecer as propriedades da água é fundamental para a solução correta dos vários problemas ocasionados pelo mal-uso. Estes problemas envolvem princípios e métodos de armazenamento, conservação, controle, condução, utilização, etc, e estão presentes desde a elaboração dos projetos até o último dia de sua operação. Fisicamente, quando pura, a água deve ser um líquido transparente e levemente azulado, praticamente incolor, sem gosto e sem sabor, apresentando reflexão e refração da luz.

Até meados do século XX, a qualidade da água para consumo humano era avaliada essencialmente através das suas características organolépticas, tendo como base o senso comum de que se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem odor desagradável. No entanto, esse tipo de avaliação foi se revelando falível em termos de proteção contra microrganismos patogênicos e contra substâncias químicas perigosas presentes na água. Tornou-se, assim, imperativo estabelecer normas paramétricas que traduzissem, de forma objetiva, as características que águas destinadas ao consumo humano deveriam obedecer (MENDES, 2006).

Estes padrões são ditados por legislação e abrangem parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os valores para consumo humano são indicados na Portaria 2.914/11 do

---

<sup>14</sup> Informações extraídas do site: ONU Brasil. Rio+20. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/temas-agua/>. Acesso em: 17 Jul. 2018.

Ministério da Saúde (MS). Parâmetros para quando a água é destinada para outros fins são ditados pela Resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Em caso de valores diferentes destes padrões em águas de abastecimento humano, ou utilização para fins como irrigação, por exemplo pode ocorrer o surgimento de doenças, às quais são denominadas de doenças de vinculação hídrica, bem como ocasionar danos em plantações.

## 2 METODOLOGIA

O município de Caraúbas está localizado no estado do Rio Grande do Norte, situando-se a uma distância de duzentos e noventa e seis quilômetros (296 km) da capital do estado, Natal. Sua população estimada, de acordo com o censo de 2017, é de vinte mil setecentos e sete (20.707), sua área territorial é de 1.132,857 km<sup>2</sup> e sua densidade demográfica é de 17,88 (hab/km<sup>2</sup>). (IBGE, 2018).

Já Almino Afonso é um município no Estado do Rio Grande do Norte, localizado na microrregião de Umarizal, com uma distância da capital do estado de 339 km. Geograficamente apresenta uma área de 128,0 km<sup>2</sup>, densidade 38,04 hab./km<sup>2</sup> e uma população estimada para o ano de 2017 de 4.854 hab. (IBGE,2018).

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas análises laboratoriais da água que os usuários de Caraúbas recebem em suas residências, diretamente da rede pública de abastecimento e amostras coletas em Almino Afonso, em que a água do açude quando o mesmo se encontra “cheio” é utilizada pelos moradores para atividades domésticas, como irrigação e em alguns casos para o próprio consumo. Também foi analisado uma amostra da água proveniente do cacimbão (espécie de poço) que é muito usada por pessoas que moram próximo ao lixão, onde o cacimbão está localizado. Essas análises contemplam alguns parâmetros adotados na Portaria 2.914/2011 do MS, na Resolução do CONAMA 357/2005, pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) e por órgãos como a Agência Nacional de Águas (ANA), para classificação e/ou caracterização da água potável.

As áreas de amostragem para a coleta da água de abastecimento foram escolhidas em pontos distintos da cidade com o intuito de se ter uma base de dados que abranja todas as regiões do município. No total, foram selecionados oito locais para retirada das amostras (P1 a P8) necessárias para as análises da qualidade da água, sendo feitas sete coletas na ci-

dade, e uma na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Caraúbas, localizado na zona rural do município. A Figura 1 mostra os locais dos pontos de coletas das amostras de água na cidade.

Para as análises da água coletada na cidade de Almino Afonso foram utilizadas duas amostras in loco, sendo A1 em um cacimbão próximo do lixão e A2 em um açude da cidade, a uma distância de 5 km do lixão.

Os parâmetros físico-químicos analisados nas amostras da água de abastecimento foram: pH, condutividade, dureza total, cálcio, magnésio, cloreto, salinidade, sódio e potássio. As amostras A1 e A2 foram analisadas nos seguintes parâmetros: pH em água e determinado na relação solo: água 1: 2,5; CE = Condutividade elétrica do extrato solo: água, na relação 1: 2,5; os elementos P, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> são extraídos com o extrator Mehlich-1 na relação solo: extrator de 1: 10; os elementos Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> são extraídos com KCl mol/L na relação solo extrator de 1:10.

Para todos os parâmetros adotados foram realizados testes em triplicata e o resultado expresso como a média dessas medidas. Em todas as amostras deste trabalho os procedimentos de coleta e análise foram realizados conforme recomendados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e as análises foram realizadas no laboratório da UFERSA-Campus Caraúbas nos meses de setembro e outubro de 2016.

Todas as análises de componentes físico-químicos das amostras foram comparadas com padrões de qualidades da Portaria 2.914/2011 do MS, e da Resolução do CONAMA 357/2005.

Os dados obtidos das análises da água foram discutidos de acordo com o grau de contaminação para uso de abastecimento para as amostras do município de Caraúbas. E usos agricultáveis sem fins para consumo, como também os efeitos danosos para a sociedade e meio ambiente para as amostras da cidade de Almino Afonso.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 ANÁLISE DAS AMOSTRAS DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO**

As amostras analisadas apresentaram resultados positivos, estando dentro dos padrões exigidos pela legislação em todos os parâmetros, o que é importante pois não com-

promete a saúde e a qualidade de vida dos que utilizam desta água.

Os resultados para os pontos próximos, selecionados em bairros da cidade (zona urbana) mostraram-se bastante aproximados, o que já era esperado, uma vez que a cidade é abastecida por águas da mesma fonte.

Algumas variações foram notadas entre os resultados das águas coletadas nos bairros – que obtiveram valores próximos –, em relação a água coletada na UFERSA-Caraúbas (zona rural). Acredita-se que essa diferenciação se deve ao fato do ponto 5 ser localizado na zona rural da cidade, tendo este setor uma menor demanda pela água, acarretando na acumulação de algumas substâncias. Além disto, a diferença também se deve ao fato de as coletas nas residências terem sido realizadas antes do armazenamento da água, ou seja, no momento de chegada da mesma na residência, e na UFERSA, a coleta aconteceu na saída da caixa d'água, após o armazenamento. Os parâmetros analisados individualmente mostraram os seguintes resultados:

Os resultados obtidos no teste de pH mostraram que a água ofertada nos bairros em estudo, na UFERSA e a água alternativa, atende aos padrões estabelecidos na Portaria 2.914/11 do MS e na Resolução 357/2005 do CONAMA, ou seja, os valores estiveram entre 6,0 – 9,5.

Resultados para condutividade mostraram que as águas p1 a p8 apresentaram condutividade relativamente próximas. Conforme a classificação abordada pela ANA (2011), o teste de condutividade indica que as águas analisadas são todas classificadas como águas doces naturais, salvo a água do ponto 5, que foi coletada na UFERSA-Caraúbas. A amostra p5 teve como resultado 547,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Este resultado levemente mais elevado que os demais têm grandes chances de ter sido ocasionado devido a água coletada estar em condições de armazenamento, possibilitando o acúmulo e concentração de espécies iônicas dissolvidas.

Para as análises de cálcio e magnésio foi analisado a relação destes sais e foi observado uma variação máxima para o ponto 6 no valor de 56,7 (mg/L), em que possivelmente estas variações podem ser decorrentes de tubulações sujas ou danificadas. Não é afirmativo que o consumo destas águas cause efeitos colaterais devido ao desequilíbrio dos sais presente na água, uma vez que não se tem padrões mensurados e que estas águas não são as únicas fontes dos sais de Ca e Mg, sendo provenientes de diversas formas, podendo assim se equilibrar no organismo.

A análise de salinidade com base no CONAMA mostrou que todas as amostras analisadas são classificadas como água doce, uma vez que todos os resultados apontaram que o teor de sais das águas é inferior a 0,5 ‰.

Não há padrões para o potássio indicado na legislação, entretanto, falta ou excesso de algum nutriente, ou mineral, pode gerar consequências. Estudos relatam que pessoas com problemas renais podem ter agravamentos causados pelo excesso de potássio. O p5 mostrou teor de 49,5 (mg/L) ± 2,3 (mg/L) e os demais variaram entre 11,7 (mg/L) e 18,2 (mg/L) ± 2,3 (mg/L), tendo a água alternativa o valor de 16,9 ± 2,3.

Os cabeçalhos de segunda ordem deverão ser alinhados junto à margem esquerda, digitados em negrito, sendo maiúscula apenas a primeira letra de cada palavra com separação de um espaço do texto anterior.

Quanto a dureza total, cloreto e sódio, todas as amostras apresentaram teores dentro do padrão estabelecido na Portaria 2.914/11 do MS.

### 3.2. ANÁLISE DAS AMOSTRAS DA ÁGUA DO CACIMBÃO E AÇUDE

Estas amostras foram avaliadas segundo os padrões das normas de qualidade da legislação do CONAMA nº 357<sup>15</sup>, de 17 de março de 2005.

Os resultados obtidos na análise de pH foram satisfatórios sendo de 7,7 para amostra A1, e 7,0 para A2. No entanto, ambas se mostram em não conformidade no parâmetro sódio, apresentando valores de 207 mg/L e 253 mg/L, respectivamente.

A amostra A2 apresentou um valor maior no parâmetro de condutividade elétrica, sendo este valor de 1,1, uma diferença de 0,3 em relação a A1. Ambos os resultados para condutividade indicam uma água de alta salinidade.

As análises do cloreto nas duas amostras apresentaram valores bem distintos. A amostra A1 esteve dentro do valor aceitável. Já a A2 que é a água referida a do açude apresentou um valor muito alto do normal (1240,9 mg/L), isso deve ser porque a água do referido local está em pouca quantidade, quase no fim, sendo ela usada só para irrigações. A exis-

---

<sup>15</sup> Informações extraídas do site: BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. IBGE. Panorama Almino Afonso. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/almino-afonso/panorama>. Acesso em: 17 ago. 2018.

tência de cloreto na água informa uma possível poluição e problemas referentes à toxicidade.

O potássio é importante na fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças. A amostra A2 apresentou um valor de potássio maior do que A1, sendo estes valores de 3,9 mg/L e 27,4 mg/L, respectivamente.

A razão de adsorção de Sódio (RAS) avalia a qualidade da água cultivo de plantas. O RAS age junto com o CE, servindo de indicadores para problemas de infiltração. O  $RAS < 18,87$  apresenta baixa sodicidade indicando assim que a mesma pode ser utilizada na irrigação para diferentes solos. Como foi analisado o A1 apresentou um RAS de 8,52 e o A2 um RAS de 8,39, indicando assim água de baixa sodicidade.

#### 4 CONCLUSÃO

Portanto conclui-se que a água de abastecimento público de Caraúbas/RN está dentro dos padrões da legislação. Os resultados das amostras da água alternativa coletadas na cidade de Almino Afonso/RN mostraram que as concentrações dos elementos químicos na água estiveram maiores na A2 coletada na área urbana (açude). Tanto A1 como A2 ultrapassaram dos valores permitidos de sódio. A amostra A1 esteve dentro do valor aceitável no parâmetro cloreto, já a A2 apresentou um valor muito alto do normal.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL, 2011. **Portaria 2.914/11**. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde.

MEDEIROS FILHO, C. F. de. **Abastecimento de Água**. Apostila, Campina Grande, 2010. 147p.

MENDES, C. G. N. **Tratamento de águas para consumo humano - Panorama mundial e ações do PROSAB**. Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 504 p.

SOUZA, J. R de. *et al.* Importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v.8, n.1, p.26-45, abr.2014.

WHO (World Health Organization). **Guidelines for drinking-water quality** - 4th ed. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2011. 564p.

## CAPÍTULO 12

### ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DA *Moringa oleifera* IRRIGADA COM ÁGUAS CINZAS NO SEMIÁRIDO

Ana Carolina Vieira da Silva, Renato Dantas Rocha da Silva, Marlón de Moraes Dantas

#### 1 INTRODUÇÃO

Apesar dos grandes volumes de água existentes no planeta Terra, cerca de 1.386 milhões de Km<sup>3</sup> de água, a distribuição desse recurso não atende as demandas de todos os territórios da Terra, sendo as zonas semiáridas e áridas do planeta menos abastecidas com águas de superfície (rios, riachos, lagos e açudes). Estima-se que cerca de 41% da superfície habitável da Terra esteja em zonas nessas condições e nestes locais habitam 35% da população mundial (ICID, 2010<sup>16</sup>). No Brasil, cerca de 9% do território encontra-se em zonas críticas quanto a disponibilidade de águas, com índice de aridez inferior a 0,5 (relação entre volume de chuvas e de evapotranspiração de um ecossistema). Diante desse crítico cenário, estudos direcionados ao aproveitamento, tratamento e reuso de águas nessas regiões devem ser privilegiados por setores públicos, órgãos de academia e pesquisa e setor produtivo.

Além da baixa disponibilidade hídrica no semiárido, a qualidade da água também se apresenta comprometida, em especial pelos altos teores de sais do solo, ou pela contaminação por disposição inadequada de dejetos humanos. As águas cinza resultam do uso doméstico de águas para consumo humano em pias e lavanderias contendo surfactantes, óleos, graxas, sólidos e matéria orgânica. O despejo não planejado desse efluente no solo e em corpos hídricos promove danos severos ao meio ambiente, em destaque a formação de blocos de espumas na superfície de lagos e rios, impermeabilização e salinização do solo, contaminação de águas potáveis e danos à saúde humana. Ainda, a disponibilidade de água no semiárido tem se esgotado também em virtude do uso inapropriado e descontrolado, causado também pelo aumento populacional e do aumento nos padrões de consumo.

O reuso direto e indireto de águas residuárias tem sido um tema discutido em fóruns

---

<sup>16</sup> Informações extraídas do site: ICID - CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CLIMA, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS. Segunda conferência internacional sobre áreas semiáridas e áridas. Fortaleza, 2010. Disponível em: [http://www.cggee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in\\_news=758&boletim=26](http://www.cggee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in_news=758&boletim=26). Acesso em: 17 Jun. 2018.

e congressos no mundo inteiro. As restrições mais severas são destacadas pela presença de organismos patogênicos, como os vírus, fungos, bactérias e cistos de protozoários, além da salinização do solo em períodos mais longos de irrigação. Esse trabalho foi conduzido com o intuito de estudar o desenvolvimento de mudas da espécie *Moringa oleifera*, cultivada em ambiente controlado sob a irrigação de águas naturais de poços da microregião potiguar Vale do Açu e águas cinza. Outro aspecto importante estudado na investigação foi a evolução das características do solo durante os estudos de irrigação. Os resultados são discutidos em termos das características morfofisiológicas da planta e físico-químicas do solo.

### 1.1 REUSO DE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A falta de água representa um dos maiores desafios para comunidades do mundo inteiro, especialmente em regiões semiáridas e áridas. A indisponibilidade, contaminação e as perdas no uso da água na região Nordeste do Brasil, particularmente na região semiárida, representam questões importantes no que concerne ao desenvolvimento dessa região (ICID, 2010). Apesar dos grandes investimentos com infraestrutura adotados nos últimos 50 anos, a partir da construção de adutoras, transposições, cisternas domiciliares e barragens, o recurso ainda é limitado para abastecer os hábitos básicos da população e freia o seu desenvolvimento econômico e social.

Além da escassez, a água disponível para uso humano apresenta severos problemas de qualidade. O despejo de efluentes domésticos em corpos hídricos represados, a eutrofização, a salinização das águas pelos altos índices de evapotranspiração e o despejo de efluentes agrícolas e industriais, promovem uma degradação acelerada dos escassos recursos ainda disponíveis, o que exige medidas emergenciais, de baixo custo e de praticidade sejam tomadas pelo governo, academia e setor produtivo (DUARTE, 2011).

Grandes esforços vêm sendo empreendidos com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal e viabilizar a irrigação. Esses problemas são ainda mais graves em zonas rurais, onde não há grandes reservatórios de águas, carência de obras de abastecimento público de água e de tecnologias que promovam o tratamento desse recurso. Estima-se que 8,6 milhões de brasileiros vivam em zonas rurais do Nordeste. Esse número representa quase 50% de toda a população que reside nessa região.

A utilização de águas cinza para a irrigação trata-se de uma prática que além de proporcionar benefícios para as plantas, auxiliando em seu crescimento, trata-se também de uma prática viável e sustentável, possibilitando o reaproveitamento de águas que muitas vezes é desperdiçada mesmo tendo a possibilidade de ser reaproveitada.

Eriksson *et al.* (2002) afirma que a utilização do sistema de reuso de águas cinzas está associada as seguintes vantagens:

- Estimula o uso racional e a conservação de água potável;
- Permite maximizar a infra-estrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida;
- Propicia a educação ambiental;
- Sobre as características químicas das águas cinza,

Para que a mesma possa ser utilizada, levam-se em conta alguns parâmetros os quais possibilitam compreender o seu estado para que se saiba se a mesma está em um bom estado para poder ser utilizada, aproveitada em determinada atividade ou não. Para demonstrar os resultados das análises químicas das águas cinza obtidos em pesquisas internacionais, os parâmetros foram divididos em quatro grupos: compostos nitrogenados, compostos fosforados, compostos orgânicos e outros parâmetros como: pH, OD, condutividade, alcalinidade, dureza, cloreto e óleos e graxas.

## **2 METODOLOGIA**

Os estudos experimentais foram conduzidos em um ambiente experimental construído nas instalações da Fazenda Escola do IFRN-Campus Ipanguaçu. Experimentos de irrigação de mudas germinadas da espécie *Moringa oleifera* foram conduzidos usando água de poço do próprio Campus Ipanguaçu e águas cinza acumuladas da pia do refeitório utilizado pelos alunos da instituição. As coletas de águas cinza foram feitas a partir de uma ligação do lavatório do refeitório para um recipiente que armazenava 50 litros. Alíquotas de águas cinza foram coletadas semanalmente com a ajuda de uma bomba do tipo submersa em água (sapinho). Coletas semanais foram planejadas para que análises seguissem critérios estabelecidos pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA e CETESB, 2011). As características físico-químicas, como a turbidez, da água de poço e da água cinza foram analisadas em laboratório pelo uso da sonda multiparâométrica Horiba.

Mudas de *Moringa* cultivadas em sacos foram irrigadas e monitoradas por um período de 90 dias. A evolução do crescimento vegetal foi observada continuamente e a irrigação foi realizada diariamente (uma vez ao dia). A evolução da planta foi investigada a partir dos seguintes parâmetros morfofisiológicos:

- Diâmetro do caule;
- Altura da muda
- Clorofila nas folhas (medidor de clorofila portátil SPAD)
- Massa fresca e massa seca

O solo foi investigado a partir de análises de pH e condutividade seguindo procedimentos padrões adotados pela EMBRAPA (método potenciométrico).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da evolução morfofisiológicas das plantas estão apresentados na Tabela 1. Os crescimentos das mudas de *Moringa oleifera* indicaram a média de altura para plantas cultivadas com águas cinza de 52,6 cm, aos 30 dias de cultivo, enquanto pelo uso de águas de poços foi observada média de tamanho das mudas de 36,3 cm para o mesmo período de irrigação. O melhor crescimento das plantas cultivadas com águas cinza se manteve até a última avaliação (90 dias) e a diferença média entre as mudas foi de cerca de 30 cm ao final do período investigado.

