

ENGENHARIA NO SÉCULO XXI

VOLUME 19



Editora Poisson

Editora Poisson

Engenharia no Século XXI Volume 19

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2020

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Msc. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas

Msc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Msc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57

**Engenharia no Século XXI - Volume 19/
Organização Editora Poisson - Belo
Horizonte - MG: Poisson, 2020**

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-026-2

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Engenharia 2. Educação. I. Título.

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Análise do currículo de cursos de Engenharia nos últimos 20 anos (1998 - 2018): Estudo de caso nos cursos de Engenharia da Computação 07

Edson Pedro Ferlin

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.01

Capítulo 2: Análise curricular das disciplinas obrigatórias de Engenharias sob a ótica do discente: Um estudo na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará..... 16

Aloísio Sousa da Silva Júnior, Bruno Boaventura Morbach, Wanderson Enéas Nascimento, Nuria Pérez Gallardo, Alan Monteiro Borges

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.02

Capítulo 3: Relato de experiência em Educação Empreendedora nas Engenharias: Inovação Pedagógica na disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos da Pós-Graduação em Propriedade Intelectual, Transferência de Tecnologia para a Inovação 22

Sônia Marise Salles Carvalho, Tania Cristina Cruz

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.03

Capítulo 4: Ensino de Integração nas Engenharias: Um estudo de caso 35

Thiago Linhares Brant Reis, Alexandre Duarte Washington

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.04

Capítulo 5: Análise comparativa entre o uso de Metodologias CAD e BIM: Estudo de caso de uma Unidade Básica de Saúde na cidade de Pombal-PB 43

Bruna Hélen Brito de Araújo, Edmilson Roque da Silva Junior, Marcos David dos Santos, Vinícius Nunes Wanderley Monteiro, Fernanda Karolline de Medeiros

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.05

Capítulo 6: Modelo para avaliação do nível de maturidade da logística reversa de medicamentos: Um estudo de caso múltiplo 53

Daniela de Moraes Alves Antunes

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.06

Capítulo 7: Gerenciamento de riscos na implementação de LGPD pessoais: Estudo de caso 64

Cristiano da Silva Viana, Tatiana Kimura Kodama, Leonardo Petrilli, Jéssica Suárez Campoli

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Movimentos de massa: Estudo de caso no bairro de Maceió – Niterói -RJ	75
--	----

Lydyanne Barbosa dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.08

Capítulo 9: Avaliação de degradação de tecidos de vestuário em contato com solo controlado	85
---	----

Aline Heloísa Rauh Harbs Konell, Ana Paula Serafini Immich Boemo, Catia Rosana Lange de Aguiar, Grazyella Cristina Oliveira de Aguiar, Maryelza Wolinger Reche

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.09

Capítulo 10: Apresentação de resultado recorde em ensaio bidirecional, prova de carga com células expansivas.	91
--	----

Alysson Santos Resende, Fabricio Gianforte, José Antônio Pinheiro, Milton Golombek

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.10

Capítulo 11: Ensaio teórico da potência de um sistema de aquecimento de água híbrido solar térmico e eólico	104
--	-----

Matheus Vilela Novaes, Franklin Delano Porto Júnior

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.11

Capítulo 12: O desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil: Fatores que inibem sua massificação	113
--	-----

Hortência Nathânia Silva Câmara, Ana Lúcia Dantas

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.12

Capítulo 13: Elaboração de um plano de prevenção e combate a incêndio em uma empresa e definição da bomba hidráulica para os hidrantes - Estudo de caso Artigo	122
---	-----

Pedro Andreson de Almeida, Frederico Romel Maia Tavares, Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça, João Batista Mendes Barbosa, Maria Juliana Ferreira Leite

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.13

Capítulo 14: Estudo de diferentes tipos de estruturas de embalagens poliméricas para aplicação em sachê de ketchup	134
---	-----

Márcio Roberto Citrangulo

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.14

SUMÁRIO

Capítulo 15: Filmes poliméricos semicondutores à base de grafeno modificado com aminoácido 141

Tháises Brunelle Santana de Lima, Elmo Silvano de Araújo, Patricia Lopes Barros de Araújo

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.15

Capítulo 16: A reforma fundiária e a economia no município de Flores do Piauí 148

Elayne de Silva Figueredo, Giovana Mira de Espindola, Paulo Gustavo de Alencar

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.16

Capítulo 17: Variabilidade da precipitação diária no ABC Paulista e aplicação de regionalização 153

Andrea de Oliveira Cardoso, María Cleofé Valverde

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.17

Capítulo 18: Mensuração de vulnerabilidade na escala de detalhe para mapeamento de riscos: Uma proposição inicial 165

Fernando Rocha Nogueira, Samia Nascimento Sulaiman, Vitor Vieira Vasconcelos, Rafael Costa e Silva, Beatriz Oliveira de Carvalho

DOI: 10.36229/978-65-5866-026-2.CAP.18

Autores:..... 175

Capítulo 1

Análise do currículo de cursos de Engenharia nos últimos 20 anos (1998 - 2018): Estudo de caso nos cursos de Engenharia da Computação

Edson Pedro Ferlin

Resumo: Este artigo apresenta a análise dos currículos de cursos de engenharia nos últimos 20 anos (1998 - 2018), em especial do curso de Engenharia da Computação. Utiliza como parâmetros de comparação a carga horária dos conteúdos curriculares de três cursos localizados na cidade de Curitiba-Paraná. A metodologia da pesquisa utilizada é o estudo de caso dos currículos dos cursos de instituições privadas e foi utilizada a abordagem quantitativa. Os resultados auferidos destacam que as cargas horárias dos currículos analisados atendem a carga horária mínima estabelecida para os cursos de engenharia. A conclusão reitera a importância da elaboração da estrutura curricular do projeto pedagógico do curso com base nas diretrizes curriculares, de modo a atender o perfil do egresso.

Palavras-chave: Engenharia. Currículo. Computação. Diretrizes Curriculares.

1. INTRODUÇÃO

Não raramente, o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) ainda é visto como um recorte de elementos sem adequada correspondência com as ações do curso e, adicionalmente, como uma forma de cumprir as exigências legais pertinentes. O estabelecimento de uma adequada harmonia entre os conteúdos curriculares do curso permite promover um fluxo de saberes, de habilidades e de competências que culminem não só em uma formação de um profissional apto a responder às questões técnicas, mas, também, com a visão de mundo de um cidadão comprometido com a sociedade e as suas respectivas inter-relações.

A concepção do PPC leva em conta, também, uma visão de mundo globalizado que o egresso deve possuir. Dentro dessa ótica, a globalização do profissional deve estar atrelada a um conhecimento do perfil profissional e da identidade que se deseja ter. Nesse sentido, o documento *“El Ingeniero Iberoamericano”* (ASIBEI, 2007b), da *Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de La Ingeniería*, traça um perfil desejável para um engenheiro, mantendo as particularidades regionais e as regras de cada país, tendo como princípio a qualidade na formação do profissional. O documento *“Situación Actual de La Acreditación de Programas de Ingeniería em Iberoamérica”* (ASIBEI, 2007c), sintetiza as regras que cada um dos países Ibero-Americanos, membros da ASIBEI (Argentina, Bolívia, Brasil, Centro América, Chile, Colômbia, Equador, Espanha, Peru e Venezuela), adotam para o credenciamento dos cursos de engenharia.

Nesse mesmo contexto, o documento *“Aspectos Básicos para El Diseño Curricular em Ingeniería: Caso Iberoamericano”* (ASIBEI, 2007a) também auxilia na elaboração do PPC de engenharia. Além de apresentar uma visão geral dos sistemas educativos dos países ibero-americanos, descreve os requisitos mínimos estabelecidos para os cursos de engenharia em cada país.

O PPC é norteado pelas características que cada Instituição de Educação Superior (IES) estabelece no modelo adotado para a sua organização acadêmica (Universidades, Centros Universitários, Institutos Federais de Tecnologia, Faculdades) e para a sua organização administrativa (Federal, Estadual, Comunitárias, Confessionais e Particulares). O livro *“A Universidade no Brasil: concepções e modelos”* (MOROSINI, 2006) aborda, de maneira objetiva, o sistema educacional superior do Brasil, o que permite entender a missão e a atuação das IES, conforme o modelo adotado.