O tratamento de águas cinzas por flotação com uso de cloreto férrico e sem adição de agentes coagulantes foram comparados com a água cinza sem tratamento (bruta). Os resultados são destacados na Tabela 1. O aspecto da água bruta (1), tratada por FAD (2) e tratada por FAD com pré-coagulação com cloreto férrico (3), é destacada na Figura 1.

Em relação a manutenção de massa seca, os blocos de plantas investigados apresentaram percentuais de perda de massa após a secagem entre 79 e 85% de massa úmida, independente da água de irrigação utilizada. Esse resultado indica que as águas cinza não comprometeram o desenvolvimento vegetal em termos da formação de material Tabela 2.

Outro aspecto importante de investigação foi a análise de clorofila-a da planta que ocorreu em estágios e regiões distintas da própria planta. Na Figura 2 são ilustrados os níveis de clorofila presentes na base, no meio e no ápice de cada muda. Os resultados destacaram que as plantas irrigadas pelo uso de águas cinza apresentaram maiores índices de clorofila-a.

Esses dados se justificam pela contribuição de elementos importantes para a síntese da clofila presentes nas águas cinza, como magnésio e nitrogênio.

As alterações nas propriedades físico-químicas do solo provocadas pelo uso águas cinza utilizadas na irrigação de Moringa também foram investigadas e os resultados apresentados na Figura 3. O pH da água aumentou de uma condição levemente ácida para uma condição alcalina. Os resultados podem ser explicados pela presença de surfactantes em solução, que são substâncias fortemente básicas oriundas de reações de saponificação na presença de uma base forte. Um aspecto negativo dessa evolução do pH pode ser destacado pela provável indisponibilização (precipitação química) de alguns nutrientes em níveis tão alcalinos de pH.

Quanto às alterações de condutividade elétrica, a boa drenabilidade do solo estudo no modelo experimental pode ter influenciado nos resultados apresentados na Figura 3. As reduções progressivas dos níveis de condutividade do solo indicam que os níveis de sais diminuíram no período investigado. A salinização do solo representa um dos maiores desafios no processo de reuso de água em sistemas agrícolas e esse resultado confronta essa abordagem negativa e indica uma tendência promissora de reuso de águas cinza.

#### **4 CONCLUSÃO**

Nos resultados obtidos foi levado em consideração em alguns requisitos (baseados pela UNESP<sup>17</sup>) para entender os resultados do projeto. Primeiramente analisamos o solo e seus parâmetros esses que estão associados ao seu pH que sofreu uma variação positiva após a irrigação com a água cinza, sua condutividade elétrica que diminui isso significa que seu teor de sais também. Ao longo de 90 dias observando o desenvolvimento da planta o chegamos à conclusão que nossas análises estavam confirmando o que estudos anteriores declaravam que as águas cinza iram fornecer nutrientes ou até micronutrientes que os fertilizantes não conseguirão fornecer, devido à matéria orgânica estar presente na efluente (WHO, 1989). Conclui que o reuso da água do esgoto da cantina, não será apenas uma forma de minimizar impactos, mas sim de poder tornar viável, eficaz a irrigação e o cultivo em

---

<sup>17</sup> Informações extraídas do site: UNESP. Qualidade da água para irrigação. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/acagua.htm> Acesso em: 17 jun. 2018.

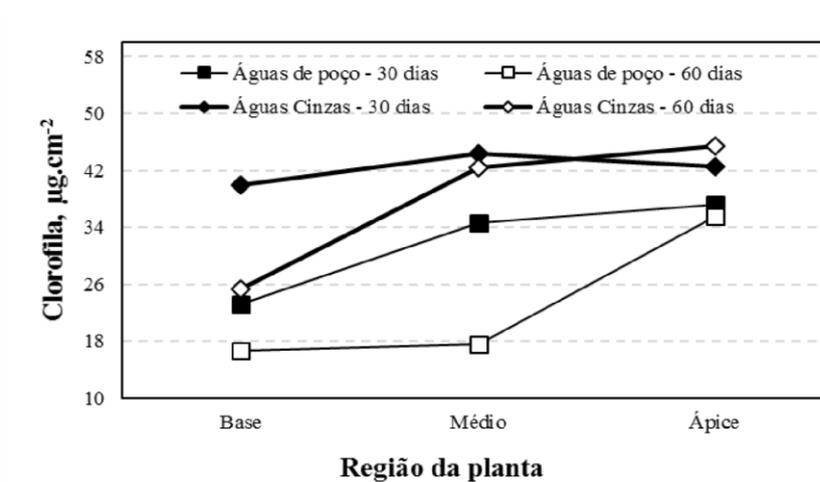
áreas tão restritas, como o interior da região Nordeste.



**Figura 1** - Amostras de águas cinzas das pias do refeitório do IFRN. 1) amostra bruta; 2) Amostra tratada por FAD; 3) Amostra tratada por FAD mais pré-coagulação com cloreto férrico.

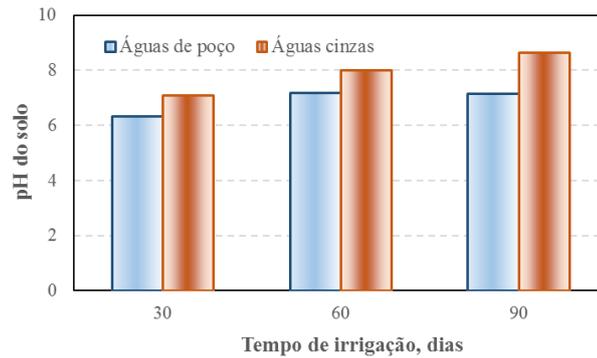
**Fonte:** Aatoria (2018)

Os resultados destacados na Figura 1 e Tabela 1, destacam a efetividade no tratamento de águas cinzas pelo método proposto.



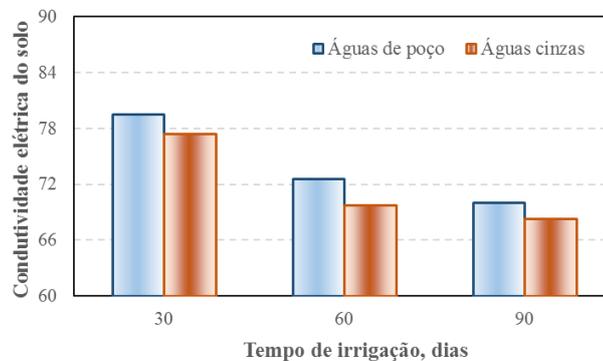
**Figura 2** - Níveis de clorofila presentes na base, no meio e no ápice de cada muda.

**Fonte:** Aatoria (2018)



**Figura 3** - Evolução da presença de clorofila-a em mudas de *Moringa oleifera* pelo uso de águas cinza.

Fonte: Aatoria (2018).



B

**Figura 4** - Evolução do pH e condutividade elétrica do solo em estudos de reuso de águas cinzas no cultivo de *Moringa oleifera*. pH inicial do solo: 6,0 e condutividade elétrica do solo: 74,8 mS.cm<sup>-1</sup>

Fonte: Aatoria (2018).

## 6 TABELAS

**Tabela 1** - Análise de turbidez das águas cinzas antes e após o tratamento por coagulação e flotação.

Amostra	Turbidez, NTU
Água cinza bruta	12
Água tratada por flotação	7,9
Água tratada por flotação e cloreto férrico	0,2

Fonte: Aatoria (2018)

**Tabela 2 - Dados da evolução morfofisiológica da Moringa oleifera cultivada com águas cinza e águas naturais de poços.**

Experimentos de reuso de água em mudas de Moringa Oleifera							
	Parâmetros de controle		Massa fresca, g	Massa seca, g	Perda, %	Altura da muda, cm	Diâmetro do talo, mm
Análise da irrigação após 30 dias	Águas cinza	Muda 01	16,49	2,92	82,27 %	55	5,8
		Muda 02	9,27	1,49	83,93 %	46	4,6
		Muda 03	10,91	1,84	83,09 %	57	4,9
	Águas de poço	Muda 01'	7,36	1,16	84,27 %	49	4,5
		Muda 02'	4,15	1,26	69,76 %	32	4,3
		Muda 03'	5,65	0,86	84,72 %	28	4,8
Análise da irrigação após 60 dias	Águas cinza	Muda 01	30,99	5,69	81,7%	82	7,45
		Muda 02	22,62	4,49	80,1%	73	7,74
		Muda 03	35,32	6,39	81,9%	80	8,51
	Águas de poço	Muda 01'	22,42	4,10	81,7%	62	6,77
		Muda 02'	6,31	0,94	85,2%	41	4,79
		Muda 03'	21,91	6,39	70,8%	65	5,82
Análise da irrigação após 90 dias	Águas cinza	Muda 01	28,77	5,81	79,8%	57	7,71
		Muda 02	22,06	3,76	83,0%	58	6,84
		Muda 03	55,18	11,63	78,9%	99,5	9,20
	Águas de poço	Muda 01'	20,40	4,15	79,7%	45,5	5,48
		Muda 02'	24,48	5,15	79,0%	48	4,95
		Muda 03'	9,47	1,63	82,8%	32	4,41

Fonte: Aitoria (2018).

## 7 DISPOSIÇÕES GERAIS

Os autores aceitam que a UFERSA tenha plenos direitos sobre os trabalhos enviados, podendo incluí-los nos anais, imprimi-los e divulgá-los, sem o pagamento de qualquer remuneração.

Os trabalhos serão avaliados por revisores convidados pelo Comitê Científico do Evento. Somente os trabalhos aceitos poderão ser apresentados e publicados nos anais da I SEAC.

No caso do trabalho avaliado ter recebido recomendação para modificação, o autor deverá efetuar sua resubmissão.

## REFERÊNCIAS

- AISSE, Miguel Mansur *et al.* Avaliação do sistema reator RALF e flotação por ar dissolvido, no tratamento de esgoto sanitário. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 2001. **Anais [...]**. 2001.
- ASSIS, Renata Sâmia Sobral de. **Remoção de Microcystisaeruginosa e microcistinas por flotação por ar dissolvido**: estudo em escala de bancada utilizando sulfato de alumínio e cloreto férrico como coagulantes. 2010.
- DUARTE, Marco Antonio Calazans. **Tratamento de água para consumo humano de reservatório eutrofizado através de pré e interoxidação, adsorção em carvão ativado e dupla filtração**. 2011. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. doi:10.11606/T.18.2011.tde-05052011-085250. Acesso em: Jun. 2018.
- ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H.; LEDIN, A. A characteristics of grey wastewater. **Urbanwater**, v. 4, n. 1, p. 58 – 104,2002.
- FERREIRA, Letícia. Henn. **Eletroflotação**: sua história e variáveis. 201. ed. São Paulo: AGBook, 2014. v. 1. 85p.
- HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aqüíferos. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 7, n. 4, out./dez., 2002.
- PHILIPPI JR, Arlindo. **Reúso de água uma tendência que se firma**. *In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (ed.)*. Reuso de Água. Barueri, SP: Manole, 2003.
- SELLA, Marcelino Blacene. **Reúso de águas cinzas**: avaliação da viabilidade de implantação do sistema em residências. Monografia. UFRGS, 2011.
- TESSELE, Fabiana da Silva. **Tratamento de efluente de reator anaeróbio de manto de lodos de fluxo ascendente (UASB) por flotação não convencional e desinfecção ultra-violeta**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRG, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/49153?show=full>. Acesso em: 17 abr. 2018.

## **CAPÍTULO 13**

### **CLASSIFICAÇÃO DO FLUXO DA BR-405 NO TRECHO QUE CORTA A CIDADE DE PAU DOS FERROS/RN**

Cicero Renato Lima, Leogilton Fontes de Queiroz Filho, Ludmylla Nádja Silva Moreira, Antônio José Rodrigues Cordeiro

#### **1 INTRODUÇÃO**

A mobilidade urbana é tudo que diz respeito a relação entre espaço e transporte e, portanto, trata do fluxo de veículos, motorizados ou não, pedestres, etc. Dentre os principais meios de transportes terrestres existentes, o modal rodoviário é o principal e tem finalidade de deslocar pessoas e cargas de um ponto em rodovias, pavimentadas ou não. Ônibus e vans, veículos de passeio, motocicletas e caminhões, são alguns exemplos de veículos do fluxo de tráfego rodoviário. No Brasil a expansão desse tipo de transporte teve significativo avanço na era dos governos militares e tornou-se então o responsável por mais de noventa por cento da movimentação de passageiros e mais de cinquenta por cento do transporte de cargas nos dias atuais. (PONTE FILHO, 1998; SAULE JÚNIOR, 2001; RODRIGUES, 2007; SENÇO, 2008).

A expansão das cidades sofreu grande influência do desenvolvimento das rodovias, mas o processo inverso também é uma hipótese, ou seja, tanto as cidades podem ter crescido em função das rodovias, quanto as rodovias podem ter seguido o curso das cidades (SANTOS, 2012). Vale questionar também até que ponto esse impacto da presença das rodovias no meio urbano tem efeitos positivos ou negativos, sobretudo no que diz respeito a segurança e qualidade de vida da população.

Diante desse entendimento, este trabalho tem como objetivo classificar o fluxo de transporte rodoviário no trecho da BR-405 que atravessa a cidade de Pau dos Ferros/RN. Esse trecho rodoviário é uma importante rodovia de ligação que tem sua rota, ligando as cidades de Mossoró/RN à Cajazeiras/PB e além disso serve de rota alternativa para a BR-116, inserido no perímetro urbano da cidade de Pau dos Ferros/RN. Este estudo corresponde a etapa inicial de investigação do fluxo de veículos de carga pesada e objetiva analisar o impacto provocado pelos veículos de grande porte que transitam diariamente pela área urbana

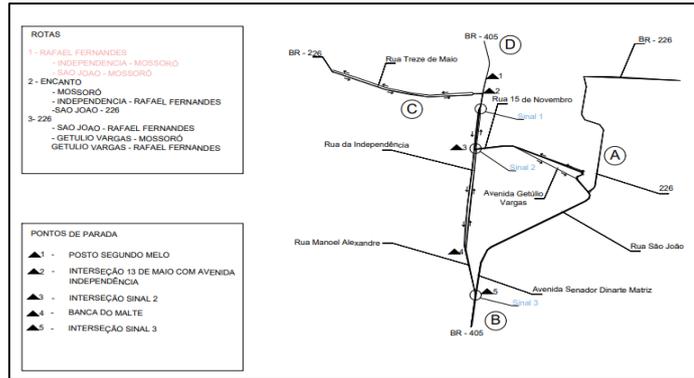
citada, tendo esta como única rota para chegarem ao seu destino final.

## **2 METODOLOGIA**

O primeiro passo para dar início a pesquisa foi uma revisão bibliográfica, sobretudo um levantamento de dados junto a manuais de estudo de tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. A pesquisa escolhida foi a Contagem Volumétrica e Classificatória da corrente de tráfego, favorecendo ao maior entendimento a cerca da temática abordada e norteando a coleta de dados e a maneira de classificação dos transportes de carga. Em um segundo momento foi necessário identificar todas as entradas da cidade e montar os possíveis itinerários a serem percorridos nesse trecho urbano da rodovia, para assim montar os pontos de contagem. A contagem foi realizada em data e horário previamente escolhido. Ao todo o levantamento teve duração de uma hora, dividida em quatro intervalos de quinze minutos. No tempo estabelecido foi contabilizado o número de motocicletas, veículos de passeio, coletivos e caminhões que entravam na cidade. Os caminhões foram ainda classificados quanto ao número de eixos.

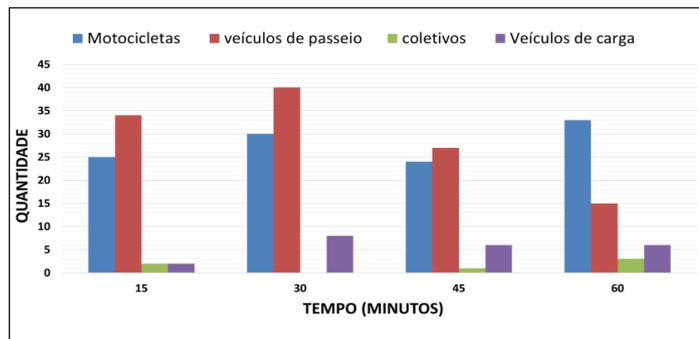
## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram identificados quatro trechos que dão acesso ao centro a cidade de Pau dos Ferros, e destes, dois estão situados sobre a BR-405, um nas proximidades do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia – IFRN, e outra na saída para Mossoró, as entradas foram classificadas como I e II, respectivamente. Os outros dois pontos estão sobre a RN-177, em dois extremos diferentes, um localizado na saída para o município de Encanto/RN, entrada III, e o outro no acesso a cidade de Francisco Dantas/RN, entrada IV. Como descrito anteriormente, a contagem foi realizada em quatro intervalos de quinze minutos, totalizando uma hora. Apenas no trecho IV teve a contagem realizada em dois únicos intervalos de quinze minutos, pelo fato de ter sido anteriormente identificado como um trecho de pequeno fluxo. A Figura 1 apresenta todas as entradas de acesso à cidade e as possíveis rotas a serem seguidas pelo seu interior.



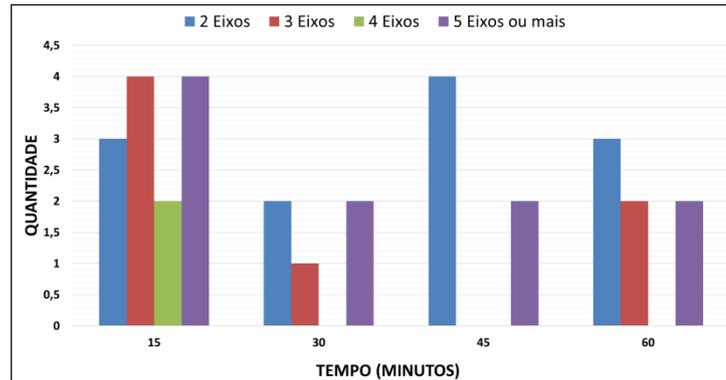
**Figura 1 -** Acessos à cidade de Pau dos Ferros e possíveis itinerários.  
**Fonte:** Autores (2018).

De acordo com o levantamento feito, as entradas I e II foram as que apresentaram um maior fluxo, de todos os tipos de veículos. Em ambos os pontos o número de motocicletas e veículos de passeio presente no tráfego foram maiores na maioria dos intervalos de tempo. O Gráfico 1 apresenta o fluxo da entrada I em todos os intervalos.



**Gráfico 1 –** Meios de compartilhamento do conhecimento tácito.  
**Fonte:** Autores (2018).

Na entrada II foi registrado o maior número de caminhões de grande porte, e estes foram ainda classificados quanto ao número de eixos segundo o manual do DNIT (2006), como mostra o Gráfico II. Logo nos primeiros quinze minutos de pesquisa já foram identificados caminhões desde dois eixos, porte menor, até cinco ou mais eixos, veículos mais pesados. Foi também identificado a partir da coleta na entrada I que praticamente todos estes transportes apenas passam pela cidade de Pau dos Ferros, e essa passagem, devido a ausência de sinalização em todo o trecho e a presença constante de pedestres por se tratar do centro da cidade, provoca grandes impactos à mobilidade local, interferindo na segurança da travessia de pedestres.