O PPC de Engenharia deve ser elaborado com base nos princípios propostos pelas diretrizes curriculares dos cursos de graduação do Ministério da Educação (MEC), que são:

- Incentivar uma sólida formação geral, necessária para que o futuro graduado supere os desafios de renovadas condições de exercício profissional e de produção do conhecimento;
- Promover a progressiva autonomia profissional e intelectual do aluno;
- Fortalecer a articulação da teoria com a prática, valorizando o ensino com pesquisa individual e coletiva, assim como os estágios e a participação em atividades de extensão;
- Organizar um modelo pedagógico capaz de adaptar-se à dinâmica das demandas da sociedade, em que a graduação passa a constituir-se numa etapa de formação inicial no processo contínuo de educação permanente;
- Contemplar as orientações para as atividades de estágio e demais atividades que integrem o saber acadêmico à prática profissional, incentivando o reconhecimento de habilidades e competências adquiridas fora do ambiente escolar.

Um currículo de curso de graduação expressa um perfil de formação, as competências, estrutura curricular, componentes curriculares, e deve estar em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), no caso dos cursos de bacharelado e licenciatura, ou o Catálogo Nacional dos Cursos Superiores de Tecnologia, no caso dos cursos tecnólogos. O currículo do curso deve integrar o PPC expresso por meio da estrutura curricular, ementas e bibliografias.

A estrutura curricular de um curso de graduação é composta pelas diversas Unidades Curriculares, como disciplinas (Obrigatórias, Optativas e Eletivas), Projetos Integradores, Atividades Complementares, Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Estágio Curricular e outras.

O problema de pesquisa pode ser caracterizado pela necessidade de premente de melhoria da qualidade do ensino no Brasil (GODINHO *et al.*, 2015) a partir do estudo de currículos de cursos de engenharia. Na tentativa de colaborar com a solução deste problema este artigo tem por objetivo analisar o currículo de três cursos de engenharia, em especial do Curso de Engenharia da Computação, representativos de três períodos cronológicos (1998, 2008 e 2018) com diferença de uma década entre eles, compreendendo três momentos, anterior a DCN de Engenharia 2002, DCN de Engenharia 2002 e pré nova DCN de Engenharia 2019.

Justifica-se tal esforço pela necessidade de entender as mudanças que ocorreram durante essas últimas décadas e que influenciaram a formação dos engenheiros, visando fornecer subsídios a estruturação dos currículos dos cursos de engenharia, visando o mercado de trabalho (FERLIN & TOZZI, 2008). Fato que por si só determina a relevância da pesquisa frente à necessidade de melhoria no processo de formação dos engenheiros no Brasil.

2. FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Um currículo de um curso de graduação deve levar em conta alguns elementos fundamentais sob o aspecto legal que são a DCN, definição da carga horária mínima e o tempo de integralização do curso.

2.1 DIRETRIZES CURRICULARES

As DCNs são um conjunto de definições doutrinárias sobre princípios, fundamentos e procedimentos na educação que orientam as IES na organização, articulação, desenvolvimento e avaliação de suas propostas pedagógicas. As DCNs têm origem na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, que assinala ser incumbência da União "estabelecer, em colaboração com os estados, Distrito Federal e os municípios, competências e diretrizes para a Educação, que nortearão os currículos e os seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar a formação básica comum".

O curso de Engenharia de Computação segue o disposto na Resolução CNE/CES nº 11 de 11 de março de 2002 (MEC, 2002), que institui DCN dos Cursos de Graduação em Engenharia, e a Resolução nº 5, de 16 de novembro de 2016 que institui a DCN para os cursos de graduação na área da Computação, dentre eles o curso de Engenharia de Computação.

Contudo, é importante frisar que já há uma nova DCN para as Engenharias (Resolução CNE/CES 1 de 23/01/2019) (MEC, 2019).

2.2 CARGA HORÁRIA

A carga horária mínima de um curso de graduação está estabelecida na Resolução CNE/CES nº 2, de 18 de Junho de 2007 (MEC, 2007a), e em específico para os cursos de engenharia foi estabelecida a carga horária de 3600 horas.

Entretanto, muitas IES utilizam a mensuração das unidades curriculares em termos de hora-aula, e por isso é obrigatório explicitar no PPC a duração da hora-aula e como é realizada contabilização em horas-relógio.

Uma das possibilidades para a adequação das horas-aulas em horas-relógio é o uso das Atividades Práticas Supervisionadas (APS), como previsto na Resolução CNE/CES nº 3, de 2 de julho de 2007 (MEC, 2007b). Desse modo, a carga horária da unidade curricular expressa em hora-aula, acrescido das APS, resulta em uma carga horária em horas. Por exemplo, se a hora-aula é de 50 minutos, para cada aula de 50 minutos ministrada pelo professor da disciplina, são acrescidos 10 minutos para as APS. Essas atividades não precisam necessariamente estar vinculadas a cada aula. Compete a cada professor, na ocasião de estruturação do plano de ensino da disciplina, prever as APS que serão consideradas na disciplina em questão, por exemplo: atividades desenvolvidas em ambientes didáticos, como biblioteca e laboratórios ou trabalhos individuais e em grupo. Entretanto, as APS devem ser registradas nos planos de ensino e nos planos de aula do professor.

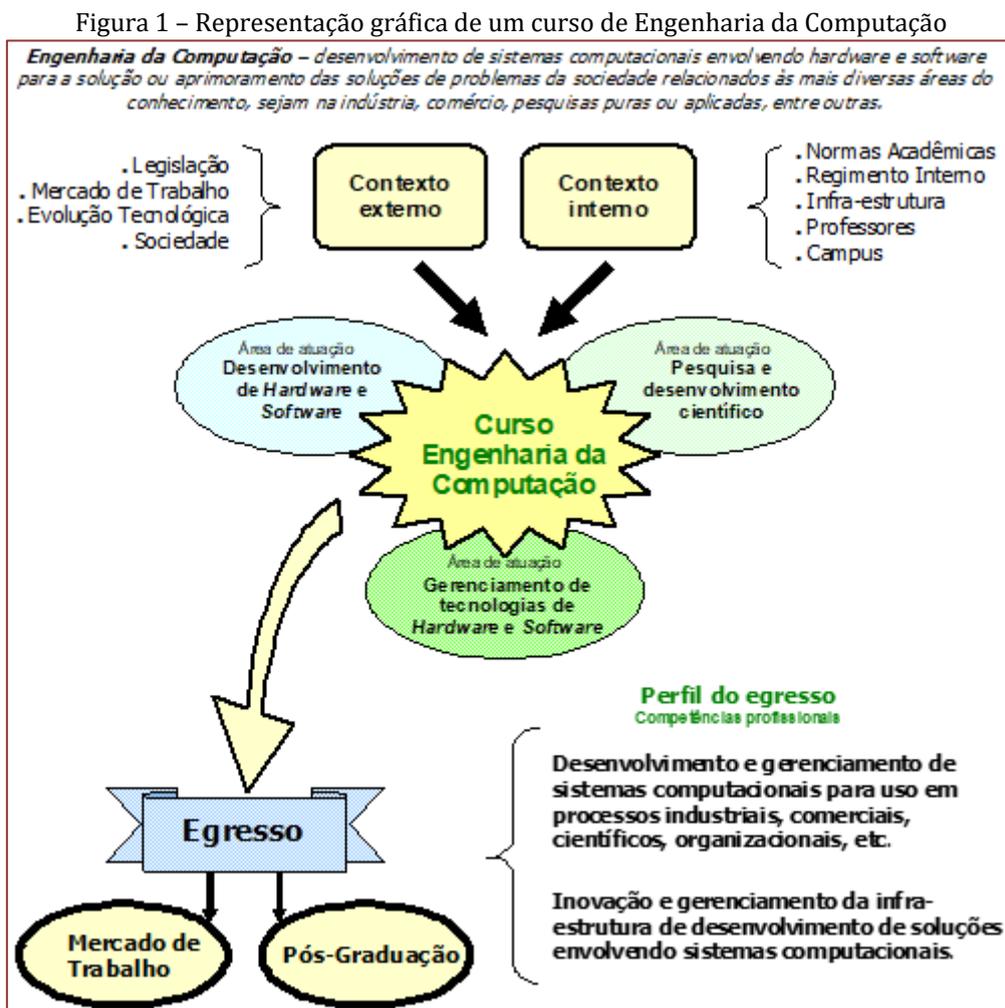
2.3 DURAÇÃO DO CURSO

A duração dos cursos de graduação, em particular dos cursos de engenharia, também estão definidos na Resolução CNE/CES nº 2, de 18 de Junho de 2007 (MEC, 2007a). Nessa resolução está expresso que para os cursos de engenharia o tempo mínimo de integralização é de 5 anos, mas pode ter uma duração diferente desde que devidamente justificada no PPC.

3. PERFIL DO EGRESSO

O curso de graduação em engenharia tem como perfil do egresso o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Na Figura 1 tem-se a representação gráfica de um Curso de Engenharia da Computação.