**Gráfico 2** – Classificação do fluxo de caminhões na entrada II.  
**Fonte:** Autores (2018).

A avenida da independência, trecho urbano da rodovia em estudo, é a principal vida da cidade e onde todo o fluxo de carros pesados quanto veículos locais se cruzam, o que afeta ainda mais os deslocamentos da população. Além de toda a insegurança do trânsito não há uma sinalização adequada e o estreitamento da via possibilita a realização de manobras arriscadas, como mostra a Figura 2.



**Figura 2** - Trânsito na Avenida da Independência.  
**Fonte:** Autores (2018).

## 4 CONCLUSÕES

A pesquisa revelou uma quantidade significativa de veículos de carga que trafegam pela cidade de Pau dos Ferros como única rota alternativa para se chegar ao destino final. Um curto período de tempo foi capaz de evidenciar o transtorno que a presença desses veículos provoca a mobilidade local e a segurança dos pedestres. Medidas a longo prazo, como

a construção de um anel viário que levasse este fluxo a circular por fora da cidade seria a melhor solução para a problemática em questão. No entanto, até que um projeto dessa magnitude seja realizado, medidas simples de sinalização e conscientização poderiam ser adotadas com vistas a minimizar os impactos oriundos desse tráfego pesado.

## REFERÊNCIAS

PONTE FILHO, G. **Estradas de Rodagem Projeto Geométrico**. Glauco Pontes Filho. 1998.

RODRIGUES, A. M. **A cidade como direito**. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, 9. 2007, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre/RS, 2007.

SAULE JÚNIOR, N.; ROLNIK, R. **Estatuto da Cidade**: Novos horizontes para a reforma urbana. São Paulo-SP: Pólis, 2001. xxp. (Cadernos Pólis, 4).

SANTOS, A. D. Das primeiras cidades à urbe contemporânea: a realidade de campina grande – PB no contexto das cidades de porte médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 17., 2012, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte/MG, 2012.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Projetos Rodoviários**. PINI, 2008. 760p. v.1

## CAPÍTULO 14

### VERIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS MAIS UTILIZADOS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS<sup>1</sup>

Bianca Alencar Vieira, Ricardo Victor Pereira de Sousa, Madelyne Paulo Tomas

#### 1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos são compostos por várias camadas de espessura finita que são construídas sobre a superfície final de terraplenagem. Estes são dimensionados de forma técnica e econômica para resistir aos esforços advindos dos veículos que transitam, bem como do clima que estão submetidos, além de proporcionar aos usuários melhores condições de rolamento, conforto, economia e segurança (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Os pavimentos podem ser divididos em dois tipos – rígidos e flexíveis. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT (2006) os pavimentos rígidos são constituídos por revestimento que tem elevada rigidez, quando comparado às demais camadas, absorvendo praticamente todas as tensões a qual está submetido. Contudo, os pavimentos flexíveis são aqueles que todas as camadas sofrem deformações elásticas significativas quando submetido a cargas. Em outras palavras, a grande diferença entre os dois pavimentos é a distribuição das cargas nas suas camadas e a rigidez do revestimento.

Os pavimentos flexíveis são compostos pelas camadas de revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito. O revestimento asfáltico constitui a camada superior. Este é formado por diferentes materiais, porém são utilizados na sua composição principalmente ligantes asfálticos e agregados. Além disso, existem vários tipos de revestimentos utilizados, por exemplo, concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ, areia asfáltica usinada a quente – AAUQ, lama asfáltica, tratamento superficial – TS, dentre outros.

No Brasil as décadas de 1940 e 1950 foram marcadas pela realização de grande construção rodoviária, motivadas, principalmente, pela criação do Fundo Rodoviário Nacional – FRN – e da criação da Petrobrás, respectivamente em 1946 e 1953 (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Além disso, atualmente 80,3% das estradas brasileiras não são pavimentadas. Adicionalmente, em todo o país apenas 12,1% das rodovias possuem pavimentação. O restante

das rodovias com pavimento apenas foram planejadas (BENEVIDES<sup>18</sup>, 2014).

Observa-se também que, em praticamente toda a malha rodoviária brasileira são utilizados revestimentos asfálticos. Sendo, porém, os revestimentos de concreto utilizados apenas em pavimentos sujeitos a altos carregamentos, como, por exemplo, em aeroportos.

Diante disso, o principal objetivo deste estudo é investigar quais os principais tipos de revestimentos asfálticos são utilizados nos pavimentos brasileiros bem como levantar hipóteses que justifiquem a utilização destes. Para tanto, realizou-se pesquisas bibliográficas e utilizaram-se alguns projetos disponíveis pelo poder público buscando relacionar qualitativamente os possíveis motivos de implantação de tais revestimentos para as situações de projeto estudadas.

De acordo com Balbo (2007) o CBUQ deve possuir temperatura entre 140 a 145°C no momento em que chegar até a pista onde será lançado. Ademais, o CBUQ apresenta propriedades impermeabilizantes, flexibilidade, relativa durabilidade e grande resistência.

Com relação a areia asfalto usinada a quente, conforme Dias (2004, apud ZAGONEL, 2013) este tipo de revestimento se apresenta como uma solução de grande valia, principalmente para localidades com abundância de areia, como em regiões litorâneas.

Por fim, no que se refere aos tratamentos superficiais, segundo Bernucci *et al.* (2008) suas principais vantagens estão em proporcionar uma camada de rolamento uniforme, além de impermeabilizar o pavimento e prover um revestimento antiderrapante, podendo ser classificados de acordo com o número de camadas executadas na pista de agregado e ligante em simples e duplo.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo se trata de uma pesquisa de caráter bibliográfico e descritivo, onde foi elaborado a partir de materiais já publicados na literatura e da análise de projetos executivos disponibilizados pelo poder público. Além disso, esta pesquisa possui aspectos qualitativos com objetivos exploratórios e descritivos, onde são feitos levantamentos de estudos tratando do problema em questão, ou seja, reuniram-se pesquisas que descrevem as carac-

---

<sup>18</sup> Informações extraídas do site: BENEVIDES, C. No Brasil, 80% das estradas não contam com pavimentação. 2014. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/no-brasil-80-das-estradas-nao-contam-com-pavimentacao-13710994>. Acesso em: 06 out. 2017.

terísticas básicas dos principais tipos de revestimentos asfálticos mais utilizados no Brasil como também se verificou nos projetos, de forma superficial, os tipos de revestimentos asfálticos que costumam ser mais utilizados em obras de engenharia de caráter federal, estadual e municipal.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com algumas literaturas, como pode ser observado em Coelho Júnior e Rocha (2013) e Pereira (2014), o revestimento asfáltico mais utilizado no Brasil é o CBUQ. Adicionalmente Zagonel (2013) assegura que a utilização deste revestimento é devido a sua fabricação ser realizada em usinas dosadoras e misturadoras a quente, o qual propicia um melhor controle na sua produção. Além disso, as propriedades desse material são conhecidas e utilizadas, proporcionando uma maior capacidade de produção e execução da camada de revestimento asfáltico.

Diante disso, a Tabela 1 apresenta os casos estudados neste trabalho. Os projetos nomeados como de implantação representam trechos de rodovias novas que foram implantadas seguindo o projeto estudado; os projetos nomeados como de reabilitação representam trechos de rodovias que foram executadas sobre pavimentos pré-existentes, porém com diferentes técnicas de revestimentos; enquanto que os de restauração representam os pavimentos que foram executados sobre pavimentos pré-existentes com mesma técnica de revestimento.

**Tabela 1 – Características qualitativas dos casos estudados**

<b>Tipo de Rodovia</b>	<b>Local</b>	<b>Estado</b>	<b>Revestimento</b>	<b>Projeto</b>	<b>Ano</b>
Estadual	MT 010	MT	CBUQ	Implantação	2016
Federal	Br 437	RN	CBUQ	Implantação	2009
Federal	Br 381	MG	CBUQ	Implantação	2009
Federal	Br 080	GO	TSD	Reabilitação	2012
Federal	Br 020	GO	TSD/CBUQ/AAUQ	Implantação	2012
Federal	Br 356	RJ	CBUQ	Implantação	2012
Federal	Br 116	RS	CBUQ	Implantação	2013
Federal	Br 356	RJ	CBUQ	Restauração	2014
Federal	Br 153	TO	CBUQ	Restauração	2014
Municipal	Cuiabá	MT	CBUQ	Reabilitação	2011
Municipal	Cuiabá	MT	CBUQ	Reabilitação	2012
Municipal	Uirapura	GO	TSD	Restauração	2014
Municipal	Presidente Kennedy	ES	TSD	Reabilitação	2014

**Fonte:** Autores (2018).

Em conformidade com a literatura, pode-se verificar que nos resultados consta-se a frequente utilização da técnica de revestimento com CBUQ, principalmente em rodovias federais. Como justificativa para a discrepância nos revestimentos usados, pode-se citar, principalmente, fatores técnicos.

Além disso, o alto controle tecnológico proporcionado pela técnica da utilização do CBUQ no revestimento permite a obtenção de uma maior qualidade de desempenho dos pavimentos, quesito este com relevância crescente no cenário nacional. Percebe-se, avaliando os resultados, que a única rodovia federal estudada que, em seu projeto, utilizou a técnica de revestimento com tratamento superficial tinha como objetivo a reabilitação do pavimento. No caso específico da Br 080, com trecho no estado de Goiás, houve a reabilitação do pavimento com a execução de tratamento superficial no revestimento, substituindo o antigo revestimento (CBUQ).

Em todas as outras rodovias federais foi observada a comum utilização do CBUQ no pavimento de rodagem e a utilizado do TSD nos acostamentos, justificada pela economia financeira proporcionada pela escolha do TSD.

Adicionalmente, observa-se que nas estradas municipais estudadas existe um maior equilíbrio entre as técnicas de revestimento escolhidas, porém as duas técnicas observadas continuaram sendo a utilização do CBUQ e TSD. O já citado fator econômico que proporciona uma vantagem relevante na utilização do TSD frente ao CBUQ, principalmente em projetos municipais, onde há uma menor verba envolvida, pode ser o principal motivo desse equi-

lívrio observado.

Outro fator relevante na escolha variação da escolha da técnica de revestimento a ser adotada é o fator técnico, onde se observa a necessidade de relativa proximidade entre o local de execução do pavimento e usina produtora do CBUQ, frente a isso há a facilidade de execução do revestimento com TSD, feito diretamente na pista.

#### 4 CONCLUSÕES

O principal objetivo desta pesquisa é verificar os principais tipos de revestimentos asfálticos empregados nas rodovias brasileiras. Para tanto, realizamos pesquisas bibliográficas bem como análise de alguns projetos fornecidos pelo poder público. Os principais resultados possibilitaram inferirmos que o CBUQ é uma técnica de revestimento mais utilizada, principalmente em rodovias federais. Além disso, verificamos que uma das justificativas para a utilização deste revestimento refere-se à possibilidade de associar características desejáveis, como resistência e durabilidade, à facilidade de execução e economia.

#### REFERÊNCIAS

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, p. 504, 2008.

COELHO JÚNIOR, M. L. P.; ROCHA, P. H. T. **Estudo preliminar de misturas asfálticas à quente utilizadas em obras de pavimentação na região metropolitana de Goiânia**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Curso de Engenharia Civil), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA – ESTRUTURA. **Manual de Pavimentação**. DNIT. Rio de Janeiro, 2006.

ZAGONEL, A. R. **Inovações em revestimentos asfálticos utilizados no Brasil**. 2014.

## **CAPÍTULO 15**

### **FUNDAMENTOS DO DIMENSIONAMENTO DE MUROS DE CONTENÇÃO EM CONCRETO CONVENCIONAL**

José Henrique Maciel de Queiroz, Victor Vinícius Rêgo Miranda, Francisco Kléber Dantas Duarte, Bianca Alencar Vieira

#### **1 INTRODUÇÃO**

A presença de taludes é muito comum em grandes obras civis, sendo primordial o seu estudo para que se garanta a segurança do local. Nesse sentido, de acordo com Marangon (2006) os taludes são superfícies inclinadas compostas por diferentes tipos de solos, podendo ser classificados em naturais e artificiais. Os naturais constituem aqueles já existentes na natureza enquanto que os artificiais são os construídos pelo homem, como barragens e aterros.

Conforme Bueno e Vilar (2004) os muros de contenção são bastante utilizados com a finalidade de resistir aos esforços laterais incidentes nos taludes, já que a ocorrência de cargas sobre a sua superfície gera empuxos laterais que podem desestabilizá-lo.

Nesse sentido, este estudo visa abordar os procedimentos e teorias necessárias para dimensionamento de um muro de contenção de maneira a resistir aos esforços provocados por um maciço de solo, assim como suportar com segurança, as cargas que serão solicitadas no por um possível aterro, do qual também atuarão com empuxo lateral.

#### **2 METODOLOGIA**

O presente trabalho é do tipo bibliográfico, ou seja, desenvolvido com a ajuda de materiais elaborados por outros autores, pesquisadores desta área temática. Dessa forma, foi realizada a busca dos principais assuntos sobre o tema apresentado, em artigos, livros, revistas e publicações, para adquirir o conhecimento necessário para a realização do artigo. A partir das biografias encontradas, realizou-se uma análise qualitativa do conteúdo apresentado por cada autor, definindo assim, os pontos mais apropriados para consideração na determinação do tipo de muro a ser empregado em variadas situações práticas, bem como na realização dos procedimentos de projeto de um muro de arrimo.

A síntese destes conhecimentos foi então redigida pelos autores, de forma que se

buscou uma organização sequencial que facilitasse o entendimento do leitor e que seguisse a mesma cronologia de um projeto real de estrutura de contenção do tipo objeto do trabalho. Com isto obteve-se um trabalho que pode ser utilizado como leitura básica para aqueles que desejam adentrar na área de geotecnia aplicada a engenharia, mais especificamente na realização de construções de muros de arrimo.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A escolha de um muro de contenção depende de diversos fatores que serão distintos para cada obra. Dentre os principais muros de contenção existentes, pode-se destacar: muros de alvenaria de pedra, muros de gabiões, muros de concreto ciclópico e muros de flexão em concreto armado. Os muros citados são denominados de muros de peso, pois resistem aos esforços horizontais (empuxo lateral) somente pelo peso próprio, com exceção do muro de flexão que resiste aos esforços devido a sua seção em T invertido e ao aço presente.

Para o correto dimensionamento dos muros de arrimo, faz-se necessário, o cálculo das ações que atuam na referida estrutura de contenção. Para tal cálculo, existem vários métodos desenvolvidos por pesquisadores consagrados. A partir de considerações feitas no que tange o comportamento dos solos, bem como da sua disposição ao longo do maciço de solo contido, chegou-se a modelos relativamente simples que estimam com um nível satisfatório de exatidão as forças envolvidas no dimensionamento dos muros de arrimo. Um dos principais métodos empregados é aquele proveniente da teoria de Rankine, como será discutido a posteriori.

É crucial prever ainda, o comportamento do muro de arrimo quando solicitado por estes carregamentos. Para inferir este comportamento, são realizadas verificações relacionadas a deslizamentos, tombamentos, ruptura do solo e a ruptura global. Todas as verificações essenciais podem ser realizadas como indicado no tópico 3.2 e seus subtópicos.

#### **a - TEORIA DE RANKINE**

Conforme Bonissoni (2017), a teoria de Rankine (1856) consiste em demonstrar os três estados de equilíbrio que um solo pode apresentar e determinar os empuxos gerados. O primeiro estado é denominado estado ativo de equilíbrio, no qual é caracterizado pela movimentação do solo que irá gerar um esforço (empuxo ativo) sobre o muro de contenção e

consequentemente irá deslocá-lo para fora. O empuxo ativo para solo arenoso seco sem inclinação pode ser calculado, já considerando a presença de uma eventual sobrecarga distribuída sobre o maciço de solo, pela equação 1:

$$E_a = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot K_a}{2} + q \cdot K_a \cdot h \quad (1)$$

Onde  $\gamma$  é o peso específico do solo,  $h$  é a altura do solo,  $q$  é a sobrecarga distribuída por área sobre o solo e  $K_a$  é o coeficiente de empuxo ativo calculado pela equação 2.

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \quad (2)$$

Onde  $\varphi$  é o ângulo de atrito do solo.

O segundo estado é denominado estado de equilíbrio estático, onde não há o deslocamento do muro, ou seja, não há movimentação do solo.

O terceiro é denominado estado passivo de equilíbrio e ocorre a movimentação do muro de contenção sobre o solo que está sendo contido, ou seja, há um esforço de compressão gerado pelo muro e devido à Lei de ação e reação criada por Newton, o solo irá gerar uma reação que é chamada de empuxo passivo. O empuxo passivo é calculado analogamente ao empuxo ativo, sendo que o  $K_a$  é substituído pelo coeficiente de empuxo passivo ( $K_p$ ) que é calculado conforme a equação 3.

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \quad (3)$$

#### b - VERIFICAÇÕES DE ESTABILIDADE

Verificação ao deslizamento: Segundo Luiz (2014) a verificação ao deslizamento é feita para analisar o deslocamento horizontal do muro de contenção diante do esforço gerado pelo solo, essa análise depende principalmente do equilíbrio dos esforços atuantes no muro. É possível determinar o fator de segurança para o deslizamento que é dado pela equação 4:

$$FS_d = \frac{P_p \cdot \tan(0,75 \cdot \varphi) + E_p}{E_a} \quad (4)$$

Onde  $P_p$  é o peso próprio do muro de contenção.

Esse fator de segurança para o deslizamento deve ser maior do que 1,5 conforme a

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 11682:2009.

Verificação ao tombamento: De acordo com Luiz (2014) o tombamento de um muro de contenção ocorre em torno de um ponto. Então é possível obter um fator de segurança para o tombamento (equação 5), no qual dependerá do momento gerado pelo empuxo ativo (momento solicitante) e os momentos gerados pelo peso próprio e empuxo passivo (momentos resistentes). O fator de segurança ao tombamento deve ser maior do que 2 de acordo com a NBR 11682:2009.

$$FS_T = \frac{M_{R,pp} + M_{R,EP}}{M_S} \quad (5)$$

Onde  $M_{R,pp}$  é o momento resistente gerado pelo peso próprio do muro de contenção,  $M_{R,EP}$  é o momento resistente gerado pelo empuxo passivo e  $M_S$  é o momento solicitante provocado pelo empuxo ativo.

Verificação da ruptura do solo: De acordo com Terzaghi (1943) a ruptura do solo é a soma da parcela de coesão e de atrito do solo da fundação com a sobrecarga do solo sobre a fundação, é dado pela equação 6:

$$\sigma_r = c \cdot N_c \cdot S_c + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma + q_{ef} \cdot N_q \cdot S_q \quad (6)$$

Onde  $\sigma_r$  é a tensão de ruptura do solo,  $c$  é a coesão do solo,  $B$  é a largura da fundação,  $N_c$ ,  $N_\gamma$  e  $N_q$  são fatores de carga que dependem do ângulo de atrito,  $S_c$ ,  $S_\gamma$  e  $S_q$  são fatores de forma e  $q_{ef}$ , definido na equação 7, é a carga efetiva do solo que está sobre a fundação.

$$q_{ef} = \gamma_{ef} \cdot h_{ef} \quad (7)$$

Onde  $\gamma_{ef}$  é o peso específico do solo sobre a fundação e  $h_{ef}$  a altura desse solo.

A tensão admissível (equação 8) é obtida dividindo-se a tensão de ruptura do solo pelo fator de segurança estabelecido pela NBR 11682:2009 que é igual a 3.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{FS} \therefore FS = 3 \quad (8)$$

Conforme Marchetti (2011) a tensão máxima é calculada de acordo com as excentricidades do extremo e do meio da base do muro de contenção, são calculados de acordo com

as equações 9 e 10:

$$e_{extremo} = \frac{M_T}{P_p} \quad (9)$$

$$e_{meio} = \frac{B_{muro}}{2} - e_{extremo} \quad (10)$$

Onde  $M_T$  é o momento total (momento resistente menos momento solicitante) e  $B_{muro}$  é a dimensão da base do muro de contenção.

Segundo Moliterno (1980) se a excentricidade do meio for menor do que 1/6 da base do muro de contenção o terreno estará submetido apenas à compressão, já se for maior haverá compressão e tração, logo é necessário verificar a resistência a tração do muro para averiguar a necessidade de armadura.

De acordo com Moliterno (1980) para terreno submetido apenas a compressão tem-se que a tensão máxima atuante no solo da base do muro de arrimo será obtido pela equação 11:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{2.P_p}{3.e_{extremo}} \quad (11)$$

Já para terreno submetido à compressão e tração tem-se tensão máxima e mínima (equação 12).

$$\sigma_{m\acute{a}x,m\acute{i}n} = \frac{P_p}{B_{muro}} \cdot \left(1 \pm \frac{6.e_{meio}}{B_{muro}}\right) \quad (12)$$

Para não ocorrer à ruptura do solo, a tensão admissível deve ser maior ou igual à tensão máxima.

Verificação da ruptura global: Conforme Luiz (2014) a ruptura global é a verificação de todas as possíveis falhas que possam ocorrer no muro de contenção, ou seja, é a verificação da atuação simultânea do tombamento, deslizamento e ruptura do solo. Essa verificação pode ser calculada por diversos métodos, como por exemplo, método das fatias, método de Spencer, método de Bishop e entre outros. Se a verificação ao tombamento, deslizamento e ruptura do solo for feita, não é necessário a verificação da ruptura global.

## 4 CONCLUSÕES

Existem diversas opções de muros de arrimo, cujas técnicas de execução e parâmetros necessários ao projeto, são conhecidas pela comunidade especializada, principalmente nas áreas de geotecnia, obras em terra e fundações.

No que se refere aos dimensionamentos envolvidos no projeto de muro, concluímos que pode ser adotada a teoria de Rankine para determinação das cargas atuantes na contenção pelo maciço de solo, obtendo resultados e coerentes com a realidade, de maneira rápida. Posterior a esta etapa procedemos com as verificações necessárias para o muro de arrimo escolhido, certificando assim de que o mesmo será estável, ou seja, apresentará fatores de segurança satisfatórios e tensões admissíveis inferiores as atuantes.

Dessa forma, sintetizamos conhecimentos de diversos autores, relativos ao projeto de um muro de arrimo, trazendo assim, métodos práticos, facilmente aplicáveis em obras de engenharia do gênero.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11682:2009 – **Estabilidade de encostas**. Rio de Janeiro: Norma Técnica.

BONISSONI, L. **Dimensionamento e execução de muros de arrimo em alvenaria estrutural**. Rio Grande do Sul: Editora da UFSM, 2017.

BUENO, B. S.; VILAR, O. M. **Mecânica dos Solos**, volume II. São Paulo: Editora da Escola de Engenharia de São Carlos, 2004.

LUIZ, B. J. **Projeto geotécnico de uma estrutura de contenção em concreto**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2014.

MARANGON, M. **Tópicos em geotecnia e obras de terra**. Minas Gerais: Editora da UFJF, 2006.

MARCHETTI, O. **Muros de arrimo**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2011.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1980.

## **CAPÍTULO 16**

### **UMA ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS PARA SELEÇÃO DO TIPO DE FUNDAÇÃO: O CASO DO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS**

Ana Flávia Alves de Bessa, Antonio Ronivon de Oliveira Bessa, Raimundo Nonato Pereira Rodrigues, Bianca Alencar Vieira

#### **1 INTRODUÇÃO**

A fundação de uma edificação consiste na interação da infraestrutura com o solo onde a mesma é apoiada, sendo então o solo um dos principais fatores que influenciam na escolha apropriada seu tipo. Além do solo, para que se tenha um bom projeto de fundação, são vários os condicionantes que devem ser levadas em conta no momento de selecionar uma determinada fundação.

Segundo Velloso e Lopes (2004) a seleção de um determinado tipo de fundação leva em conta alguns parâmetros que devem ser estudados e analisados antes de tomar alguma decisão. São eles: a topografia da região, as características geológicas e geotécnicas do solo, características da estrutura a edificar, informações sobre as construções vizinhas, entre outros. Além de tudo isso, é importante a disponibilidade econômica, pois as condições financeiras têm uma influência importante na hora de optar por um ou outro método construtivo.

De acordo com Cardoso e Santos (2013), a elaboração de projetos geotécnicos exige um conhecimento adequado do solo de fundação, pois o mesmo irá determinar qual o tipo mais adequado de elemento de fundação para a construção com base nas investigações geotécnicas.

Nesse sentido, Marangon (2008) advoga que o método mais comum para investigação geotécnica do subsolo de fundações de edifícios é o de sondagem à percussão com circulação de água, acompanhado pelo ensaio normalizado de penetração (SPT) ou sondagem de simples reconhecimento com SPT, normatizado pela ABNT NBR 6484:2001.

Nesse sentido, o principal objetivo deste trabalho é analisar os principais parâmetros responsáveis pela escolha das fundações nas obras localizadas no município de Pau dos Ferros – RN e se esta escolha vai de encontro com o recomendado pela literatura. Para isto, realizou-se um levantamento das fundações empregadas em oito edificações através de visitas de campo e questionários aos responsáveis pelas obras.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo constitui-se de uma pesquisa descritiva de caráter qualitativo e quantitativo. Para atingir os objetivos propostos, realizou-se um levantamento das fundações empregadas em oito edificações localizadas no município de Pau dos Ferros/RN, onde se analisou os principais parâmetros utilizados na escolha dos elementos de fundação, como por exemplo, tipo de solo, dados da vizinhança, da estrutura solicitante, dentre outros. Nesse sentido, os dados foram coletados através de visitas em campo e aplicação de questionários aos responsáveis de cada obra. A Figura 1 apresenta a localização das obras no município.



**Figura 1** – Localização das obras visitadas no município de Pau dos Ferros/RN  
**Fonte:** Autores (2018).

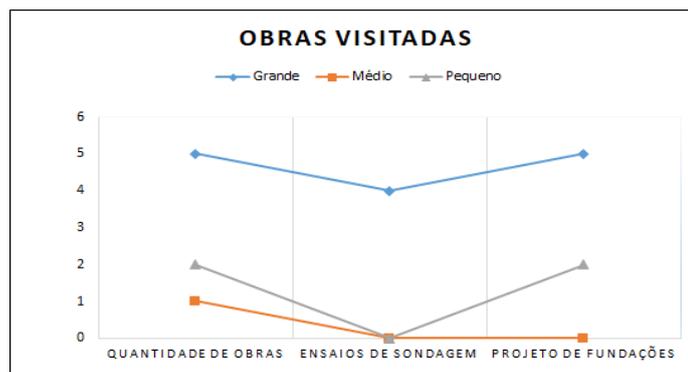
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados apurados, verificou-se que, no tocante ao tamanho da obra, cinco são classificadas como de grande porte. Em contrapartida, apenas uma apresenta características de médio porte e duas caracterizam-se como edificação de pequeno porte. A finalidade das obras analisadas vai desde casa unifamiliar à edifícios residenciais e comerciais. Apesar de metade das edificações apresentarem cargas solicitantes elevadas, fato que as caracterizam como grande porte, apenas uma utilizou fundação do tipo profunda.

Nesse contexto, Sena (2016) assegura que a estrutura de fundação é considerada como uma das mais importantes em uma construção, devendo-se ter, dessa forma, o máximo de conhecimento possível de dados sobre o subsolo decorrentes dos ensaios de sondagem, além das cargas da estrutura a fim de evitar erros na execução do projeto e consequentes problemas futuros. Contudo, verifica-se que as fundações superficiais como as sapa-

tas, por serem de fácil execução, costumam não necessitar de mão de obra especializada.

Desta forma, no tocante a investigação do subsolo, pode-se verificar que em apenas 50% das obras investigadas realizou-se ensaios de sondagem, como pode ser observado na Figura 2, executando-se, em média, 5 furos em cada ensaio, obtendo assim, perfis distintos de solo. Sendo o reconhecimento do solo, nas demais edificações realizado através de escavações, objetivando encontrar um solo firme que impossibilite a continuidade da escavação, ponto esse conhecido na região como firmamento, obtido, na maioria dos casos, em média, a 1,5m da superfície. Desta forma, observa-se que a quantidade reduzida de construções sem uma investigação adequada do solo de fundação deve-se ao elevado custo da realização desse procedimento tanto em relação aos equipamentos quanto em relação à mão de obra não sendo, dessa forma, viável ao empreendimento.



**Figura 2** – Obras visitadas de acordo com a caracterização do porte.  
**Fonte:** Autores (2018).

Adicionalmente, observou-se que 62,5% obras apresentaram projeto de fundação, enquanto 37,5% não apresentaram. Contudo, em virtude do alto custo dos materiais e falta de mão de obra qualificada, as fundações mais utilizadas são as superficiais do tipo bloco e sapatas, ou seja, cerca de 90% apresentavam esses elementos. No que concerne o uso da fundação profunda executada em uma das obras, este se deve ao fato de a obra ser de grande porte, já que se refere à construção de um edifício residencial composto por dois prédios de 15 pavimentos e estacionamento subterrâneo e está sendo construída sobre um terreno de solos fragmentados com baixa resistência para a edificação, o elemento de fundação escolhido foi o tubulão devido aos recursos econômicos e a viabilidade tecnológica na região limitar a esse tipo de fundação, além do método executivo não provocar danos ou ruídos excessivos nas construções vizinhas.

Através da análise dos resultados dos ensaios de SPT, observou-se que o solo predominante nas obras após a escavação era do tipo podzólico vermelho-amarelo, ou seja, um solo argiloso com material granular rochoso conhecido na região como Piçarra. Este achado vai de encontro ao mapa de divisão territorial divulgada pelo Embrapa Solos <sup>19</sup>(1971). Desse modo, conforme as características desse solo, o tipo de fundação usada consegue suprir a necessidade de atender as cargas as quais a fundação estará sujeita além de não precisar fazer escavações profundas tendo em vista que as camadas mais estáveis do solo são facilmente encontradas em pequenas profundidades.

Em relação aos parâmetros decisórios na escolha do tipo de fundação nas obras analisadas, verificou-se que os principais foram o econômico e técnico, sendo predominantes as fundações rasas. Em contrapartida, fatores relacionados à topografia do terreno e transtornos derivados de ruídos e vibrações pouco significantes, pois a maioria era isolada de edificações vizinhas, e, em caso contrário, esses fatores não causavam danos aparentes.

#### 4 CONCLUSÕES

O principal problema investigado no estudo foram os parâmetros cruciais para a escolha dos tipos de fundações nas edificações do município de Pau dos Ferros – RN. Para tanto, realizamos um levantamento das fundações empregadas em oito obras a partir de visitas de campo e questionário com os responsáveis. De acordo com os principais resultados averiguamos que metade das obras analisadas realizou uma adequada investigação do subsolo, recomendada pela literatura e que apenas 62% apresentavam projetos de fundações. Além disso, percebemos que praticamente todas as obras aderiram à escolha de fundações rasas do tipo bloco e sapata. No entanto, esta escolha está atrelada, principalmente, a aspectos econômicos, sendo alguns aspectos técnicos não considerados.

#### REFERÊNCIAS

CARDOSO, J. M.; SANTOS, A. A. **Projeto Geotécnico de Fundações Profundas em Solos Moles - Estudo de Caso**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Curso de Engenharia Civil), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2013.

SENA, L. **Estudo de caso sobre projeto de fundações por sapatas e por estacas**. Trabalho de

---

<sup>19</sup> Informações extraídas do site: EMBRAPA. Mapa Exploratório Reconhecimento de solos do município de Pau dos Ferros, RN. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/rn/paudosferros.pdf>. Acesso em: 23 mar.

conclusão de curso (Graduação) - Universidade federal de Santa Catarina, centro tecnológico. Florianópolis, SC, 2016.

MARANGON. **Embasamento Técnico**: aspectos geotécnicos. Juiz de Fora, 2008.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**: critérios de projeto - investigação do subsolo - fundações superficiais. 2004. 178 p. v. 1.

## CAPÍTULO 17

### BIOENGENHARIA DOS SOLOS: TÉCNICAS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

Antônio Ferreira Neto, A. C. C. Pereira, Bruna Costa Palmeira, Manoel Cláudio Martins Neto, Luan Allef Ferreira de Freitas

#### 1 INTRODUÇÃO

Taludes são maciços de solo e/ou rocha inclinados, que podem ter origem natural, como as encostas, ou artificial, como os taludes de corte e taludes de aterro. Os taludes encontram-se sob a ação de diversos fatores desestabilizadores, além da ação da gravidade, que podem provocar ocorrências de movimentos de massa, ou seja, processos pelos quais as massas rochosas e/ou de solo movem-se encosta abaixo.

Os fatores desestabilizadores podem ser naturais ou antrópicos, e são responsáveis por diminuir a resistência ao cisalhamento do solo e/ou aumentar as solicitações impostas. Quando as tensões atuantes ultrapassam a resistência ao cisalhamento acontecem os movimentos de massa.

Preocupando-se com as consequências que os movimentos de massa podem trazer para a obra, o meio ambiente e o bem estar da sociedade, muitas técnicas foram estudadas ao longo dos anos, visando minimizar os problemas causados pela instabilidade dos maciços.

A Bioengenharia de Solos, também conhecida por engenharia natural, trata-se de técnicas para solucionar problemas de cursos de água, estabilização de encostas, restauração de áreas devastadas e processos de erosão. É considerado um método correto, de baixo custo e com diminuição considerada dos impactos ambientais, pois faz uso dos recursos naturais, geralmente encontrados próximos à obra, como instrumentos da Engenharia Civil.

A preocupação com este tema partiu da necessidade de práticas sustentáveis, ou seja, o crescimento econômico e avanço tecnológico aliado à preservação do meio ambiente no setor da construção civil.

Uma das ocupações deste trabalho são as definições de talude e de movimento de massa, bem como a descrição dos principais tipos de movimento de massa, comumente estudados. Trata-se especificamente da análise da estabilidade dos taludes e da importância do coeficiente de segurança. Descrevendo, também, as causas da instabilidade dos maciços, e como a cobertura vegetal atua de forma positiva na estabilidade de taludes.

São apresentados o conceito de Bioengenharia de Solos, os tipos de materiais comumente utilizados na execução das técnicas, as várias medidas que podem ser adotadas para a estabilização dos taludes e informações sobre a durabilidade, cuidados e manutenção necessários após a implementação das técnicas.

Por fim, a pesquisa traz um modelo desenvolvido para este estudo, tratando-se de um protótipo simulando dois taludes, em um, o solo encontra-se totalmente desprotegido, e no outro, o solo recebe uma cobertura natural, ambos sofrendo a ação da água e da gravidade. O objetivo do protótipo é verificar a viabilidade da Bioengenharia de Solos e comprovar a sua eficiência numa situação de instabilidade dos taludes, aumentando a sua resistência e minimizando a possibilidade de rompimento do maciço.

## 2 METODOLOGIA

A análise de um protótipo simulador de erosão em taludes complementa o estudo sobre Bioengenharia de Solos. Buscando o desenvolvimento científico, e facilitar o entendimento sobre o problema de erosão em taludes, desenvolveu-se um protótipo simulando dois taludes. Em um talude demonstrou-se o efeito erosivo para uma encosta desprotegida e no outro com solo dotado de elementos encontrados em abundância na natureza, e que são os materiais de construção usuais da bioengenharia de solos.

O protótipo construído baseia-se no Ensaio de Inderbitzen (1961) para determinação do grau de erodibilidade do solo. O ensaio consiste em uma rampa inclinada, na qual é disposta uma amostra de solo, que é imposta a um fluxo de vazão pré-determinada.

Para a construção do modelo foram utilizados:

- 01 placa de madeira tipo MDF de 28 x 34,5 cm<sup>2</sup>, com uma divisória ao meio de isopor;
- 01 peça de madeira retangular para formar a superfície inclinada de 30°;
- Uma amostra de solo com granulometria variada;
- Amostras coletadas de pedregulhos, fibras de naturais e folhas;
- 02 pratos, com função de coletar o solo escorregado após simulação da água escorrendo por cima do maciço terroso após uma chuva.

Na Figura 1 têm-se o modelo construído para simular dois taludes.



**Figura 1** - Protótipo Simulando dois Taludes.

**Fonte:** Aatoria (2018).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a execução da simulação do que ocorre em taludes quando se encontram em uma situação de chuva, pode-se constatar que o solo sem nenhum tipo de proteção sofreu uma erosão consideravelmente maior do que o solo com reforço, baseado na maior quantidade de matéria desprendida após a adição de água. A falta de proteção aliada a declividade atua no maior desprendimento das partículas de solo levando ao rompimento do talude. É notório que o escorregamento superficial é minimizado pela presença da proteção, e o protótipo permite visualizar esse efeito, demonstrando como a cobertura natural é eficaz para evitar o impacto das gotas de água sobre o maciço de solo.

A superfície do talude, com ou sem cobertura, absorve uma parte da água e a outra parcela escoar superficialmente e internamente. A camada protetora criada pela vegetação absorve parte da água, reduzindo o volume de água que encharca e percola no solo. Por isso, sua presença altera a intensidade da força de percolação nos grãos do solo, reduzindo o potencial erosivo no talude, que o levaria a fissuras e desprendimento de material. Sem a proteção, as gotas de água atingem mais facilmente a superfície, com uma energia capaz de desprender as partículas, de forma que possam ser transportadas mais facilmente.

Um talude em escala reduzida possui as mesmas características que uma construção real de grande porte. Por isso, na estrutura montada no ensaio conservam-se as mesmas propriedades, levando a afirmar que os resultados obtidos são verdadeiros e ocorrem em taludes de tamanho real.