Fonte: Adaptação de Ferlin & Tozzi (2009)

As características fundamentais do Engenheiro da Computação são:

- Conhecimento e domínio do processo de projeto para construir a solução de problemas reais com base científica;
- Capacidade para aplicar seus conhecimentos de forma independente e inovadora, acompanhando a evolução do setor e contribuindo na busca de soluções nas diferentes áreas aplicadas;
- Capacidade para especificar, conceber, desenvolver, implementar, adaptar, produzir, instalar e manter sistemas que necessitem, no todo ou em parte, soluções computacionais;
- Capacidade para realizar a integração de recursos físicos e lógicos necessários ao atendimento das exigências computacionais;
- Capacidade para projetar sistemas computacionais ou adaptar sistemas já existentes a partir do levantamento das necessidades de uma organização;
- Capacidade para estudar a viabilidade técnica e econômica de projetos envolvendo computação, detalhando-os e fazendo o acompanhamento de todas as etapas de realização;
- Caráter profissional para atuar em equipes multidisciplinares e de forma autônoma;
- Capacidade de atuação em áreas tecnológicas que exijam conhecimentos combinados da engenharia eletrônica, da informática industrial, de sistemas de informação e da computação;
- Capacidade para analisar os mais diferentes tipos de problemas e de propor soluções computacionais adaptadas e de qualidade;
- Capacidade de exercer uma grande variedade de ocupações ligadas à área da computação em praticamente todos os setores da economia;
- Compreensão do mundo e da sociedade, uma formação de negócios, permitindo uma visão da dinâmica organizacional e estimulando o trabalho em grupo, desenvolvendo suas habilidades de comunicação e expressão, além de uma visão gerencial.

4. ESTRUTURA CURRICULAR

O Curso de Engenharia da Computação estrutura-se de acordo com a Lei no. 9.394 e com a Resolução CNE/CES no. 11, de 11 de março de 2002 (MEC, 2002), que institui a DCN para os cursos de engenharia. A formação de base em engenharia torna-se assim mais objetiva e dirigida, focalizando as disciplinas de formação específica em computação. O currículo ganha espaço para fortalecer a formação teórica e aplicada em computação.

A grade curricular do Curso de Engenharia da Computação é formada por três núcleos de conteúdos que garantem ao aluno as características essenciais da profissão:

- **Núcleo de Conteúdos Básicos** – Compreende as disciplinas onde são estudados os modelos matemáticos e físicos necessários para a compreensão dos conteúdos da formação em Engenharia.
- **Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes** – Agrupa disciplinas e conteúdos que visam capacitar o aluno na execução de trabalhos de pesquisa e de implementação, tanto individualmente quanto em equipe. Dirigido à formação de um profissional da Engenharia da Computação.
- **Núcleo de Conteúdos Específicos** – Visa oferecer ao aluno uma sólida base em Engenharia da Computação. Para tanto são estudados conceitos teóricos, técnicas e tecnologias da computação. Voltado para a formação específica do profissional, envolve duas subáreas de atuação: **Hardware e Software**.

4.1 NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS

De acordo com a DCN (MEC, 2002), o núcleo de conteúdos básicos, com cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os seguintes tópicos:

- I. Metodologia Científica e Tecnológica;
- II. Comunicação e Expressão;
- III. Informática;
- IV. Expressão Gráfica;
- V. Matemática;
- VI. Física;
- VII. Fenômenos de Transporte;
- VIII. Mecânica dos sólidos;
- IX. Eletricidade Aplicada;
- X. Química;
- XI. Ciência e Tecnologia dos Materiais;
- XII. Administração;
- XIII. Economia;
- XIV. Ciências do Ambiente;
- XV. Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

4.2 NÚCLEO DE CONTEÚDOS PROFISSIONALIZANTES

A DCN estabelece que o Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes, em torno de 15% da carga horária mínima, deve versar sobre um subconjunto coerente de tópicos a ser escolhido pela instituição a partir de um universo de 52 tópicos, descritos na DCN (MEC, 2002).

4.3 NÚCLEO DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS

O restante da carga horária do curso é destinado ao Núcleo de Conteúdos Específicos e se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades.

5. METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste estudo adotou-se o Estudo de Caso como método de pesquisa para poder analisar o currículo de cursos de engenharia da computação e na pesquisa foi adotado a técnica de pesquisa Quantitativa para mensurar os dados coletados (FONSECA, 2002; GERHARDT & SILVEIRA, 2009; GIL, 2007; PADUA, 2006; YIN, 2015).

A pesquisa foi composta por duas fases: a coleta de dados, que envolve o levantamento dos dados sobre o tema, utilizando para isso o método de pesquisa Estudo de Caso, considerando três grades curriculares de cursos de Engenharia da Computação, na modalidade Presencial, de IES particulares da cidade de Curitiba-Paraná; e a Análise Estatística dos dados obtidos segundo as práticas recentes apresentadas por Fávero e Belfiore (2017). Para a delimitação deste caso, e universo de pesquisa, foram consideradas três grades curriculares, uma de cada IES, correspondendo aos anos 1998, 2008 e 2018. Cujos dados foram obtidos de documentos e da internet.

O corte deste universo foi realizado em torno das grades curriculares dos Cursos de Engenharia da Computação nos três anos selecionados (1998, 2008 e 2018). Antes que os dados fossem enviados para os pesquisadores eles passaram por um processo de anonimização para garantir os direitos de privacidade dos cursos/IES sem alterar a significância dos dados. Estes dados foram obtidos na internet/documentos e só então distribuídos à equipe de pesquisa. A manipulação destes dados foi realizada em planilha eletrônica de forma permitir a análise estatística (SILVESTRE, 2007). Esta análise foi realizada com as ferramentas matemáticas disponíveis no *software* Excel da Microsoft.

Os cursos analisados possuem as seguintes características: a) Curso 1998: curso de uma universidade confessional com carga horária de 3825 horas distribuídas em 42 disciplinas; b) Curso 2008: curso de uma universidade particular com carga horária total de 4014 horas distribuídas em 31 disciplinas e utiliza as APS na composição da carga horária; c) Curso 2018: curso de um centro universitário particular com carga horária total de 3980 horas distribuídas em 60 disciplinas e utiliza a carga horária de 20% em disciplinas na modalidade EaD (Ensino à Distância).

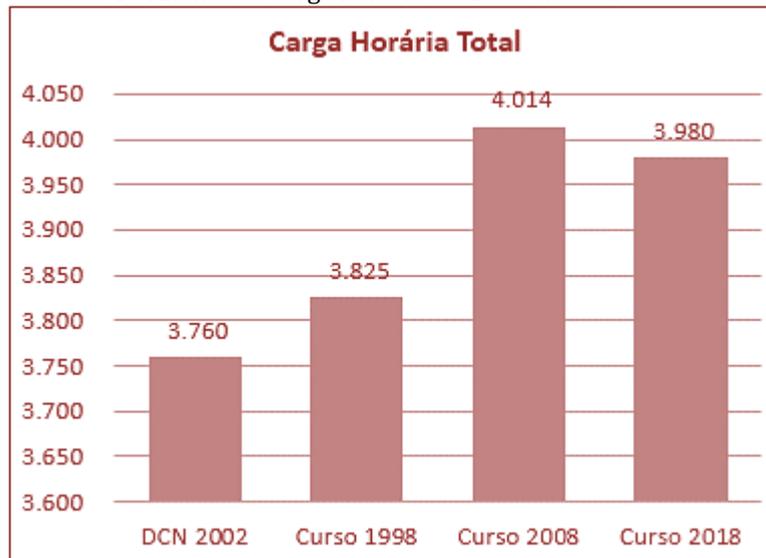
6. ANÁLISE E RESULTADOS

As grades curriculares dos cursos selecionados correspondem a três momentos distintos. A grade curricular do curso de engenharia de 1998 é anterior a DCN das Engenharias de 2002 que estabeleceu a carga horária mínima de 3600 horas, a grade de 2008 já estava em consonância à DCN 2002 e, por último a grade 2018 que é a grade anterior à nova DCN para as Engenharias aprovada pelo Parecer CNE/CES no. 1 de 23 de Janeiro de 2019 e homologada em 23/04/2019 (MEC, 2019).

6.1 CARGA HORÁRIA TOTAL

Observando o Gráfico 1 percebe-se que a carga horária total dos cursos analisados estão com carga horária superior à carga horária mínima estabelecida para os cursos de engenharia, que é de 3600 horas, acrescido das 160 horas de Estágio Curricular, totalizando 3760 horas.