## 4 CONCLUSÕES

Os projetos da bioengenharia de solos requerem planejamento, elaboração de projetos, aprofundamento na área de execução da obra. Sendo necessário um levantamento físico e mecânico do solo, visando à segurança ao utilizar as técnicas. Existem diversas formas eficazes para solucionar a instabilidade em taludes, sua escolha depende da análise dos fatores condicionantes e da particularidade de cada caso, para determinar a melhor opção de escolha.

Pode-se constatar que as técnicas da bioengenharia de solos mostram-se eficazes para minimizar os efeitos erosivos em taludes. O custo-benefício é uma vantagem em relação a outros métodos comumente utilizados pela engenharia tradicional. A diminuição considerada do uso de materiais como aço e concreto, representa um ganho em sustentabilidade.

O protótipo desenvolvido possibilita um melhor entendimento sobre o tema. A falta de proteção no solo aliada com a declividade contribui para o rompimento da estrutura. A principal finalidade do protótipo é demonstrar como a adoção de medidas simples, propostas pela bioengenharia, solucionam problemas de forma eficaz, com segurança e baixo custo. Dessa forma, surge a importância do estudo aprofundando o conhecimento sobre a bioengenharia de solos como uma inovação no setor da construção civil.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682**: Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro, 2006. P. 11-12.

INDERBITZEN, A.L. **An erosion test for soils**. Materials Research Standards, Philadelphia, v. 1, n7, 196.

## CAPÍTULO 18

### FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS: UM ESTUDO DE CASO EM OBRAS NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS-RN

José Vidal Júnior, Liandra Samara Costa Barros, Ruana Rafaela Batista Paiva, Bianca Alencar Vieira

#### 1 INTRODUÇÃO

Muitos aspectos são importantes quando se deseja construir uma edificação, como o solo, que se diferenciam em tipos, características e propriedades. Nesse sentido, antes de começar uma obra, umas das etapas construtivas é conhecer o subsolo. De um modo geral, esse estudo se dar através de ensaios, sendo o mais empregado sondagens de simples reconhecimento com SPT. A partir do conhecimento elencam-se os elementos que podem ser empregados. A escolha final do tipo de fundação baseia-se na possibilidade de execução e no seu custo.

Na construção civil, denominam-se fundações como sendo elementos estruturais responsáveis pela transmissão das cargas (verticais e horizontais) das estruturas físicas de casas, prédios e construções como um todo para o solo. Em todas as construções, entre elas, as residenciais unifamiliares e comerciais de pequeno porte, é necessário conter elementos de fundação (SANTOS *et al.*, 2014). Para Santos *et al.* (2014), as fundações superficiais são usadas para casos em que a profundidade de assentamento com relação ao terreno confinante é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Abrange a esse tipo de fundação sapatas, blocos, radier, vigas de fundação, dentre outros.

Especificamente, o estado do Rio Grande do Norte é caracterizado por possuir uma diversidade no comportamento do seu solo conhecido pelo seu clima árido e seco. Na região oeste, os principais tipos de solos que predominam constituídos de rochas sedimentares e rochas cristalinas (SOBRINHO *et al.*, 2015).

Dessa forma, o presente artigo tem por objetivo investigar as características das fundações rasas empregadas em obras no município de Pau dos Ferros-RN bem como possíveis justificativas para a escolha desse tipo de fundação, caracterizando assim um estudo de caso, de interesse tecnológico, utilizando autores pertinentes na temática para a construção de uma revisão bibliográfica. No andamento, discorre-se sobre o percurso metodológico,

apresentando as discussões e os resultados obtidos pelo estudo de caso.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa se caracteriza de caráter qualitativo e descritiva, onde coletou-se informações sobre os tipos de fundações mais comuns nas obras desempenhadas pelos escritórios de engenharias da região analisada. Dessa forma, para a obtenção dos dados, foram realizadas visitas à Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (SEPLAN) e escritórios locais de engenharia e arquitetura.

O município de Pau dos Ferros está localizado na região do alto-oeste do estado do Rio Grande do Norte, conta com uma população estimada de 30.452 habitantes e apresenta uma densidade demográfica na faixa de 106,76 hab/km<sup>2</sup> para uma extensão territorial de 259,959 km<sup>2</sup>. Sua urbanização e vias públicas, comparadas a outros municípios do estado, se encontra na 14ª posição, com 11,6%, e na 6ª comparada a microrregião (IBGE<sup>20</sup>, 2016).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

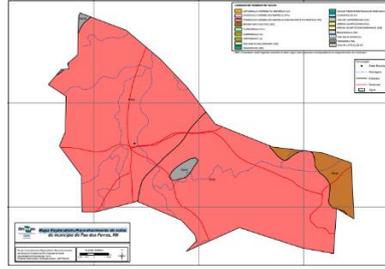
A partir de visitas realizadas aos profissionais da área da construção civil, verificou-se que no município analisado, o solo predominante é do tipo podzólico vermelho amarelo. Esta informação vai de encontro com o mapa exploratório disponibilizado pela EMBRAPA<sup>21</sup> (1971), o qual exhibe que praticamente todo o território é composto por este tipo de solo. Essa divisão do solo na região pode ser verificada na Figura 1.

Adicionalmente, pode-se perceber que na região predomina-se a utilização de elementos de fundações superficiais, especificamente, do tipo sapata e bloco. Este emprego é justificado devido à boa resistência do solo, facilidade de execução e economia. Contudo, na maioria dos casos, não são realizadas investigações adequadas do subsolo.

---

<sup>20</sup> Informações extraídas do site: BRASIL, IBGE. Censo Demográfico, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07 mar. 2018.

<sup>21</sup> Informações extraídas dos site: EMBRAPA. Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Pau dos Ferros, RN. Pau dos Ferros: Embrapa, 1971. Disponível em <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/rn/paudosferros.pdf>. Acesso em: Jul. 2018.

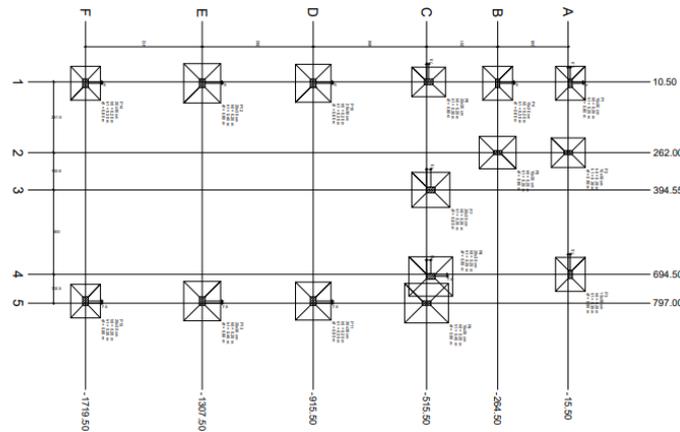


**Figura 1** – Mapa Exploratório - Reconhecimento de solos do município de Pau dos Ferros – RN  
**Fonte:** EMBRAPA (1971).

Nesta subseção são avaliados dois projetos de fundações de obras localizadas no município em análise e possíveis justificativas para a escolha da fundação.

- Obra 1: Execução de sapata de um prédio de caráter comercial

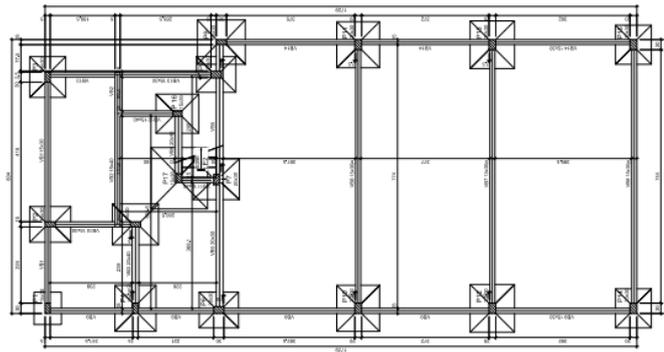
A obra em questão está localizada na Rua Carloto Fernandes Távora, 655. Para a realização da construção do prédio de caráter comercial, de 2 pavimentos, fez-se necessário a execução de uma fundação simples, composta por 15 sapatas, conforme evidencia a Figura 2.



**Figura 2** – Planta de localização das sapatas  
**Fonte:** MaQ Engenharia (2018).

- Obra 2: execução de sapata de um prédio público

A obra em questão está localizada na BR 226, 901. Para a realização da construção do prédio de caráter público, fez-se necessário à execução de uma fundação simples, composta por 16 sapatas, conforme evidencia a Figura 3.



**Figura 3** – Planta de locação das sapatas  
**Fonte:** MaQ Engenharias (2018).

Nessa obra, por se tratar de um ginásio de esportes, que requer atenção pelo fluxo de solicitações externas sobre o elemento, fez-se necessário à execução associada às sapatas de vigas baldrame, fechando assim a segurança da edificação.

#### 4 CONCLUSÕES

Diante da pesquisa, constatamos que o solo da região onde está situado o município de Pau dos Ferros-RN é um fator de grande importância para escolha do elemento de fundação mais adequado. Além disso, verificamos que as principais fundações utilizadas são do tipo sapata porque apresenta menor custo e benefício, menor tempo de execução e é um método propício para o tipo de solo da região analisada.

#### REFERÊNCIAS

SANTOS, Manoel Eduardo dos *et al.* Fundações superficiais. **UNAERP**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p.1-9, mar. 2014.

## **CAPÍTULO 19**

### **ANÁLISES DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE UMA RESIDÊNCIA EM MOSSORÓ/RN**

Wandick Nascimento Dantas, Acacio Oliveira Silverio, Micael Medeiros André, Desireé Alves de Oliveira, Carlos Vinicius Damaceno Bessa

#### **1 INTRODUÇÃO**

As edificações são construídas para atender a seus usuários durante muitos anos, resistindo às intempéries e ao seu próprio uso, mas esta durabilidade, em muitos casos é comprometida devido à falta de profissionais capacitados que executem corretamente todos os procedimentos de construção, projetados previamente. O crescimento populacional em muitos municípios do Brasil ocasionou o aumento de construções irregulares que, com o passar do tempo, evidenciam-se manifestações patológicas nestas edificações, acarretando gastos futuros com reparos, ou até mesmo sinistros ou colapsos que inviabilizam qualquer medida paliativa.

Uma ferramenta que deve ser utilizada quando ocorre o surgimento destas anomalias nas edificações, é a Inspeção Predial, ferramenta que propicia a avaliação sistêmica da edificação, averiguando o projeto e execução da construção, bem como os materiais utilizados, possibilitando desvendar as origens e causas das patologias, classificando-as de acordo com o grau de risco.

A residência escolhida possui os seguintes sistemas construtivos a serem analisados: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas, revestimentos, esquadrias, coberturas e telhados.

Os níveis de inspeção predial podem ser classificados em nível 1, nível 2 e nível 3. A inspeção utilizada é classificada como “Inspeção de Nível 1”.

O estudo de patologia nas edificações é importante para verificar quais ações provocaram o surgimento de anomalias, resultando assim em experiências a serem seguidas para evitar e corrigir essas manifestações e recorrência em outras obras. Assim, este trabalho tem como objetivo relatar manifestações patológicas estruturais, de vedação e de revestimentos de uma residência unifamiliar localizada no município de Mossoró/RN.

## 2 METODOLOGIA

O objeto de estudo trata-se de uma residência unifamiliar com dois pavimentos (térreo e primeiro andar), com área construída de 247,9 m<sup>2</sup> localizada na Rua São Judas Tadeu, nº 1110, Bairro Santa Delmira, Mossoró/RN.

A inspeção predial está baseada no “check-up” da edificação, que tem como resultado a análise técnica do fato ou da condição relativa à habitabilidade, mediante a verificação “in loco” de cada sistema construtivo, estando a mesma voltada para o enfoque da segurança e da manutenção predial, de acordo com as diretrizes da Norma de Inspeção Predial do IBAPE – 2012, que modifica a versão anterior desta norma de 2009, para atender à ABNT NBR 5674, ABNT NBR 15575-1 e, principalmente, para colaborar com a “saúde dos edifícios”, sua segurança, funcionalidade, manutenção adequada e valorização patrimonial. Os sistemas construtivos da edificação inspecionados em seus elementos foram: estruturas de concreto armado, vedações, revestimentos e fachadas.

Para fundamentação teórica foram realizadas: pesquisa documental e bibliográficas em (livros, artigos, laudos técnicos e normas técnicas. Para coleta de dados de campo realizou-se: aplicação de questionário, visitas técnicas e catalogação das patologias por meio de registros fotográficos. A pesquisa in loco foi realizada no dia 12 de julho de 2018. Não foram realizados ensaios, testes ou medições, sendo a classe de inspeção utilizada de Nível 1.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A residência é constituída por pavimento térreo e primeiro andar, contendo duas salas, quatro banheiros, uma cozinha, três quartos, duas dispensas, uma área de lazer, uma varanda e uma área de serviço. O morador reside na edificação desde 1990. A princípio, era uma casa de conjunto com apenas um quarto, uma sala, um banheiro e uma cozinha, mas ao longo dos 28 anos de moradia, houveram reformas inacabadas, como a construção de um primeiro andar que, segundo o morador, foi construído sem nenhum projeto ou engenheiro responsável. Foram realizadas diversas modificações no imóvel desde a sua compra, tais como: remoção de reservatório inferior, colocação de piso cerâmico, criação de novos cômodos, aumento do pé direito, construção de um pavimento, reboco, impermeabilização de reservatório, instalação de piscina e restauração de estruturas.



**Figura 1** - Localização das patologias na edificação.  
**Fonte:** Autores (2018).

A presença de eflorescências nas paredes Pa6 e Pa12 da edificação, indicam a falta de impermeabilização da viga baldrame, sendo ausência confirmada pelo proprietário. Na parede Pa9 ocorre devido a falta de impermeabilização de banheiro e marquise no pavimento superior. Nas paredes Pa16, Pa 17 e o teto do banheiro, são originadas devido à vazamentos de reservatório de água, sendo a causa corrigida, porém a patologia não foi reparada.



**Figura 2** - Paredes com eflorescências.  
**Fonte:** Autores (2018).

Foi verificada também a existência de fissuras geométricas e mapeadas em revestimentos, devido aos possíveis fatores: inadequação do traço, falta de camadas como chapisco e emboço, retração devido à perda de umidade na cura ou para o substrato.

Identifica-se também fissuras em estruturas (pilares e vigas) devido à corrosão de

armaduras, estourando o concreto e desprendimento do revestimento. De acordo com o proprietário, o Pilar “P1”, localizado no pavimento superior da edificação, chegou a ser reparado por profissional não capacitado, mas com o tempo apresenta fissuras que indicam recorrência de manifestação patológica.



**Figura 3** - Fissuras na estrutura.

**Fonte:** Autores (2018).

Na edificação foi construída uma marquise em balanço, sem apoio em vigas, executada no momento de ampliação do primeiro andar, no ano de 2014, permanecendo esta, sem revestimento até a data da visita técnica, sendo perceptível a presença de manchas escuras no concreto, indicando grande exposição devido às intempéries. Este fato pode ter comprometido as armaduras da estrutura, afetando sua segurança e durabilidade.

#### **4 CONCLUSÕES**

Foram identificadas diversas manifestações patológicas como fissuras, eflorescências, infiltrações. As eflorescências foram ocasionadas por ascensão capilar devido a falta de impermeabilização do solo e vazamento de reservatório de água. Nestes casos devem ser executados novos revestimentos, retirando o reboco danificado. A falta de chapisco no reboco comprometeu a aderência e unindo-se a traços errados e falta de pinturas, diminuem a durabilidade deste, resultando em novas patologias no futuro. Nos casos de fissuras na estrutura, serão necessários ensaios para detalhar seu grau de risco e se estas fissuras estão ativas, analisando também as cargas impostas sobre os elementos, identificando se há necessidade de reforço estrutural. A marquise deve ser impermeabilizada imediatamente, pois é uma estrutura complexa, que oferece bastante risco e aparenta estar bem comprometida devido sua exposição às intempéries.

Portanto, é fundamental que o proprietário contrate profissionais capacitados para corrigir as manifestações patológicas citadas, a fim de proporcionar segurança e conforto, evitando colapso ou sinistro da edificação.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5674**: Manutenção de Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2000.

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

## CAPÍTULO 20

### ANÁLISES DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS - ESTUDO DE CASO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Thaynon Brendon Pinto Noronha, Acacio Oliveira Silverio, Micael Medeiros André, Desireé Alves de Oliveira, Carlos Vinicius Damaceno Bessa

#### 1 INTRODUÇÃO

As edificações são suporte físico para a realização direta ou indireta de todas as atividades produtivas e possuem, portanto, um valor social fundamental. Elas são construídas para atender a seus usuários durante muitos anos e ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso a que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso (ABNT, 1999).

A inspeção predial propicia a avaliação sistêmica da edificação. Ela classifica não conformidades constatadas na edificação quanto a sua origem, grau de risco e indica orientações técnicas necessárias para melhoria da manutenção dos sistemas e elementos construtivos (IBAPE<sup>22</sup>, 2012).

A inspeção predial é classificada quanto a sua complexidade. A inspeção utilizada neste trabalho é classificada como de nível 1, pois é representada por análise expedita dos fatos e sistemas construtivos vistoriados, com a identificação de suas anomalias e falhas aparentes (IBAPE, 2012). O sistema construtivo analisado na residência escolhida foi a estrutura.

O município de Mossoró tem se desenvolvido de forma significativa ao longo dos anos, atraindo cada vez mais habitantes e se tornando um polo industrial, comercial e universitário. Devido a isso é notório o surgimento de novas edificações de pequeno, médio e grande porte. Junto a esse aumento de habitações, tem sido recorrente a incidência de anomalias que consomem recursos financeiros onerosos em reparações, que poderiam ser inteiramente evitadas. Portanto, identificar quais são essas anomalias e quais as suas causas

---

<sup>22</sup> Informações extraídas do site: IBAPE. Norma de inspeção predial nacional. 2012. Disponível em: <http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>. Acesso em: 19 de jul. 2018.

nos permite estabelecer medidas preventivas e corretivas nos projetos e na execução, a fim de evitar a recorrência em outros empreendimentos.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada consiste em revisão de literatura, estudo de normas técnicas, aplicação de questionário, visitas técnicas e catalogação das patologias por meio de registros fotográficos.

O estudo foi realizado no município de Mossoró/RN, localizado no interior do estado do Rio Grande do Norte, pertencente à mesorregião do Oeste Potiguar, localizando-se a uma distância de 285 km a noroeste da capital do estado, Natal. A residência unifamiliar escolhida é constituída por duas salas, um banheiro, uma cozinha, três quartos e uma área de serviço.

A classe de inspeção utilizada neste trabalho é de nível 1, pois é aplicada em edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Caracteriza-se pela verificação isolada ou combinada das condições técnicas de uso e de manutenção do sistema da edificação, respeitado o nível de inspeção adotado.

Não foram realizados testes, medições ou ensaios por ocasião das vistorias, consoante o nível de inspeção estabelecido como escopo para este trabalho. A vistoria técnica nas dependências da residência foi realizada no dia 12 de julho de 2018, no turno matutino.