Gráfico 1 - Análise da carga horária total dos três cursos estudados

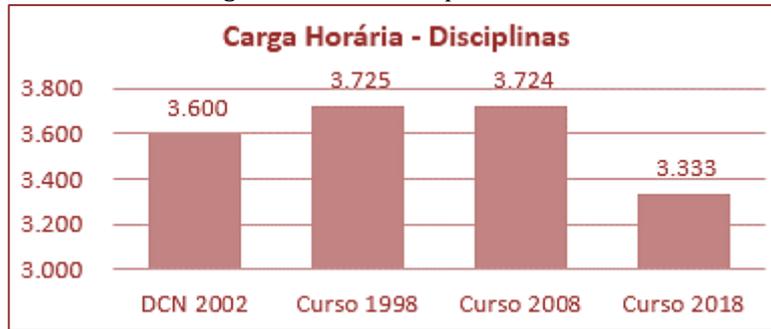


Fonte: os autores (2019)

6.2 CARGA HORÁRIA DAS DISCIPLINAS

Se for comparada somente a carga horária das disciplinas, percebe-se que a carga horária está em torno de 3900 horas-aula, como mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Análise da carga horária das disciplinas dos três cursos estudados



Fonte: os autores (2019)

6.3 CARGA HORÁRIA DOS CONTEÚDOS COMPLEMENTARES

No Gráfico 3 apresenta a carga horária destinada aos conteúdos complementares (TCC, Estágio Supervisionado, Atividades Complementares e *etc*). Consta-se que a partir da implantação da DCN de Engenharia em 2002, que estabeleceu a obrigatoriedade do TCC e do Estágio Supervisionado, e da sugestão das Atividades Complementares os cursos passaram a incorporar uma maior carga horária destinada aos conteúdos complementares, em especial às Atividades Complementares.

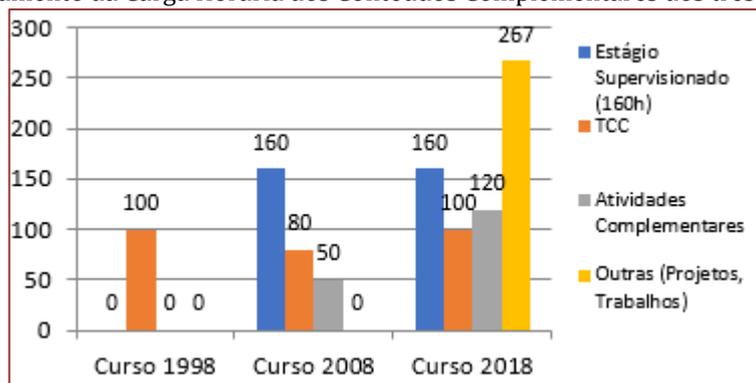
Gráfico 3 - Análise da carga horária dos Conteúdos Complementares dos três cursos estudados



Fonte: os autores (2019)

No detalhamento dos Conteúdos Complementares, percebe-se que houve uma maior diversidade de conteúdos, como mostrado no Gráfico 4, o que favorece uma maior adequação da formação ao mercado de trabalho.

Gráfico 4 - Detalhamento da Carga Horária dos Conteúdos Complementares dos três cursos estudados



Fonte: os autores (2019)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi realizada a análise do currículo de três cursos de engenharia da computação, referentes a três IES particulares localizadas em Curitiba-Paraná. Cada um dos currículos corresponde a um momento cronológico (1998, 2008 e 2018), conforme explicitado anteriormente.

De maneira geral, a carga horária total dos cursos é superior à mínima estipulada, de 3600 horas, sendo que a carga horária em disciplinas está em torno de 4000 horas. O que se percebe é que os currículos partir da DCN 2002 passaram a ter uma carga horária e diversidade maior dos Conteúdos Complementares (TCC, Estágio Supervisionado, Atividades Complementares e outras), e esse fato favorece a uma melhor adequação ao mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ASIBEI. *Aspectos básicos para el diseño curricular en ingeniería: caso iberoamericano*. Bogotá-Colômbia: ASIBEI, 2007.
- [2] ASIBEI. *El ingeniero iberoamericano*. Bogotá-Colômbia: ASIBEI, 2007.
- [3] ASIBEI. *Situación actual de la acreditación de programas de ingeniería en iberoamérica*. Bogotá-Colômbia: ASIBEI, 2007.
- [4] FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. *Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com excel, SPSS e Stata*. Editora Elsevier, 2017.
- [5] FERLIN, E.P.; TOZZI, M.J. *Análise sobre o mercado de trabalho para o engenheiro no Brasil: uma visão geral. Mais e Melhores Engenheiros*. Brasília-DF: Abenge, 2008.
- [6] FERLIN, E.P.; TOZZI, M.J. *Considerações sobre o Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo*. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 2009. Recife-PE: Abenge, 2009.
- [7] FONSECA, J.J.S. *Metodologia da pesquisa científica*. Apostila. Fortaleza-CE: UEC, 2002.
- [8] GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. (Org.). *Métodos de pesquisa*. Série Educação a Distância 1. ed. Porto Alegre-RS: Editora da UFRGS, 2009.
- [9] GIL, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo-SP: Atlas, 2007.
- [10] GODINHO, N.B.; GONCALVES, R.B.; DE ALMEIDA, A.S., 2015. Digital and information literacy in higher education: a study with students in Universidade Federal do Rio Grande--FURG/Competências digitais e informacionais no ensino superior: um estudo com acadêmicos na Universidade Federal do Rio Grande--FURG. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 13(2), pp.437-455.
- [11] MEC. *Diretriz para cursos de engenharia - RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002*. MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: abril 2019, 2002.
- [12] MEC. *Diretriz para cursos de engenharia - RESOLUÇÃO CNE/CES 1, DE 23 DE JANEIRO DE 2019*. MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/janeiro-2019-pdf/106051-pces821-18/file>. Acesso em: Junho 2019, 2019.
- [13] MEC. *Carga horária mínima - RESOLUÇÃO CNE/CES 2, DE 18 DE JUNHO DE 2007*. MEC. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/rces002_07.pdf. Acesso em: abril 2019, 2007.
- [14] MEC. *Conceito de hora-aula - RESOLUÇÃO CNE/CES 3, DE 2 DE JULHO DE 2007*. MEC. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/rces003_07.pdf. Acesso em: abril 2019, 2007.
- [15] MOROSINI, M. C. (Org). *A Universidade no Brasil: concepções e modelos*. Brasília-DF: INEP, 2006.
- [16] PÁDUA, E.M.M. *Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática*. 12. ed. Fortaleza-CE: Papyrus Editora, 2006.
- [17] SILVESTRE, A.L. *Análise de dados e estatística descritiva*. São Paulo-SP: Escolar editora, 2007.
- [18] YIN, R.K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2015.

Capítulo 2

Análise curricular das disciplinas obrigatórias de Engenharias sob a ótica do discente: Um estudo na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Aloísio Sousa da Silva Júnior

Bruno Boaventura Morbach

Wanderson Enéas Nascimento

Nuria Pérez Gallardo

Alan Monteiro Borges

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo levantar uma discussão sobre algumas disciplinas obrigatórias vinculadas ao desempenho acadêmico de estudantes de engenharia. A fim de quantificar tal abordagem, realizou-se um estudo de caso nos cursos do Instituto de Geociências e Engenharias (IGE) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará avaliando o desempenho dos alunos nas disciplinas da área computacionais, Matemática, Física e Química. Dessa forma, avaliou-se os alunos que ingressaram nos anos de 2015 a 2018, e observou-se que a maioria não obteve um bom desempenho nas disciplinas tanto do ciclo básico quanto do ciclo profissionalizante do curso, evidenciando a necessidade de desenvolver atividades que minimizem as elevadas taxas de reprovações e que contribuam para a melhor formação dos discentes.

Palavras-chave: Ensino. Engenharia. Atividades Curriculares.

1. INTRODUÇÃO

Os cursos de diversas áreas das Engenharias da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) nos períodos iniciais, envolvem o estudo de disciplinas fundamentais como Cálculo, Física e Química, cujo objetivo é fornecer ao aluno fundamentos teóricos que possibilitem a compreensão de disciplinas posteriores que fazem parte tanto do ciclo básico como do ciclo profissionalizante.

Segundo Pontes et al.(2012) nas etapas iniciais dos cursos de engenharia, os principais objetivos que os alunos devem alcançar estão relacionados com as habilidades em resolver problemas que envolvam os conceitos de derivada e integral, e também é importante compreender a capacidade de aplicação que estas operações apresentam na área tecnológica. No entanto, o que se observa nos cursos de engenharia em geral é que uma parcela significativa dos discentes não consegue apresentar um bom desempenho na disciplina Cálculo, e lacunas se projetam ao longo do curso, impedindo que o aluno obtenha êxito em disciplinas posteriores que exijam as habilidades dos conceitos citados.

Vários estudos (ARAÚJO et al., 2011; BARBETA e YAMAMOTO, 2002; MELLO et al., 2001) apontam que as principais dificuldades nesta fase inicial do curso estão relacionadas ao uso de conhecimentos básicos em matemática, que estão relacionados às etapas da educação básica, que são o ensino fundamental e médio. O problema associado ao desempenho dos alunos nas disciplinas Cálculo I, Cálculo II, Métodos de Soluções de Equações Diferenciais, Métodos Matemáticos Aplicados à Engenharia, Física I, Física II, Física III, Química Inorgânica, Química Geral Teórica, Química Geral Experimental, Físico-Química, Estatística Aplicada à Engenharia, Cálculo Numérico, Computação Aplicada à Engenharia e Mecânica dos Sólidos I não é uma realidade apenas na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Unifesspa - Campus de Marabá, mas de outras instituições de ensino superior, sejam elas públicas ou particulares, e em todo o Brasil.

Um fator bastante relevante no que diz respeito ao processo de seleção dos alunos para os cursos superiores foi a mudança, na década de 70, do vestibular por área de conhecimento para o vestibular envolvendo todas as áreas (PONTES et al., 2012). Segundo Mello et al. (2001), a partir destas mudanças da seleção para o ingresso nas universidades, os alunos passaram a absorver conteúdo de várias áreas, independente daquela que os mesmos escolheriam para fazer sua graduação. Além disso, a ausência de aprofundamento dos conteúdos de matemática, devido ao excesso de disciplinas cobradas, contribuiu para uma forma de ensino operacional, onde muitos conteúdos não recebem a abordagem adequada no ensino médio, fazendo com que os alunos não adquiram o raciocínio matemático básico para compreender algumas operações algébricas efetuadas em algumas disciplinas.

A princípio, o Cálculo foi inventado para atender às necessidades matemáticas – a maioria mecânicas – dos cientistas dos séculos XVI e XVII. O Cálculo Diferencial tratou o problema de calcular taxas de variação, permitindo a definição dos coeficientes angulares das curvas, da velocidade e da aceleração de corpos em movimento e determinação dos ângulos a que seus canhões deveriam ser disparados para obter o maior alcance, além de prever quando os planetas estariam mais próximos ou mais distantes entre si. A falta de uma formação básica consistente acaba refletindo negativamente quando o discente ingressa no ensino superior, levando-o muitas vezes a desistir do curso acadêmico. Verifica-se, em todo o mundo, que a taxa de evasão no primeiro ano do curso é duas a três vezes maior que no ano seguinte (LOBO et al., 2007).

Neste contexto, este trabalho objetiva levantar uma discussão sobre algumas disciplinas obrigatórias vinculadas ao desempenho acadêmico de estudantes de diversos cursos do IGE a partir de uma análise de dados levantada sob a ótica do aluno.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de verificar essas dificuldades em algumas disciplinas do núcleo básico para os ingressantes em Engenharia, a metodologia da pesquisa consistiu na aplicação de dois tipos de questionário, sendo um questionário com método de pesquisa de forma presencial, para validar a estrutura proposta. O método usado é uma técnica de análise multivariada que permite representar as proximidades entre um conjunto de informações que é dada a representação gráfica, e a maior semelhança entre a pesquisa elaborada foi a busca de estratégia para otimização do desempenho acadêmico.

Abordou-se inicialmente uma coleta de informações para conhecer a opinião dos universitários ingressantes na Unifesspa, ressaltando a consolidação de informações para promover a melhoria do ensino e dos procedimentos didático-pedagógicos.

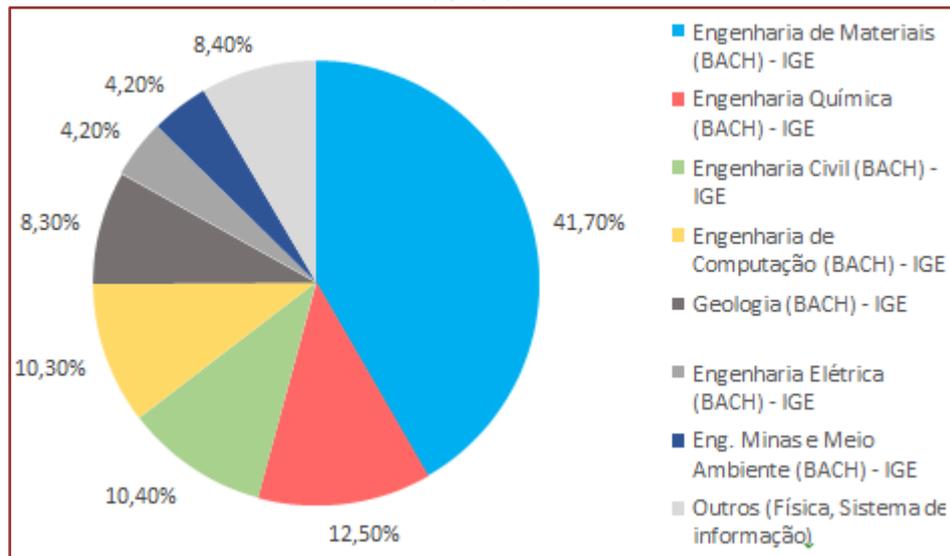
Na segunda etapa, aplicou-se outro questionário com as turmas de Engenharia de Materiais, por participarem de forma mais expressiva do questionário anterior, o equivalente a 100% dos discentes ativos do curso de Materiais, além da participação de discentes de outros cursos de graduação da Unifesspa (conforme imagem 1). Através da amostra destes estudantes avaliou-se o nível de dificuldade das disciplinas obrigatórias no curso de Engenharias. Intuitivamente, os que avaliaram como sendo de nível fácil ou médio teriam considerado as disciplinas nas quais os mesmos teriam alcançado conceito bom (BOM) ou excelente (EXC), como também de nível médio e difícil seriam as disciplinas com conceito insuficiente (INS) ou regular (REG).

Os resultados dos questionários foram analisados em conjunto, com a sugestão de roteiro objetivando a verificação do desempenho nas disciplinas básicas do curso através de hipóteses, preservando a liberdade das mesmas de utilizarem outros modelos ou formas de apresentação mais abrangentes e compatíveis com suas identidades e estratégias de trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos questionários verificou-se que a maioria dos alunos se encontravam na etapa final de disciplinas obrigatórias dos cursos do IGE, sendo que o foco era a participação das turmas de Engenharia de Materiais. A partir da análise feita com os 54 discentes do curso de Materiais, os quais ingressaram entre os anos de 2014 a 2017. A Figura 1 apresenta a porcentagem de discentes por curso do IGE da UNIFESPPA.

Figura 1 – Discentes do Instituto de Geociências e Engenharias da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.



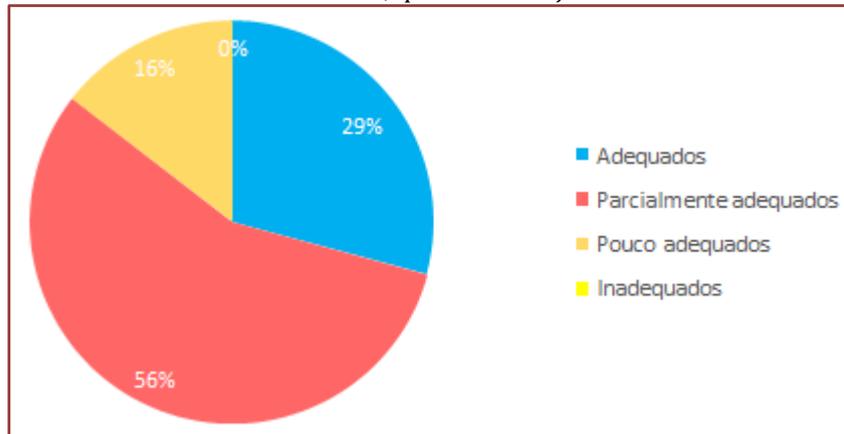
Fonte: Autores, 2018.

Conforme demonstrado acima, das 131 pessoas entrevistadas, 41,70% ou 54 delas são do curso de Engenharia de Materiais. Torna-se importante ressaltar que o quantitativo de vagas ofertadas neste curso pelo Sistema de Seleção Unificada (SISU) é de 30 vagas por ano, ou seja, deveria ter 120 discentes matriculados com entradas de 2014 à 2017, porém nota-se que 45% dos discentes do curso de Engenharia de Materiais desistiram, dado esse que pode ser analisado em trabalhos posteriores.