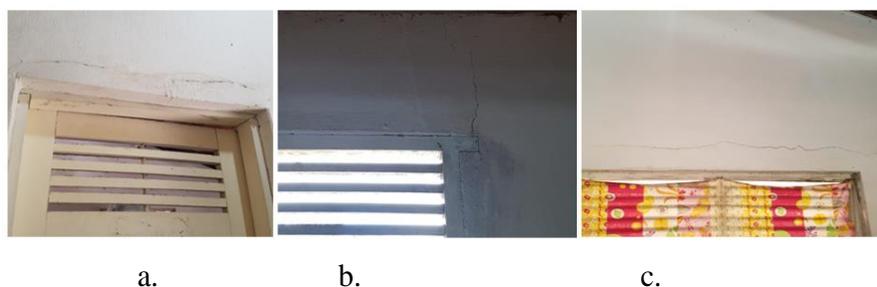
Os sistemas construtivos da edificação foram inspecionados em seus elementos aparentes, sendo eles: estruturas de concreto armado (pilares, lajes e vigas), vedação e alvenaria (revestimentos e fachadas).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A fissuração ocorre sempre que a deformação à tração a que o concreto está submetido excede sua própria resistência. Há vários mecanismos que podem originar deformações no concreto como, por exemplo, sobrecarga estrutural depois do endurecimento. A fissuração também pode ocorrer por esforços produzidos por cargas aplicadas (flexão, cortante,

torção, etc.) (GRANATO<sup>23</sup>, 2002).

As fissuras apresentadas na Figura 1 podem ter sido provocadas pela ausência/ineficiência da verga. Observou-se que a fissura divide materiais de características diferentes, o que evidencia a colocação da esquadria após a construção da alvenaria. Na ligação da esquadria com a alvenaria pode ter sido feita a utilização de diferentes materiais, provocando o aparecimento de fissura devido dilatações diferentes. Na interface de materiais diferentes (local mais frágil) surgem fissuras para aliviar as tensões. Cabe observar também que a verga, caso existisse, pode ter sido comprometida com a substituição da esquadria. O aumento do vão da esquadria também pode comprometer a verga e gerar sobrepeso.



**Figura 1** - a. Fissura acima da porta. b. Fissura acima da janela. c. Fissura acima da entrada de ar.  
**Fonte:** Autores (2018).

Na Figura 2, pode-se constatar a fissuração na borda inferior da janela de um dos quartos da residência. Essa fissuração pode ter sido ocasionada pela ausência/ineficiência da contra-verga que, semelhante à verga, é uma viga de concreto armado posicionada abaixo da janela. A contra-verga tem como função resistir os esforços provocados pela alvenaria e, assim, prevenir o surgimento de trincas nas bordas inferiores.

---

<sup>23</sup> Informações extraídas do site: GRANATO, J. E. Patologia das construções. 2002. Disponível em: <http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadadasconstrucoes2002.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2018.



**Figura 2** - Fissura na extremidade inferior direita de uma das janelas da residência.  
**Fonte:** Autores (2018).

Na Figura 3.a. pode-se notar a presença de trincas em locais de vãos que foram vedados com alvenaria. Esse tipo de trinca ocorre devido a conformação do vão, pois a carga distribuída aplicada pelo telhado é transmitida diretamente para a alvenaria, uma vez que não há viga para distribuição da carga nos pilares. Assim, a alvenaria funciona semelhante a uma viga. No local de maior flecha do vão ocorre a fissuração.

As fissuras apresentadas na Figura 3.b. podem ter surgido no decorrer ou após o processo de cura do concreto. Essas fissuras podem ter sido ocasionadas por ação física devido a retração por secagem ou por movimentação térmica. A argamassa utilizada no revestimento de paredes e lajes sofre perda de água por evaporação naturalmente. A argamassa encontra-se fresca e com determinado volume no momento em que é aplicada na superfície, durante a secagem do material a perda de água faz com que seu o volume original seja reduzido, dando origem as fissuras.

O surgimento das fissuras apresentadas na Figura 3 também pode estar relacionado com o tipo de cimento utilizado na vedação dos vãos, pois argamassas que utilizam cimento de cura mais rápida, como é o caso do cimento CP5 ARI, favorecem o surgimento de fissuras devido ao alto de calor liberado durante a hidratação do cimento.

Para prevenir esse tipo de manifestação patológica deve-se realizar a cura corretamente, hidratando regularmente o concreto. Mesmo que a cura seja realizada corretamente, ainda existe a probabilidade (em menor escala) dessas fissuras ocorrerem, devido à imprecisão do serviço, características dos materiais utilizados e clima da região.



a.

b.

**Figura 3** - a. Aparecimento de fissuras na área de serviço. b. Surgimento de fissuras no banheiro.  
**Fonte:** Autores (2018).

As trincas apresentadas na Figura 4 podem ter sido ocasionadas por sobrecarga pontual aplicada na alvenaria. Como característica desse fenômeno, observa-se o esmagamento na ligação entre a linha que recebe a carga do telhado e o ponto de distribuição na alvenaria. Para evitar o aparecimento desse tipo de manifestação patológica deve-se construir um pilar para receber as cargas da cobertura.



**Figura 4** - Trincas na área de serviço devido sobrecarga do telhado na alvenaria.  
**Fonte:** Autores (2018).

#### 4 CONCLUSÕES

Foram verificadas diversas fissuras nas esquadrias que foram originadas por falta/ineficiência da verga e contra-verga. Pôde-se verificar diversas fissuras em locais de vãos que foram vedados com alvenaria. Essas fissuras podem ter sido ocasionadas pela utilização de materiais diferentes e cura inadequada do concreto. Um dos pontos críticos que necessi-

ta de correção urgente é a construção de um pilar na área de serviço para receber a carga da cobertura, pois a estrutura da parede que recebe a linha do telhado está muito danificada.

Dada a relevância do assunto, é fundamental que os moradores/proprietários corrijam as manifestações patológicas citadas a fim de valorizar o imóvel, proporcionar condições de habitação segura e evitar gastos financeiros mais elevados com a agravação dos problemas.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: manutenção de edificações - procedimento**. Rio de Janeiro. 1999.

## **CAPÍTULO 21**

### **PRODUÇÃO, TRANSPORTE, EXECUÇÃO E MONTAGEM DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO NBR 9062:2017**

Thales Rodrigo Ribeiro, Valmiro Quéfren Gamaleira Nunes, Christiane Mylena Tavares de Menezes Gameleira

#### **1 INTRODUÇÃO**

A Construção Civil avança lentamente em comparação com os demais ramos da indústria, pois ainda apresenta baixa produtividade e controle de qualidade, enorme desperdício de material, afetando diretamente os custos de execução.

O emprego de estruturas pré-moldadas de concreto, é uma maneira de minimizar tal atraso e garantir benefícios significativos, atuando no sentido de reduzir os custos e desperdício de materiais na construção. Com o desenvolvimento tecnológico e social, grande parte da sociedade impõe maior exigência referente ao controle de qualidade dos produtos.

A utilização de pré-moldados acarreta em produtos com qualidade superior e possibilita atender aspectos pertinentes à sustentabilidade, como redução dos desperdícios e consumo de materiais, possibilitando obras mais “limpas” e a reutilização de uma parcela da construção. Logo, fica claro que a perspectiva do emprego de elementos pré-moldados nos países em desenvolvimento, como o Brasil, é de crescimento gradativo com grande expansão tecnológica e social.

A visão da ABNT sobre norma, consta no site da ABNT, acessado em 25 de julho de 2018, afirma que:

Norma é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto.

Logo, as normas devem ser revisadas, passando a ter como objetivos principais: promover melhores práticas; reunir estudos atualizados para a utilização do sistema; e aumentar a segurança das obras.

A ABNT NBR 9062:

Estabelece os requisitos para o projeto, a execução e o controle de estruturas de

concreto pré-moldado, armado ou protendido. Estabelece diretrizes para os projetos e a execução de estruturas pré-moldadas de edifícios, que devem ser utilizadas, quando pertinente, no projeto e na execução de estruturas para fundações, obras viárias e demais elementos de utilização isolada, desde que não tratada em normas específicas (ABNT, 2017, p. 1).

Devido ao crescente emprego de elementos pré-moldados e seus benefícios aplicados à construção civil, é de suma importância a atualização, análise e execução das diretrizes impostas para execução e controle de tais estruturas.

Este trabalho tem como objetivo realizar análise entre as principais mudanças que ocorreram na revisão da ABNT NBR 9062:2006, no que se refere à produção, execução, montagem e transporte, das seções 9 a 12.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada consiste em revisão bibliográfica e utilização de análise literária, havendo-se realizado a revisão literária da ABNT NBR 9062:2006 e ABNT NBR 9062:2017, atualizada, destacando os tópicos referentes à produção, execução, montagem e transporte de pré-moldados, comparando os tópicos de interesse e evidenciando as principais alterações na normativa vigente.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na seção 9 – Produção de Elementos Pré-Moldados, da ABNT NBR 9062:2017, não ocorreu nenhuma alteração referente a documentos técnicos, armadura, insertos, concreto, fôrmas, cura e prazos de desmoldagem.

Na seção 10 – Manuseio e Transporte Elementos Pré-Moldados, também não houve alterações. No item 10.1 Manuseio, manteve-se que:

Os elementos pré-moldados devem ser suspensos e movimentados por intermédio de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados, em pontos de suspensão localizados nas peças de concreto perfeitamente definidos em projeto, evitando-se choques e movimentos abruptos...

Referente ao item 10.2 Armazenamento, seus subitens não sofreram alterações. As-

sim, manteve-se que:

Deve ser analisada criteriosamente a segurança contra o tombamento do elemento considerado isoladamente ou formando pilhas. No caso da necessidade de escoramento lateral, este não pode introduzir esforços não previstos no cálculo dos elementos de concreto.

O item 10.3 manteve que:

Os elementos dispostos em uma ou mais camadas devem ser devidamente escorados para impedir tombamentos, deslizamentos longitudinais e transversais durante as partidas, freadas e trânsito do veículo. A superfície de concreto deve ser protegida, para não ser danificada, nas regiões em contato com cabos, correntes ou outros dispositivos metálicos.

Referente à seção 11 – Montagem de elementos pré-moldados, ocorreram alterações significativas, com normas mais criteriosas, que, na ABNT NBR 9062:2006, se resumia somente ao item 11.1 – Generalidade e 11.2 – Escoramento. A ABNT NBR 9062:2017, determina um engenheiro de montagem como responsável para realização da atividade:

A montagem dos elementos pré-moldados, como descrito em 11.1 a 11.6, deve ser realizada sob a orientação e supervisão de um responsável técnico por essa fase, denominado engenheiro de montagem. Esse profissional é responsável por todos os itens relacionados à montagem dos elementos.

Existe a obrigatoriedade do Plano de Montagem, a qual exige um planejamento que avalie possíveis interferências, estabelecendo a sequência de montagem, e uma potencial situação crítica quanto à estabilidade estrutural.

Também determinados no item 11.2 estão os procedimentos de montagem, que devem ser elaborados pelo responsável de montagem, os quais devem conter as seguintes informações:

- a) indicar claramente as instruções de montagem para cada tipo de elemento e a sequência de montagem destes;
- b) registro da idade dos elementos estruturais a serem montados. Atenção especial deve ser dada a essa informação;
- c) fcj especificado em projeto para o concreto a ser empregado nas ligações, que deve ser obedecido para que a montagem prossiga;
- d) avaliar previamente detalhes de ligações e juntas permanentes;

- e) avaliar previamente apoios e sistemas de suporte temporários;
- f) avaliar previamente a sequência de capeamento das lajes alveolares;
- g) evidenciar que os equipamentos de montagem, bem como os dispositivos auxiliares, foram escolhidos corretamente e atendem às necessidades da obra, estando em condições de uso, com plano de manutenção em dia e, quando aplicável, com os respectivos certificados de ensaios realizados;
- h) fazer referência à legislação de segurança vigente;
- i) documento específico de registro, elaborado em comum acordo com o cliente, detalhando as responsabilidades pelos equipamentos de proteção coletiva, controle de entrada e saída da obra, isolamentos e sinalizações das áreas de risco;
- j) plano de Rigging, que deve ser estabelecido em todas as obras, conforme definido em 3.17, para escolha adequada de equipamentos. Para a completa eficiência da escolha, é necessário que todo o projeto seja conhecido, bem como local e terreno, obstruções e tipo de terreno onde devem ser executadas as montagens;
- k) caso exista a necessidade de interface com o cliente, com a execução de ligações, concretagens ou outros serviços, deve existir um documento que comprove que foram discutidas e definidas as necessidades e responsabilidades de cada um no processo;
- l) ao final das montagens, o fornecedor da estrutura deve se reunir com o cliente, deixando claras as informações relativas aos trabalhos ainda não executados ou concluídos, de responsabilidade do cliente. Essa reunião deve ser documentada para garantia dos dois lados;
- m) em estruturas ou edificações sem ligações provisórias ou travamentos definitivos, a montagem deve ser realizada preferencialmente em uma sequência que considere etapas de até dois pavimentos de laje ou altura de 12 m. A condição de montagem faz parte do plano de montagem e deve ser aprovada pelo responsável pelo projeto.

O item 11.3 cita as considerações que devem ser levadas em conta para carregamento crítico.

Os itens 11.4, 11.5 e 11.6 citam os elementos necessários para apoio, calços para nivelamento e escoramento temporário.

Na seção 12 – Controle de Execução e Inspeção, não houve alterações. A normativa refere-se a materiais, armaduras passivas, armadura ativa, sistema de fôrmas, concreto,

concretagem e cura, produto acabado, transporte de produto acabado e montagem. Todas as normas foram mantidas.

Analisando as informações obtidas, foi possível constatar que tal revisão teve a finalidade de se adaptar à última revisão da norma ABNT NBR 6118:2014, que trata de projetos de estruturas de concreto, agregando maiores informações e esclarecimentos referentes ao processo de montagem de elementos pré-moldados.

#### **4 CONCLUSÕES**

Após análise e revisão da norma vigente, fica evidente que a ABNT NBR 9062:2017, além de agregar maiores diretrizes, também fornece as informações mínimas essenciais para a realização de atividades que demandam a utilização de estruturas pré-moldadas, tendo como objetivo principal, promover maior segurança no canteiro de obras, com a realização de planejamento, principalmente no período de montagem.

#### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s/l.], 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062**. 3. ed. Rio de Janeiro: [s/l.], 2017.

EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado**: fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: [s/l.], 2017.

## CAPÍTULO 22

### ANÁLISE DE VIBRAÇÕES LIVRES EM ESTRUTURAS

Clélio Rodrigo Paiva Rafael, Bruna Costa Palmeira, José Henrique de Carvalho Leite, Antonio Ferreira Neto

#### 1 INTRODUÇÃO

As edificações precisam suportar cargas estáticas e frequentemente necessitam ser projetadas para sustentar as ações de forças dinâmicas, como a do vento e a dos sismos. Devido à complexidade acerca do assunto, é comum considerar nos cálculos que as cargas dinâmicas são cargas estáticas ou não as considerar. Porém, as cargas dinâmicas causam nas estruturas efeitos de tensões, deformações características de vibrações e deslocamentos, tais como, as relacionadas ao bem-estar, conforto ou sensibilidade das edificações, podendo danificar assim todo o sistema estrutural da edificação e em alguns casos, onde a magnitude desses efeitos é mais elevada pode causar rupturas ou até desmoronamentos (LIMA; SANTOS, 2019).

A análise dinâmica das estruturas estuda as modificações que podem ocorrer devido à quantidade de movimento dos sistemas elásticos. Alguns exemplos de ações dinâmicas são: ação dos ventos ou das ondas do mar em estruturas, impactos causados por cargas móveis sobre os sistemas estruturais, ação de sismos, explosões e cargas produzidas pelo efeito dos movimentos de pessoas em uma estrutura. A partir da análise estrutural é possível determinar as implicações de cargas sobre estruturas físicas e seus componentes e assim prevenir-se de tais.

No Brasil, estudos dos efeitos dinâmicos em obras de engenharia civil não costumam ser abordados por parte dos engenheiros civis em formação, porém com o progresso dos estudos e pesquisas na área a demanda por construções mais altas e sofisticadas aumentou, exigindo conhecimentos do assunto.

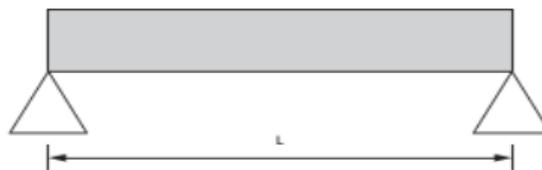
Além de complexa e pouco estudada pelos engenheiros, a dinâmica, esteve afastada dos projetos civis por quase todo o século passado, sua relação com as construções civis estava mal estabelecida (LIMA; SANTOS, 2009). Sabe-se que não é possível construir sem que haja uma avaliação das ações externas das estruturas, e sem conhecer as respostas dinâ-

micas dessas construções pelo menos em vibrações livres, ou seja, quando o movimento se mantém devido à força gravitacional ou forças elásticas. Ademais deixando de lado estruturas mais suscetíveis a deformação, como as pontes, a dinâmica é fundamental para avaliar o efeito do vento em grandes edifícios, além do efeito dinâmico de ações variáveis.

Stolovas (2010), afirma que o ser humano não é capaz de produzir frequências com mais de 3,5 Hz, logo, uma estrutura com vibração natural em 4 Hz nunca entrará em ressonância com uma pessoa pulando em cima. Todavia, ao pular o ser humano não produz apenas cargas dinâmicas. Ela produz uma superposição de uma parte da massa que seria a parte estática associada ao peso do indivíduo e mais a carga dinâmica provocada pelo mesmo.

## 2 METODOLOGIA

As pesquisas de modo em geral, podem ser classificadas quanto aos objetivos ou quanto aos procedimentos técnicos (GIL, 2008). Quanto aos objetivos, esta investigação é descritiva, na medida em que procura inicialmente realizar um levantamento de dados necessários para o desenvolvimento do cálculo da equação do deslocamento amortecido para uma viga bi apoiada (Figura 1) com 4 metros de comprimento, no qual será comparado o deslocamento variando o tipo de material (concreto, aço e madeira), onde a espécie de madeira utilizada para análise foi a maçaramduba, a inércia  $I$  e resistência do concreto.



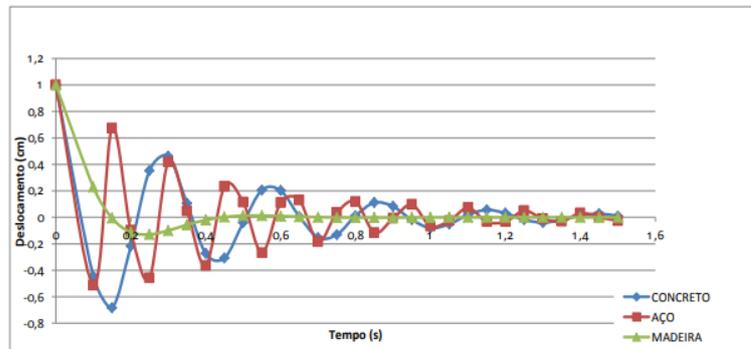
**Figura 1-** Representação de uma viga bi apoiada.  
**Fonte:** Autores (2018).