A Figura 2 abaixo demonstra que 70,8% dos entrevistados consideram que os procedimentos de ensino são parcialmente ou pouco adequados. Isso acontece porque o modelo tradicional de avaliação concentra-se no aspecto quantitativo, no qual a medição do aprendizado é balizada por mecanismos de transmissão e memorização das informações transmitidas. O estudante é visto como um ser passivo e incapaz de produzir conhecimento. Consequentemente, o professor é colocado como detentor desse conhecimento, o que causa um distanciamento do aluno e um engessamento do processo educativo (ABELED0 et al., 2004).

Conforme Anastasiou (2013), isso pode ser explicado também devido ao modelo de ensino empregado no país, o sistema educacional institucionalizado iniciou-se com a vinda dos jesuítas no século XVI para o Brasil. Conforme a autora, este foi o primeiro modelo de influência, o jesuítico, base para a formação das escolas brasileiras, tanto para as classes iniciais como os estudos superiores. Algumas características desta organização dos cursos em séries ou anos letivos permanecem até hoje.

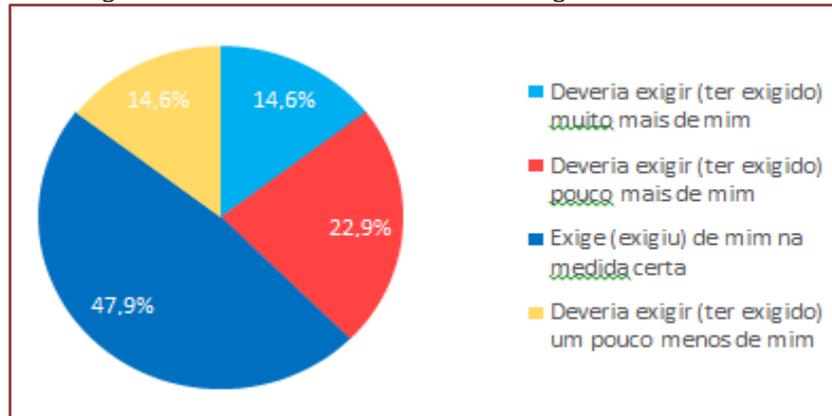
Figura 2 – Como você avalia os procedimentos de ensino adotados pela maioria dos professores e/ou orientadores acadêmicos, quanto aos objetivos do curso?



Fonte: Autores, 2018.

A Figura 3 aponta que 47,9% dos entrevistados afirmaram que o nível de exigência do curso é o ideal, e 14,6% avaliaram que deveria ser menos exigido. Pelo fato do curso de engenharia ser de período integral, a disponibilidade do discente deve ser em todo período seja matutino e vespertino, fazendo com que haja uma certa exigência nos estudos.

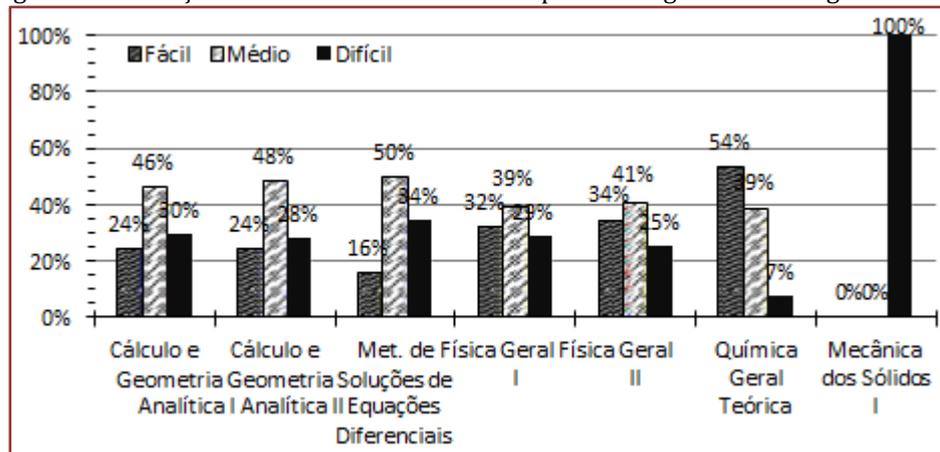
Figura 3 – Como você avalia o nível de exigência do curso?



Fonte: Autores, 2018.

No resultado comparativo a Figura 4 mostra a avaliação entre as disciplinas. No 1º semestre, destaca-se a disciplina Cálculo e Geometria Analítica I, no qual mais de 50% dos alunos que ingressaram no ano de 2014, 2016 e 2017 a consideraram como médio ou difícil. E o destaque do 2º semestre, encontra-se Cálculo e Geometria Analítica II e Física Geral I consideraram como médio ou difícil. Outra observação relevante é a de que a disciplina Mecânica dos Sólidos I foi considerada por todos os discentes de Engenharia como difícil.

Figura 4 – Avaliação dos discentes sobre as disciplinas obrigatórias na Engenharia.



Fonte: Autores, 2018.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito deste trabalho foi ressaltar a importância das matérias de cálculo nos períodos iniciais dos cursos de Engenharias e mostrar as dificuldades encontradas sob a ótica dos discentes, e os resultados obtidos foram alarmantes, pelo fato de que quase todos os alunos apresentaram determinadas dificuldades em algumas disciplinas do ciclo básico. Medidas de ação, tais como:

- **Seleção/treinamento de monitores e material didático**

Os monitores que participaram foram selecionados pela equipe técnica do projeto. Puderam participar discentes regularmente matriculados a partir do terceiro semestre de qualquer curso de engenharia do Campus.

- **Curso de Nivelamento**

As aulas do curso de nivelamento serão ministradas de forma a não comprometer as atividades curriculares dos alunos ingressantes e tinham como foco o estudo e a abordagem teórica e prática dos conceitos tecnológicos relacionados à disciplina.

- **Monitoria: plantão de dúvidas**

O plantão de dúvidas funcionaria com a participação dos monitores, os quais serão orientados por docentes e técnicos pedagógicos.

As medidas expostas podem contribuir para diminuir os números de reprovações e desistências. Com isso, é perceptível que este tipo de estudo venha a configurar-se como sendo de grande relevância para avaliar a qualidade do ensino, bem como para influenciar a busca por formas de melhorá-lo e, conseqüentemente, obter profissionais egressos desta universidade, mais capacitados.

REFERÊNCIAS

- [1] ABELEDO, L.M.O. ; FORTES, S.M ; GARCEZ, P.M ; SCHLATTER, M. Uma compreensão etnometodológica de aprendizagem e proficiência em língua adicional. Trabalhos em Linguística Aplicada (UNICAMP), v. 53, p. 131-144, 2014.
- [2] ANASTASIOU, L. G. C. Subsídios para Construções ou Atualizações Curriculares. Campinas, Papirus, 2013.
- [3] ARAÚJO, P.R.; ALMEIDA, D.D.; SOUSA, G.M.C. de; RIBEIRO, T.R.L.T.; BARROS, M.T.A.
- [4] Reprovação nas disciplinas básicas: uma reflexão dos aspectos pedagógicos, na perspectiva dos docentes e discentes aprovados. Anais: XXXIX – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Blumenau, SC: ABENGE, FURB, 2011.
- [5] BARBETA, V. B.;YAMAMOTO, I. Dificuldades Conceituais em física Apresentadas por Alunos Ingressantes em um Curso de Engenharia. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 3, Setembro, 2002.
- [6] LOBO, R.L., MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O., CARVALHO, M. L.M.B. A evasão no Ensino Superior Brasileiro. Cadernos de Pesquisa. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742007000300007> MELLO, J.C.C.B.S. de;

- [7] MELLO, M.H.C.S. de; FERNANDES, A.J.S. Mudanças no ensino de Cálculo I: histórico e perspectivas. Anais: XXIX – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Rio Grande do Sul: ABENGE, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2001.
- [8] PONTES, P.C.; SOUZA, M.S.R; PEREIRA, M.J., FONSECA, M.C.P.; PEREIRA F. M.L. A relação do conhecimento de cálculo I no desempenho e conclusão dos cursos de engenharia- um estudo de caso no curso de alimentos. Anais: XL – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belem-PA: ABENGE, 2012.