Os parâmetros a serem avaliados foram analisados com base em suas respectivas normas e foram: Frequência Natural, Módulo de Deformação, Peso por metro linear, Momento de Inércia, Amplitude Inicial, e Frequência amortecida.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ANÁLISE DE DESLOCAMENTOS ENTRE OS MATERIAIS

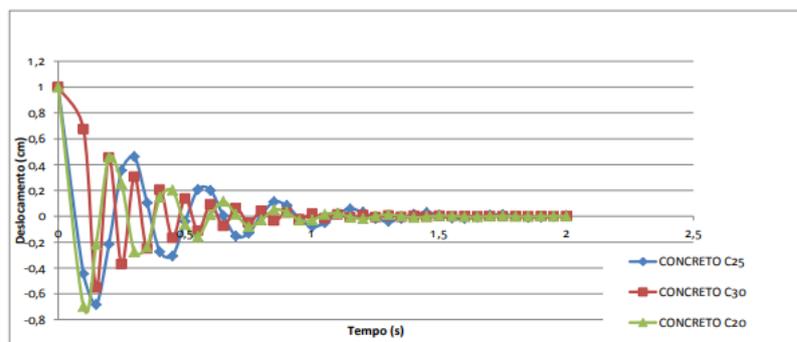
De acordo com o gráfico de deslocamento para cada material (Figura 2), analisou-se o período de vibração durante um intervalo de tempo de 0s a 1,5s e obteve-se que o período de vibração do concreto é maior que o do aço, ou seja, ele demora mais a voltar para seu estado de equilíbrio, enquanto que a madeira pouco vibrou, confirmando o que Rosa (2014), em seu artigo científico, afirmou que a espécie da madeira influência na vibração sofrida.



**Figura 2** - Curvas de deslocamentos dos materiais em função do tempo.  
**Fonte:** Autores (2017).

#### 3.1 ANÁLISE DE DESLOCAMENTOS DO CONCRETO COM DIFERENTES RESISTÊNCIAS

A Figura 3 apresenta a curva de deslocamento do concreto C25, C30 e C20 com o tempo variando de 0s a 2s.

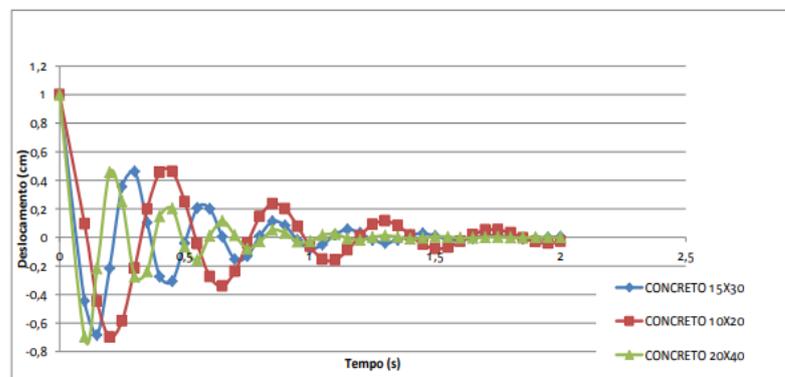


**Figura 3** - Curvas de deslocamento do concreto com diferentes.  
**Fonte:** Autores (2017).

Ao analisar o gráfico, obteve-se que o concreto de maior resistência possui um período de oscilação menor que um com menor resistência, assim, o C30 tem os 36 períodos de vibração mais curto que o C25 e C20.

### 3.2 ANÁLISE DE DESLOCAMENTOS DO CONCRETO COM DIFERENTES DIMENSÕES INERCIAIS

A Figura 4 apresenta a curva de deslocamento do concreto com  $I = 15\text{cm} \times 30\text{cm}$ ,  $10\text{cm} \times 20\text{cm}$  e  $20\text{cm} \times 40\text{cm}$  com o tempo variando de 0s a 2s.



**Figura 4** - Curvas de deslocamento do concreto com diferentes dimensões.  
**Fonte:** Autores (2017).

Ao analisar o gráfico, tem-se que o período de vibração do concreto com maior inércia é menor que os com inércia inferior, assim, ele volta ao seu estado de equilíbrio mais rapidamente, enquanto o de menor inércia possui um período de vibração maior quando comparado aos outros dois.

## 4 CONCLUSÕES

Este trabalho teve por finalidade avaliar a importância do comportamento das estruturas em vibrações livres. Para dar resposta aos objetivos do presente estudo, foram considerados três fatores, o tipo de material, a resistência e a inércia.

Dentre os aspectos avaliados relacionados ao comportamento da estrutura, pôde-se observar que o aço possui o período de vibração pouco menor que o concreto, isso pode se dar devido a sua capacidade de dissipar energia ser inferior à do concreto. Já o tempo em

que a madeira vai permanecer oscilando dependerá da classificação de sua espécie, madeiras consideradas duras vibram por mais tempo, já as moles absorvem a vibração e, assim, possui um período de oscilação bem inferior aos demais materiais.

O momento de inércia junto às propriedades do material determina a resistência de um elemento estrutural sob flexão. Com isso, percebe-se que quanto maior a inércia, mais ele irá resistir a sofrer deformações e menor será tempo de vibração da estrutura.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 – **Projeto de estruturas de concreto -procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, Silvio; SANTOS Sérgio. **Análise dinâmica de estruturas**. São Paulo: Ciência Moderna, 2009.

ROSA, A. *et al.* **Caracterização da madeira de maçaranduba (Manilkara sp.) por métodos destrutivos e não destrutivos**. Pelotas (RS), 2014.

STOLOVAS, S. E. **Análise de desempenho funcional de estruturas sob efeitos dinâmicos induzidos por atividades humanas**. VirtualBooks, 2009. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2009/06/18/analise-de-desempenho-funcional-de-estruturas-sob-efeitos-dinamicos-induzidos-por-atividades-humanas-parte-1/>. Acesso em: Jul. 2018.

## CAPÍTULO 23

### AS LIGAS METÁLICAS E SEUS BENEFÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Breno Eduardo Carlos, Maria do Socorro Silva, Shirlene Kelly Santos Carmo

#### 1 INTRODUÇÃO

Define-se liga metálica como sendo a junção de dois ou mais elementos onde um deles obrigatoriamente é um metal (SILVA *et al.*, 2016, p. 6). Por possibilitar a junção com outros elementos, os metais dificilmente são utilizados na sua forma pura, e quando fundidos a outros, em muitos casos tornam-se mais resistentes que em seu estado natural (PEREIRA, 2011).

A presença das ligas na construção civil proporcionou um avanço e modernização no setor, principalmente, em relação às questões ambientais que limitavam construções em determinadas áreas, visto que formas de desenvolvimento de projetos foram criadas e executadas a partir do surgimento delas, onde os materiais são criados mediante a necessidade de uso.

A criação de ambientes cada vez mais funcionais desafia o setor de construção civil, onde elementos antes desprezados passam a ter grande importância, como aspectos econômicos e ambientais. No que se referem a aspectos ambientais às ligas possibilitaram a criação de edifícios e residências cada vez mais resistentes as intemperes das regiões onde estão inseridos, como exemplo desta aplicação podemos citar as ligas de memória de forma, que são largamente utilizadas em edifícios de regiões que apresentam tendência a abalos sísmicos ou em pontes com grande tráfego de veículos (PEREIRA, 2011). Já os aspectos econômicos permitiram que as construções se tornassem mais viáveis, mediante o desenvolvimento de materiais mais resistentes e sofisticados, como exemplo podemos citar a liga de aço, bastante utilizada em fundações e concreto armado.

Os metais se diferenciam uns dos outros por suas composições químicas e propriedades, fatores que variam conforme sua aplicação. Dessa forma, eles se tornaram um importante objeto de estudo sob o ponto de vista da análise química, visto que novas propriedades surgiram com o intuito de ampliar a sua variedade de aplicações (CALLISTER; RE-THWISCH, 2013).

O trabalho tem por objetivo discutir a influência das ligas metálicas no setor da construção civil, mostrando sua relação com o desenvolvimento desse segmento econômico, bem como características das mesmas, sua composição química e a partir delas, a finalidade de uso nas estruturas e fundações.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia adotada no presente trabalho foi uma revisão bibliográfica sobre o tema, analisando minuciosamente textos e artigos científicos a cerca da temática, a fim de aprofundar o conhecimento empírico sobre a aplicação das ligações metálicas no cotidiano da construção civil.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os metais são importantes componentes presentes na natureza e apresentam um potencial alto de uso quando se analisa o campo da construção civil (DIAS, 1997). Em razão do seu poder de mutação, os metais possibilitaram um leque de novos derivados. Dessa forma, não se pode pensar em engenharia sem associar a presença desses componentes (DIAS, 1997).

Com o desenvolvimento da tecnologia e o passar do tempo, os metais puros não apresentavam propriedades suficientes para atender a demanda de aplicações exigidas pela sociedade. A partir do agrupamento a outros metais, ganharam propriedades necessárias para adequar-se a usos específicos, formando ligas. São, portanto, essenciais às novas composições que são formadas a partir do contínuo desenvolvimento dos materiais empregados nessas ligas, que se mostraram fundamentais no campo da engenharia civil, em razão de sua presença em quase todos os componentes utilizados no setor. Por essa razão, há um intenso uso de elementos naturais, de modo que a introdução de tecnologias que permitam a economia desses componentes é fundamental nas construções. Neste aspecto, um conceito de construção verde, que nada mais é que um conjunto de técnicas e práticas de construção e manutenção que minimizam o impacto ambiental total de uma edificação surge como tendência no setor. Grandes obras são construídas em perfeita harmonia com elementos naturais do meio em que são inseridas, e isso tem relação direta com as ligas, pois com a compo-

sição entre os materiais, possibilitou a criação de outros elementos de resistência e durabilidade maior e em situações adversas, sem que houvesse grandes desprendimentos de recursos naturais, proporcionando a elas um amplo campo de utilização, de modo que essas novas composições ampliam cada vez mais o seu uso na atualidade (KRUGER; SEVILLE, 2017).

Essas ligas podem ser divididas em ferrosas, que são as que apresentam o ferro como principal material constituinte e as não ferrosas, que apresentam outros metais em sua composição e surgem como uma alternativa mediante algumas limitações apresentadas pelas ligas ferrosas (CALLISTER; RETHWISCH, 2013). As ligas ferrosas são subdivididas em dois grupos:

**Aço:** é uma liga fabricada a partir do aquecimento a altas temperaturas do óxido de ferro (FeO) na presença de carbono (C). Esse procedimento possui como objetivo a redução ao máximo da presença de oxigênio nesse material, resultando em uma liga composta basicamente de ferro e carbono. Os aços apresentam importantes características para o ramo da construção civil, uma vez que resistem bem à tração, compressão e flexão, sendo empregado nas estruturas de concreto armado (FERRAZ, 2003).

**Aço inoxidável:** é fabricado a partir da combinação de ferro-cromo, que tem como principal característica a forte resistência à corrosão. Essa resistência se deve, principalmente, a presença do cromo (Cr) em teores acima de 12%, que ao reagir com o oxigênio da atmosfera, adquire um filme superficial que protege a peça de ataques corrosivos, mas sempre dependendo do meio em que estão sendo inseridos. Esses aços são bastante utilizados no revestimento de fachadas, pois proporcionam uma leveza e estética ao ambiente, além de possuírem uma rapidez de instalação, facilidade de manutenção e limpeza e uma redução do peso colocado sobre a estrutura, porém apresentam um elevado custo econômico (FERRAZ, 2013).

Já as ligas não ferrosas são subdivididas, principalmente, em três grupos:

**Alumínio:** são comumente formadas por Alumínio (Al), magnésio (Mg), cobre (Cu), manganês (Mn) e silício (Si) (SILVA, *et al.*, 2016). Apresentam excelente condutividade térmica e elétrica, baixo peso e excelente resistência à corrosão em meio aquoso, e, além disso, segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), possui uma vida útil de aproximadamente 40 anos. Por essa razão, esse tipo de liga é bastante utilizado na engenharia civil, mesmo apresentando um baixo ponto de fusão, limitando, em alguns casos, a sua aplicação

(MELLO; SOUZA; CITELI, 2009). Essa liga foi inicialmente utilizada para produção de utensílios domésticos, mas com o passar do tempo e as transformações químicas, ele se transformou em um dos elementos fundamentais para a construção civil, sendo aplicado em fachadas, pontes e componentes elétricos. Essas, em paradoxo com as ligas de aço inox, mostram-se economicamente viáveis (CALLISTER; RETHWISCH, 2013).

Bronze: é uma das mais antigas ligas utilizadas pelo homem (SILVA, 2007). Formada a partir de uma mistura homogênea entre cobre (Cu) e estanho (Sn), podendo possuir outros elementos, como silício e alumínio, a partir do objetivo específico de uso. Possui uma elevada resistência à corrosão e boa tração. Na construção civil sua utilização gira em torno da fabricação de tubulações de esgotos e na confecção de equipamentos utilizados no tratamento de água (CALLISTER; RETHWISCH, 2013). Configuram-se como uma liga de memória, ou seja, possuem a capacidade de recuperação da sua forma padrão, sendo a mais econômica presente no mercado (PEREIRA, 2011).

Níquel-titânio: são fabricadas pela composição de níquel (Ni) e titânio (Ti) e apresentam elevada resistência elétrica e uma boa resistência a corrosão, além de serem capazes de recuperar a forma inicial após algum tipo de deformação. Apresentam grandes aplicações na construção civil, uma vez que se caracterizam também como ligas de memória. Além disso, existem outros materiais que podem juntar-se a essas ligas graças a sua solubilidade, fornecendo outras características mecânicas e de memória (PEREIRA, 2011). Apresenta também resistência a altas temperaturas e são utilizadas quando se pretende evitar o envelhecimento precoce da estrutura, sendo aplicadas, em fachadas e revestimentos (DIAS, 1997).

A utilização das ligas metálicas dificilmente se tornará obsoleta, visto que as inúmeras composições com outros metais aumentam o campo de atuação. Embora sua aplicação seja predominante na parte estrutural, principalmente em fundações que exigem propriedades específicas, como resistência e força.

#### **4 CONCLUSÕES**

No presente estudo foi abordada a presença das ligas metálicas na construção civil e sua vasta contribuição na indústria desse importante seguimento. Notadamente, no que se refere a sua contribuição em relação à durabilidade das construções que implica diretamente em redução de custos, as ligas proporcionam uma vida útil mais longa nas edificações, ao

passo, que reduz a extração de matéria prima do meio ambiente, uma vez que a composição dessas é feita com diferentes materiais. O conhecimento das composições dessas ligas é fundamental para que se possa escolher de forma precisa qual a melhor para determinado fim. Com a evolução das ciências, especialmente a química, pressupõe às ligas vida longa, em especial as compostas com ferro, como o aço, já que graças ao estudo delas, é possível analisar e aplicar novas formas de fundição, a fim de alcançar propriedades mais específicas. Esses elementos se mostram indispensáveis nos materiais utilizados na construção civil.

## REFERÊNCIAS

CALLISTER, William D. Júnior; RETHWISCH, David G. **Ciências e engenharia dos materiais: uma introdução**. Tradução Sergio Murilo Stamile Soares. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem**. 10 ed. São Paulo: Zigurate Editora, 1997.

FERRAZ, Henrique. O aço na construção civil. **Revista eletrônica de ciências**, São Carlos, n. 22, mar. 2005.

KRUGER, Abe; SEVILLE, Carl. **Construção verde: princípios e práticas em construção residencial**. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

MELLO, Sérgio Ricardo C. de; SOUZA, Camila Oliveira de; CITELI, Natalie Lacerda. **Alumínio e suas ligas**. Niterói, 2009. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/brunovilasboas73/alumnio-e-suas-ligas>. Acesso em: 22 jan. 2018.

PEREIRA, Luís Miguel Oliveira. **Ligas com memória de forma: características e aplicações em engenharia civil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

SILVA, Ana Carolina de Matos *et al.* **Importância da ligação metálica para os materiais estudados na engenharia civil**. Universidade Estadual de Minas Gerais, Divinópolis, 2016.

SILVA, Graça Maria Meireles de Carvalho e. **Metais e ligas metálicas: uma abordagem experimental no secundário**. 2007. Dissertação (Mestrado em Química), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.

## **CAPÍTULO 24**

### **COMPARATIVO DO DESEMPENHO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DO CONCRETO COM CURA ÚMIDA E CURA SECA**

Melissa Borgues de Oliveira Marques, Francisco Jordão Nunes de Lima, Danielle Dantas Pereira, Josevan Claudino de Oliveira, Abdias Valente Celedônio

#### **1 INTRODUÇÃO**

Por muito tempo o concreto ficou conhecido basicamente como uma mistura de cimento, agregado graúdo (brita), agregado miúdo (areia) e água, ou seja, concreto convencional, sem muitas alterações em suas propriedades mecânicas (MORAVIA, 2007). Além disso, tornou-se o material mais utilizado na construção civil. Com o passar do tempo, as exigências no padrão de qualidade de estruturas, motivou o desenvolvimento de novas pesquisas com objetivo de desenvolver métodos, procedimentos e materiais inovadores que configurem melhorias na durabilidade e nas propriedades mecânicas do concreto.

Dentre alguns cuidados que necessitam ser empregados para assegurar a resistência e a durabilidade do concreto, está a cura, conhecida como o conjunto de medidas que tem por finalidade evitar a evaporação prematura da água necessária para a hidratação do cimento, que é responsável pela pega e endurecimento do concreto. O procedimento de cura tem papel importante na qualificação do concreto, visto que, ao inibir a saída de água para o meio externo, permite que a dosagem seja cumprida e, como consequência, o cimento é hidratado quase que em sua totalidade. Assim, o concreto obtido apresentará uma microestrutura menos porosa, mais resistente durável pois ataques de fluidos nocivos se manifestam através de efeitos físicos, como no aumento da porosidade, permeabilidade e fissuração (MEHTA; MONTEIRO,1994).

São vários os procedimentos de curas existentes, no qual destacamos, cura úmida, cura seca, cura térmica, cura química entre outras. Contudo neste trabalho iremos abordar a cura úmida e a cura seca e suas implicações quanto a resistência do concreto. A cura úmida é o método mais usual de cura e consiste em saturar o concreto com água por um período mínimo de vinte e oito dias, sendo esse período mínimo sua principal desvantagem. Já a cura ao ar livre consiste em expor o concreto, imediatamente após ser desmoldado, à intemperismos físicos e químicos, sem choques ou esforços que o comprometam, sem nenhum tipo

de mecanismo de proteção contra a retração, perda de umidade e controle de temperatura (DINIZ *et al.*, 2015). A grande desvantagem deste método está no fato de que o concreto irá perder parte da água da mistura necessária a reação de hidratação da pasta de cimento e consequentemente terá baixo desenvolvimento da resistência a compressão. Esta pesquisa tem por objetivo comparar a resistência a compressão aos 28 dias de um concreto curado com cura úmida e com cura seca.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 MATERIAIS

Para a realização desta pesquisa foram utilizados os materiais disponíveis no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Mossoró/RN. Materiais utilizados:

- Agregado miúdo: areia natural quartzosa
- Agregado graúdo: brita granítica.
- Aglomerante: foi utilizado o cimento pozolânico CP IV – 32 RS, resistente a sulfatos e resistência de 32 MPa aos 28 dias.
- Água potável: obtida diretamente da concessionária local.

Para obtenção dos resultados deste trabalho, inicialmente foram realizados os ensaios de caracterização dos materiais constituintes do concreto (areia e brita granítica) de acordo com os procedimentos das normas regulamentadoras. Com a massa de concreto no estado fresco foram feitos os ensaios de massa específica e abatimento do tronco de cone e com o concreto no estado endurecido foi realizado o ensaio de resistência a compressão aos 28 dias. A Tabela 1 apresenta todos os ensaios realizados nesta pesquisa, acompanhado de suas respectivas normas regulamentadoras.

Tabela 1 - Ensaios

Ensaios	NBR
Massa específica e unitária da areia	NBR 52/2009
Massa específica e unitária da brita	NBR 53/2009
Granulometria da areia e da brita	NBR 248/2003 e NBR
Massa específica do concreto	NBR 9833/2008
Abatimento do tronco de cone do concreto	NBR 67/1998
Resistência a compressão do concreto	NBR 5739/2007

**Fonte:** Autores, (2018).

## 2.2 PRODUÇÃO DOS CONCRETOS

Para a produção do concreto adotou-se o traço em massa de 1:2:3 e relação água cimento de 0,65. O concreto foi produzido no Laboratório de Materiais de Construção Civil da UFERSA – Mossoró/RN em uma betoneira de eixo inclinado com capacidade de 120 litros. Separados todos os materiais, esses foram introduzidos na betoneira na seguinte ordem:

- 1º. Com a betoneira ligada, colocou-se 50% da água de amassamento;
- 2º. Introduziu-se 100% do agregado graúdo;
- 3º. Adicionou-se 100% do cimento;
- 4º. Introduziu-se 100% do agregado miúdo;
- 5º. Acrescentaram-se os outros 50% da água de amassamento;
- 6º. Com a colocação de todos os materiais, a betoneira foi mantida em movimento giratório por um período de 5 minutos, para homogeneização completa dos materiais;

Em seguida moldou-se 10 corpos-de-prova cilíndricos com dimensões de 100 mm de diâmetro por 200 mm de altura adensados com um vibrador e desmoldados depois de passado um período de 24 horas. Ao final dos 28 dias foi feito o ensaio de resistência a compressão no Laboratório de Materiais de Construção do IFRN – Mossoró/RN em uma prensa hidráulica.

## 2.3 MÉTODOS DE CURAS

A cura úmida ou cura em tanque de água caracteriza-se por imergir o concreto em água à temperatura de 25°C, protegendo este, principalmente nas primeiras idades, de possíveis retrações, agentes agressivos externos, perda de umidade, dentre outros benefícios

(BAUER, 2008). Para esse método de cura 5 corpos de prova ficaram submersos em uma estruturante estanque com água durante 28 dias logo após serem desmoldados. Já a cura seca é o procedimento no qual o concreto não passa por nenhuma preparação após sua produção e tem por finalidade simular a realidade na maioria dos canteiros de obras. Neste procedimento 5 corpos de prova ficaram ao livre e expostos as intempéries do ambiente logo após serem desmoldados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização dos agregados miúdos e graúdos

Tabela 2 – Caracterização dos materiais

Agregado miúdo: areia		Agregado graúdo: brita	
Módulo de Finura	2,35	Módulo de Finura	6,48
Dimensão máxima característica (mm)	4,75	Dimensão máxima característica (mm)	19,0
Massa unitária (Kg/m <sup>3</sup> )	1,537	Massa unitária (Kg/m <sup>3</sup> )	1,468
Massa específica (Kg/m <sup>3</sup> )	2,615	Massa específica (Kg/m <sup>3</sup> )	2,680

Fonte: Autores, (2018).

Observando a Tabela 2 a areia tem módulo de finura igual a 2,35, portanto, está dentro do intervalo de 2,20 a 2,90 para a zona ótima conforme recomendação da NBR 7211/2009 e dimensão máxima de 4,75. Já a brita teve módulo de finura igual a 6,48 e por ter dimensão máxima característica de 19 mm é classificada como brita 1. Com relação a massa específica, de acordo com a classificação de Bauer (2008), tanto a brita quanto a areia são matérias de densidade média.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das propriedades físicas e mecânicas do concreto curado com cura úmida e com cura seca. Como sentenciam Nonaka e Takeuchi (2008). Para os autores, as organizações somente geram conhecimento se tiverem indivíduos sendo apoiados criativamente ou fomentando contextos para essa criação.

**Tabela 3** – Caracterização dos materiais

Concreto	
<i>Slump test</i> (mm)	140
Massa específica (Kg/m <sup>3</sup> )	2241,25
Resistência a compressão aos 28 dias (MPa)	
Concreto com cura úmida	16,8
Concreto com cura seca	14,5

Fonte: Autores, (2018).

O abatimento do tronco de cone (*slump test*) foi de 14 cm, logo o concreto teve classe de consistência S100 e pode ser utilizado em elementos estruturais, porém pela NBR 6118/2014 este concreto não deve ser utilizado em uso estrutural por ter resistência a compressão aos 28 dias inferior a 20 MPa. Pela massa específica e de acordo com a classificação de Mehta e Monteiro (2006), este é um concreto de peso normal.

Com relação a resistência a compressão, o concreto com cura úmida adquiriu uma resistência aos 28 dias superior ao concreto com cura seca em aproximadamente 14%. A cura seca do concreto é feita sem que nenhum cuidado seja tomado para que as reações químicas de hidratação dos compostos presentes na pasta de cimento ocorram. Por esse motivo, de acordo com Silva (2012) e Silva (2005) a resistência de concretos com cura seca é menor em 10 a 30% comparado a cura úmida.

#### 4 CONCLUSÕES

A realização desta pesquisa teve por objetivo avaliar e comparar a resistência à compressão axial no concreto com as cura úmida e cura seca. Dos resultados obtidos, pôde-se verificar que, os concretos não são viáveis para utilização na construção civil em peças estruturais, pois não atingiram a resistência mínima de 20 MPa, conforme regulamenta a ABNT NBR 6118/2014, e que a cura úmida foi mais eficiente do que a cura seca em 14% para a resistência do concreto aos 28 dias.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7122 – **Agregados para Concretos – Especificação**, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7122 – **NBR 6118 Projetos de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

BAUER, L. A. F. **Materiais da construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 538p.

DINIZ, Hugo Alessandro Almeida *et al.* Influência da Cura por Imersão em Concretos Convencionais. **Revista Tecnologia & Informação**. Natal – RN, 2015.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto – estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo, SP, 1994.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete: microstructure, properties and materials**. 3° ed., United States of America, USA, 2006.

MORAIVA, W. G. **Influência de parâmetros microestruturais na durabilidade do concreto leve produzido com argila expandida**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2007.

SILVA, A. V. da R. *et al.* **Influência do processo de cura em concreto convencional em seis idades**. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO – CONNEPI. 7., 2012, Palmas – TO. **Anais [...]**. Palmas – TO., 2012. p. 8

SILVA, G. J. B. **Estudo do comportamento do concreto de cimento Portland produzido com a adição do resíduo de polimento do porcelanato**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2005.

## CAPÍTULO 25

### ANÁLISE DE FUNDAÇÕES APLICÁVEIS NA UNIDADE HOsq DE FLORIANÓPOLIS - ESTUDO DE CASO

Lígia Raquel Rodrigues Santos, Geovanna Maria Andrade de Oliveira, Desireé Alves de Oliveira

#### 1 INTRODUÇÃO

A elaboração de um projeto de fundações deve levar em conta o máximo de informações possíveis de todos os aspectos que venham a influenciar a sua execução e sua segurança, por isso, além das características do subsolo que receberá as cargas, as condições de acessibilidade do local, as solicitações impostas pela estrutura, as características e problemas das edificações já existentes no entorno da edificação e das suas fundações compõem alguns dos requisitos a serem avaliados.

Lorenzi<sup>24</sup> (2015) explica que o campo de atuação do engenheiro de Fundações é cercado de dúvidas e incertezas, e que a Geotecnia desenvolve seu trabalho a partir de um material incerto, onde as características são completamente heterogêneas. Nesse campo, cercado de incertezas, que podem gerar diversos riscos, sabe-se que é indispensável na concepção de uma obra o engenheiro de fundações.

Segundo Calzani e Isoppo (2013), os ensaios de Standard Penetration Test - SPT são os mais recomendados quando se deseja conhecer a superfície, por apresentarem informações do solo local como: granulometria, cor, consistência ou compacidade.

Na maioria das vezes os dados são insuficientes o que exige uma avaliação crítica e qualitativa diante das incertezas inerentes a esse processo. Os requisitos do projeto variam e dependem de cada situação e do acurado espírito investigativo dos profissionais envolvidos. Além disso, erros cometidos durante o projeto ou execução de fundações normalmente são altamente desastrosos, do ponto de vista financeiro e humano, o que justifica a importância de estudos cada vez mais bem elaborados, de pesquisa e de discussão na área da Engenharia

---

<sup>24</sup> Informações extraídas do site: LORENZI, Vinicius. Execução de Fundações: empresas devem aumentar qualidade e não apenas produtividade. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/noticias/negocios/execucaode-fundacoes-empresas-devem-aumentar-qualidade-e-nao- apenas- produtividade/101526>. Acesso em: 05 maio 2018.

de Fundações.

O presente trabalho visa analisar sistematicamente a viabilidade técnica do uso de diferentes alternativas de fundações para a implantação de uma edificação na unidade geotécnica HOsq na região de Florianópolis. Posteriormente, fazer a escolha da alternativa mais apropriada para o estudo de caso, de forma a atender todos os requisitos impostos pelo local e pela edificação com economia e segurança.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada consiste em revisão de literatura, estudo de normas técnicas, e avaliação crítica da tipologia do solo e características da localização da obra e do projeto da edificação. O estudo de caso será realizado para execução de um edifício residencial multifamiliar de 17 (dezesete) pavimentos localizado na parte continental de Florianópolis-SC, no bairro do Estreito, entre as Ruas Souza Dutra e Santos Saraiva. A edificação é composta por térreo, onde será a recepção e garagem, e 16 (dezesesseis) pavimentos tipo, com 4 (quatro) apartamentos por andar. Cada apartamento é composto de dois quartos, sendo um suíte, BWC social, estar/ jantar, cozinha/ serviço. Acima do último pavimento conta o reservatório superior, e a casa de máquinas. O terreno possui uma área 2170 m<sup>2</sup> de extensão.

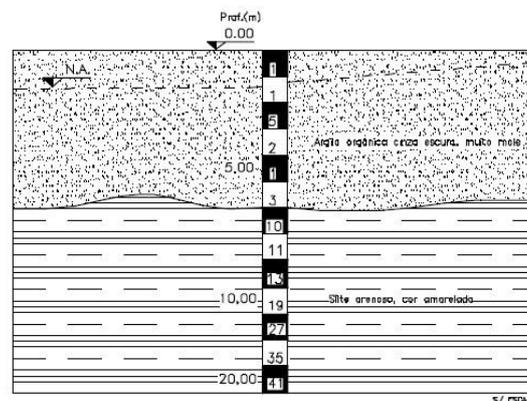
O estudo é baseado na sistematização das soluções de fundações mais apropriadas para o projeto da obra, e escolha de uma fundação (superficial ou profunda) com o melhor custo-benefício para a implantação da edificação. Os elementos de fundação aplicáveis devem suportar à maior solicitação, o Pilar 8 de 468 tf, levando-se em conta a menor solicitação recebida de alguns pilares de canto, com 5tf. Também, devem atender aos requisitos impostos pelas características geológico-geotécnicas locais e do perfil de solo apresentado pelo ensaio SPT que representa a Unidade Geotécnica HOsq, bem como as condições de acessibilidade externa e interna da obra, para que seja tecnicamente aceitável e economicamente viável.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Andrade (2003) fornece as seguintes características levantadas nos perfis longitudinais de distribuição dos solos na Unidade Geotécnica HOsq, observa-se:

- A presença de uma camada superficial de argila orgânica, material bastante compressível com espessura aproximada de 6m, onde o número de golpes verificado no ensaio SPT é próximo de 1;
- A camada de solo após o sexto metro de profundidade é constituída de um silte arenoso, com  $N_{spt}$  superior a 10 golpes;
- Estes materiais são predominantemente impermeáveis e, quando drenados, podem sofrer alteração em sua constituição, proporcionando recalques que se tornam mais rápidos com o tempo, podendo até desaparecer;
- Lençol freático dinâmico e próximo da superfície terrestre.

Na Figura 1 encontra-se o perfil de subsolo, obtido a partir dos cortes longitudinais, ou topo sequências de ensaios SPT, anteriormente referidos.



**Figura 1** - Perfil longitudinal dos solos entre as R. Sousa Dutra e Santos Saraiva, SANTOS (1997).

**Fonte:** Aatoria, (2018).

Conhecido o perfil longitudinal, fez-se um levantamento das características gerais de construção da obra, são elas:

- A obra fica localização no centro, ou seja, uma região muito urbanizada;
- Presença de grandes edificações, sendo este um requisito importante devido o buldo de tensões. A construção trata-se de uma obra de grande porte, se ocorre uma sobreposi-

ção de bulbos, fica-se sujeito a um potencial recalque;

- As ruas não possuem acessibilidade para grandes equipamentos;
- Capacidade superficial do solo é baixa, ou seja, não suporta equipamentos pesados;
- Não apresenta matacões;
- Código de obras da cidade não permite intensa vibração, para não ocasionar desconforto à vizinhança e devido o risco de danificar as edificações vizinhas.

A seguir serão avaliados os processos executivos das fundações, eliminando-se as que não adequam à construção de um edifício de 17 pavimentos de acordo com as características do solo da região apresentada.

- i. Fundações Rasas (Sapata, Radier e Bloco): A capacidade de carga estrutural desde tipo de fundação não atende o pilar mais solicitado; Não podem ser executadas abaixo do nível d'água se concretados *in loco*; Solo superficial de baixa capacidade de carga;
- ii. Estaca Broca e Estaca Strauss: Não são executáveis abaixo do nível do lençol freático; Não possuem capacidade de carga estrutural suficiente para a solicitação do pilar mais carregado; E, devido ao solo das primeiras camadas ser uma argila mole, pode ocorrer o estrangulamento do fuste durante sua execução;
- iii. Estaca de Madeira: A carga do pilar mais carregado é muito elevada para a resistência estrutural desta estaca; Trata-se de uma estaca de descolamento que causa vibração, não respeitando o código de obras da cidade;
- iv. Estaca Pré-moldada de Concreto: Assim como a estaca de madeira, causa intensa vibração durante sua execução; O solo superficial do local da obra apresenta baixa tensão resistente, como apresentado a Figura 1, não suportando o peso do equipamento; Os acessos ao local da obra não permitem a chegada do equipamento de cravação desta estaca, por ser este de grande porte;
- v. Estaca Mega: Sua instalação necessita de um contrapeso, com carga muito elevada, que não pode ser suportado pelo solo superficial fraco do canteiro de obras;
- vi. Estaca Escavada com fluido estabilizante: O uso da lama bentonítica é impossibilitado de conferir estabilização às paredes da escavação das fundações neste perfil de solo, pois o nível d'água é muito superficial, sendo a diferença entre o nível da lama na trincheira e o nível d'água no terreno menor que 1,5 metros, também porque causa grandes impactos ambientais ao lençol freático presente no subsolo. O terreno apresenta baixa resistência

- superficial e o local não possui acessibilidade para o porte do equipamento;
- vii. Estaca Hélice Contínua e Estaca Ômega: Tornam-se inviáveis pelo elevado peso e porte de seus equipamentos de instalação;
- viii. Estaca Franki: Torna-se inviável devido à intensa vibração causada durante a cravação da bucha e pelo elevado peso e porte de seus equipamentos de instalação; Apresenta grande risco estrangulamento do seu fuste presença por causa da argila mole presente nas primeiras camadas do perfil de solo.

Descartando-se as fundações inviáveis à construção, pode-se listar as que atendem todos os requisitos técnicos impostos pelo projeto e execução da edificação, em ordem econômica, são elas:

- i. Estaca Metálica: Possui elevada capacidade de carga; Sua vida útil é garantida quando total e permanentemente submersas em água livre de agentes degradadores de seu material, dispensando qualquer tratamento especial; Podem atingir elevadas profundidades de assentamento pela possibilidade de emendas de estacas, sem comprometimento de sua resistência e rigidez; Não apresenta atrito negativo; Não causa vibração nem ruído, mesmo sendo uma estaca de deslocamento, se for cravada por prensagem; Seu equipamento é leve e de médio porte, tornando-se acessível à obra;
- ii. Estaca raiz: Atende o carregamento do pilar mais solicitado; Pode ser executada abaixo do nível da água; Estaca escavada, não causa vibração; Equipamento de médio porte, possuindo assim acessibilidade a obra; Peso do equipamento aceitável; Necessita do uso de fluido estabilizante, que não pode ser a lama bentonítica, por isso, deve-se utilizar o fluido polimérico. Porém mais onerosa que a estaca Metálica, sendo qualificada como segunda opção para ser fundação nesta obra;
- iii. Tubulão com ar comprimido: É um tipo de fundação viável, pois atende todos os requisitos estabelecidos pelo projeto da edificação. Tem a vantagem de seu solo de base poder ser vistoriado antes de sua concretagem, entretanto, por oferecer riscos na sua execução durante a descida do operário e ser muito oneroso, será qualificado como última opção a ser utilizada.

## 4 CONCLUSÃO

Com as análises concluídas, foi possível compreender que a escolha da fundação depende muito das características do solo sobre o qual se vai assentar a construção. Logo, o engenheiro de fundações deve se valer do máximo de informações possível para realizar sua análise de viabilidade técnica e econômica das alternativas de fundações para seu projeto; O conhecimento do solo de fundação é um requisito para a análise e dimensionamento das fundações, por isso, conhecer os aspectos geológicos e geotécnicos locais são imprescindíveis bem como os solos e as estruturas de fundações das construções vizinhas, para avaliar seu uso, o impacto na vizinhança e vice-versa. Além disso, é importantíssimo levar em conta todos os fatores que influem na escolha da fundação como a sua viabilidade técnica e também econômica.

A escolha da fundação estaca metálica foi baseada em toda uma avaliação técnica, sempre voltada para as características do solo em que se irá assentar a construção. O fator decisivo foi à viabilidade econômica entre as fundações raiz e tubulão a ar comprimido.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Alysson Rodrigo de. **Caracterização dos Elementos de Fundações aplicáveis em Edificações na região de Florianópolis**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

COLZANI, Ricard; ISOPPO, Alexandre. **Estruturação e utilização de um banco de dados geotécnico da ilha de Santa Catarina em SIG**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Curso de Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2013.

BRAGA, Victor Diego de França. **Estudo dos tipos de fundações de edifícios de múltiplos pavimentos na região metropolitana de Fortaleza**. 2009. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

QUARESMA, A. R. *et al.* **Investigações geotécnicas**. In: HACHICH, W. *et al.* (Coord.). **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: Editora PINI, 1996. p. 119-162.