Capítulo 3

Relato de experiência em Educação Empreendedora nas Engenharias: Inovação Pedagógica na disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos da Pós-Graduação em Propriedade Intelectual, Transferência de Tecnologia para a Inovação

Sônia Marise Salles Carvalho

Tania Cristina Cruz

Resumo: Este artigo relata a experiência da aplicação da educação empreendedora, tendo como foco a metodologia de aprendizagem por problemas, que foi desenvolvido em uma disciplina denominada Empreendedorismo em Setores Tecnológicos. O objetivo é mostrar a importância de estudo dinâmico de casos reais, de modo a favorecer a motivação, o engajamento, a aprendizagem ativa e a relação afetiva entre estudantes e professores. O desafio foi como inovar na metodologia de ensino-aprendizagem mediante um ambiente educacional tradicional, caracterizado pela divisão clássica entre ensino, pesquisa e extensão, ainda com fronteira clássica disciplinar. As implicações práticas dessa experiência, ao percorrer uma trilha empreendedora junto aos estudantes, revelou que aprender a ser empreendedor depende da oportunidade e da necessidade de praticar o empreendedorismo; práticas empreendedoras são mais eficientes com equipes multidisciplinares; soluções eficientes para problemas reais somente podem ocorrer mediante uma educação empreendedora e em uma educação empreendedora há a valorização do desenvolvimento humano em todas as suas dimensões.

Palavras-chave: educação, empreendedorismo, engenharia

INTRODUÇÃO

A experiência relatada nesse texto refere-se às mudanças pedagógicas ocorridas na disciplina optativa denominada Empreendedorismo em Setores Tecnológicos, que faz parte do conjunto de disciplinas optativas do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual, Transferência de Tecnologia para Inovação da Universidade de Brasília (PROFNIT/UnB), que é oferecido em rede nacional e presencial com 40 pontos focais e com o propósito de qualificar os participantes para atuarem em ambientes de inovação no país.

Essa disciplina tem como objetivo aprimorar as competências empreendedoras dos estudantes, por meio do conhecimento sobre o tema na literatura nacional e internacional, realização de pesquisa aplicada e reflexão da própria vivência com a prática do empreendedorismo.

No período de dois anos foi ofertada quatro vezes, totalizando 80 estudantes que já a fizeram e cuja avaliação discente tem introduzido mudanças incrementais na didática da disciplina, principalmente na relação ensino-aprendizagem. No entanto, as mudanças instituídas não alteraram a forma de produção do conhecimento, mas se restringiram à didática do ensinar e aprender.

Na 4ª edição, no segundo semestre de 2018, ocorreu um fato importante que impulsionou as professoras, que vêm ministrando essa disciplina, a rever toda a base epistemológica e ontológica, para que o propósito da disciplina fosse alcançado com referência ao desenvolvimento das competências empreendedoras dos estudantes e sua intervenção qualificada em ambientes promotores de inovação, a luz do que está pontuado na chamada quintupla hélice¹.

A experiência vivida pela turma de 2/2018 com 12 estudantes, a ser relatada nesse texto traduz a relação entre o ideal e o possível na trajetória pedagógica em seis meses de convivência, permeados de debates, mediação de conflitos, redimensionamento do papel do professor e do estudante no processo ensino e aprendizagem e da utilidade da ciência produzida em um ambiente educativo de natureza pública.

O tempo de aprendizagem extrapolou o tempo de imersão e as atividades da disciplina, recolocou os sujeitos da aprendizagem em situação de trocas permanentes e desautorizou qualquer hierarquia vertical em prol de uma vinculação pedagógica horizontal e de produção de conhecimento útil à sociedade.

1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA ENFRENTADO

Até o segundo semestre de 2018, na quarta edição, a disciplina Empreendedorismo em Setores Tecnológicos, de três créditos e 45 horas/aula, perfazendo 15 encontros, tinha como proposta praticar a metodologia de ensino-aprendizagem baseada no estudo dinâmico de casos reais (Harvard Business School cCse Studies) onde se aprende por realização real, direta e prática sobre o tema do empreendedorismo e as relações desse tema com a tecnologia, inovação e desenvolvimento. Os estudantes após leitura teórica preparavam pesquisa de campo para conhecer as práticas empreendedoras em diferentes setores tecnológicos do Distrito Federal e Entorno. A proposta pedagógica contemplava quatro unidades de análise interdependentes, conforme quadro 1.

No entanto, apesar do enfoque estar na pesquisa aplicada e na atuação dos estudantes com intensa participação no processo ensino-aprendizagem, a disciplina permanecia no paradigma tradicional de produção de ciência na perspectiva positivista, que se caracteriza: i) conhecimento centrado no professor, cujo papel educativo se restringe a ser transmissor do conhecimento e não na relação professor-conhecimento-estudante; ii) produção de conhecimento na interlocução entre um sujeito e um objeto de investigação em busca da objetividade da ciência, considerando a neutralidade científica; iii) relação utilitária entre ciência e tecnologia, cujos componentes estão à serviço de interesses de classe e sem compromisso com as gerações futuras; iv) prática do empreendedorismo voltado para sua dimensão econômica e psicológica e direcionado as ciências da administração, desconsiderando a multidimensionalidade desse fenômeno social.

¹ As relações entre universidade-indústria-governo são vistas como estratégicas para incentivar a dinâmica da inovação. Contudo, essa tríade recebeu novos atores que fortalecem o processo de geração de inovação e conhecimento, considerando aspectos para um desenvolvimento sustentável e a forte atuação da Sociedade Civil e o Terceiro Setor.

Quadro 1: organização pedagógica da disciplina

UNIDADE	CARACTERIZAÇÃO	ATIVIDADE PEDAGÓGICA	RESULTADOS ESPERADOS
1ª UNIDADE	Revisão de literatura sobre o tema empreendedorismo	Busca e análise de dados sobre o tema empreendedorismo em setores tecnológicos Registro da busca de dados resultado segundo a ABNT	Ampliação do conhecimento as políticas, programas, projetos e ações existentes em relação empreendedorismo no país e no DF.
2ª UNIDADE	Pesquisa empírica em ambientes promotores do empreendedorismo no Distrito Federal e Entorno	Pesquisa de campo a setores tecnológicos – empresa, governo, instituições de ensino, terceiro setor para verificação das competências empreendedoras	Planejamento e Relatório dos resultados da pesquisa
3ª UNIDADE	Artigo Científico sobre ambientes promotores do empreendedorismo no DF e Entorno	Escrita do artigo científico contendo o referencial teórico, os resultados da pesquisa de campo e proposições de melhorias para as competências empreendedoras dos setores investigados.	Artigo científico seguindo as normas da ABNT sobre empreendedorismo aplicado a ...
4ª UNIDADE	Comunicação da Pesquisa de Campo sobre ambientes promotores do empreendedorismo no DF e Entorno	Planejamento do evento científico aberto para apresentar os resultados	Realização do Workshop com apresentação dos resultados

Fonte: professoras Sônia M.S.Carvalho e Tania C.Cruz

Esse conjunto de considerações tem reforçado a manutenção de uma universidade pautada pela produção do conhecimento no modelo positivista, que traduz a divisão clássica entre ensino, pesquisa e extensão, ainda com fronteira clássica disciplinar, pela divisão entre pesquisa básica e aplicada e pela inversão da atividade-fim de uma universidade pública, que deveria ser a formação dos estudantes nas dimensões sociais, espirituais e culturais e não apenas cognitivas e seu compromisso com a entrada, permanência e saída do estudante para constituir-se cidadão com ética profissional.

A turma de 2/2018, composta de 12 estudantes, na faixa etária média entre 45 a 60 anos, com formação multidisciplinar, oriunda de diferentes áreas de formação na graduação (administração pública e de pessoas, psicologia, designer, direito,, engenharia química na área de biotecnologista) e atuando em espaços profissionais diversificados, manifestou na apresentação do plano de curso a insatisfação com a proposta pedagógica no sentido de que “gostariam de aprender sobre empreendedorismo empreendendo” e a proposta de condução da disciplina não contemplava essa perspectiva. Então o desafio foi: como promover uma educação empreendedora em um contexto de aprendizagem tradicional? Como desenvolver competências empreendedoras (–conhecimento, habilidades, atitudes) não alinhadas ao modelo clássico de produzir ciência? Como inovar a metodologia da disciplina perante um currículo e uma dinâmica de pós-graduação contingenciada pelo modelo positivista?

Essas questões passaram a ser o desafio pedagógico para as professoras que foram motivadas a inovar não apenas nos procedimentos didáticos, mas incorporar uma mudança disruptiva em relação a forma de produção do conhecimento, ao retirar as fronteiras entre pesquisa básica e aplicada, ensino-pesquisa-extensão e sujeito e objeto do conhecimento.

2. SOLUÇÃO DESENVOLVIDA - TRILHA METODOLOGICA

Para atender aos desafios propostos pelos estudantes, em mudar a forma de ministrar a disciplina Empreendedorismo em Setores Tecnológicos, foi escolhido a metodologia de aprendizagens baseadas em problemas (PBL, do inglês Problem-Based Learning), cuja principal característica tem sido a solução de problemas reais, por meio de projetos coletivos e utilizando tecnologias e ferramentas modernas com maior valorização das experiências práticas.

Segundo Bender (2012), a PBL pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto de trabalho cooperativo para resolução de problemas. Nesse sentido, a disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos deixa de realizar pesquisa aplicada em um mundo já dado a priori e busca refletir e agir sobre os problemas do mundo real referente ao tema empreendedorismo e suas derivações. Não basta aproximar teoria e prática e permanecer na relação sujeito e objeto do conhecimento, mas constituir sujeitos em diálogo qualificado que possam produzir novo conhecimento a partir das conexões entre trajetórias de vida, profissionais e acadêmicas, de modo que a participação destes no ecossistema de inovação do DF seja real e significativo.

A metodologia de aprendizagem baseada em problemas foi criada na Universidade de Maastricht e foi fundamentada pela escola do construtivismo, onde se faz necessário que a resolução de problemas e as aprendizagens sejam baseadas na interação entre estudantes, professores e comunidade e que juntos vão desvendando o percurso pedagógico sob determinando fenômeno social, por um processo dialógico que possibilita ouvir os outros e ser ouvido por eles e tomar decisões coletivas que impactam positivamente o indivíduo e o grupo. Esse processo foi experimentado na disciplina Empreendedorismo em Setores Tecnológicos durante os encontros pedagógicos quando foi sendo criado a proposta de um empreendimento de economia circular para resíduos têxteis utilizando a logística reversa.

Aprender a “empreender empreendendo” tornou-se a pedra angular da disciplina em sua proposta metodológica. Isso significou que devemos identificar o que os estudantes já sabem, o que eles precisam saber e como e onde acessar nos conhecimentos para a resolução do problema.

A aplicação do Project Based Learning (PBL) se baseia na formulação, resolução e discussão do problema e está baseada em etapas: envolver, esclarecer termos, definir problema(s), brainstorming, estudo e síntese. Essas etapas foram adaptadas na disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos, a saber:

Envolver e Esclarecer Termos

Atividade A - Escrita poética e mapa da vida

O conhecimento entre os 12 estudantes e as 2 professoras foi inicialmente realizado por meio de uma escrita poética sobre a vida de cada um e qual a expectativa com o resultado da disciplina e foi assim socializado no segundo encontro pedagógico. Necessidade de transformar o espaço da sala de aula para além de um ambiente de trocas de experiências e conhecimentos, mas para um lugar de acolhimento, empatia, confiança, de modo a construir vínculos pedagógicos fundamentais em caminhos pedagógicos capazes de promover mudanças nas condições cognitivas e emocionais originárias.

O resultado da escrita poética e revelou uma equipe motivada a “empreender fazendo” e foi decidido coletivamente que seria criado um empreendimento que abarcasse toda a utopia dos estudantes, caracterizado por um negócio de impacto social e ambiental.

No entanto não basta uma boa ideia para se transformar em negócio, é preciso competências empreendedoras significativas e um processo pedagógico de aprendizagem que proporcione o desenvolvimento das atitudes e comportamentos que transforme a ideia em negócio mediado por diferenças de visões de mundo e sentimentos, mas salvaguardados por objetivos comuns de interesse, vontade e intencionalidade.

Atividade B - Mudanças no plano de curso original

No primeiro encontro foi apresentado uma versão preliminar do Plano de Curso que promoveu debate entre os estudantes de como melhorar, retirar ou potencializar a proposta pedagógica contida no plano inicial, no sentido de aproximar os propósitos de cada um aos objetivos gerais da disciplina.

Após o debate foi proposto a modificação na avaliação da disciplina e que contemplasse uma prática pedagógica capaz de ajustar-se aos objetivos da disciplina, que é vivenciar as competências empreendedoras relativo à ampliação do conhecimento sobre o tema, desenvolvimento de habilidades na prática e oportunidade de ter atitudes no processo de passagem pela didática oferecida.

Atividade C - Alinhamento dos conceitos

A literatura sobre educação e empreendedorismo tem sido muito estudado nos últimos cinco anos de modo que sua abrangência e diversificação de conceitos suscitou aos estudantes escolhas de abordagens que favorecessem a ampliação do conhecimento que eles já possuíam sobre os temas.

Após uma aula na biblioteca da universidade com especialistas em busca de dados os estudantes tiveram acesso à literatura sobre o tema empreendedorismo, inovação pedagógica, educação e competência empreendedora. Escolheram algumas abordagens que pudessem favorecer a compreensão do negócio que queriam criar.

Quadro 2: termos escolhidos para referenciar a pesquisa

Palavra	Significado	Autor (es)
Empreender	origem francesa e significa aquele que assume riscos e começa algo novo.	Dornelas , 2008
Empreendedor	um tipo ideal e ente portador de interesses, vontade e intencionalidade; um indivíduo socializado; elemento dinâmico da economia; empresário inovador, agente, decide racionalmente com base em valores (inovação), e também é guiado pela paixão (desejos e conquistas).	Max Weber e Schumpeter ,2010
Empreendedorismo	despertar do indivíduo para o aproveitamento integral de suas potencialidades racionais e intuitivas. É a busca do autoconhecimento em processo de aprendizado permanente, em atitude de abertura para novas experiências e novos paradigmas. “Um empreendedor é uma pessoa que imagina, desenvolve e realiza visões”	Oliveira, 2004. Filion 1989.
	Empreendedor social são atores sociais que atuam na criação de empreendimentos com sustentabilidade e valor social, em oposição à busca do valor privado exclusivamente	Shamuganathan, 2010.
	Os estudos sobre o Empreendedorismo Social apontam três dimensões relacionadas: individual, organização (grupo) e ambiental.	Calmanovici, 2011.
	O empreendedorismo é uma criação de valor por pessoas e organizações trabalhando juntas para implementar uma ideia. Designa uma área de grande abrangência e trata de vários temas, além da criação de empresas, tais como: a) a geração de auto-emprego (trabalhador autônomo); b) o empreendedorismo comunitário (como as comunidades empreendem); c) o intra-empreendedorismo (o empregado empreendedor); d) as políticas públicas (políticas governamentais para o setor).	Miranda, 2009

Quadro 2: termos escolhidos para referenciar a pesquisa (continuação)

Palavra	Significado	Autor (es)
Inovação pedagógica	<p>construção dos projetos pedagógicos para atingir objetivos, no âmbito de uma determinada instituição educativa. Considerando a inovação uma produção humana, parto da ideia de que suas bases epistemológicas estão alicerçadas no caráter emancipador e argumentativo da ciência emergente. A inovação procura maior comunicação e diálogo com os saberes locais e com os diferentes atores e realiza-se em um contexto que é histórico e social, porque humano.</p> <p>inovação é a implementação de um produto, bem ou serviço, seja novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios na organização do local de trabalho ou nas relações externas.</p> <p>propôs uma lista de cinco tipos de inovação: i) introdução de novos produtos; ii) introdução de novos métodos de produção; iii) abertura de novos mercados; iv) desenvolvimento de novas fontes provedoras de matérias-primas e outros insumos; v) criação de novas estruturas de mercado em uma indústria</p>	<p>Manual de Oslo,2006</p> <p>Lucarelli Et Al. 1994.</p> <p>Schumpeter ,1934</p>
Inovação pedagógica	<p>O projeto político-pedagógico, na esteira da inovação emancipatória, enfatiza mais o processo de construção. ... Inovação e projeto político-pedagógico estão articulados, integrando o processo com o produto porque o resultado final não é só um processo consolidado de inovação metodológica no interior de um projeto político-pedagógico construído, desenvolvido e avaliado coletivamente, ...</p> <p>... A inovação é produto da reflexão da realidade interna da instituição referenciada a um contexto social mais amplo. Este ponto é de vital importância para se avançar na construção de um projeto político-pedagógico que supere a reprodução acrítica, a rotina, a racionalidade técnica,</p> <p>... Organizar as atividades-fim e meio da instituição educativa, por meio do projeto político-pedagógico sob a ótica da inovação emancipatória e edificante, traz consigo a possibilidade de alunos, professores, servidores técnico-administrativos unirem-se e separarem-se de acordo com as necessidades do processo.)</p> <p>... “o complexo e intrincado conjunto de relações entre os múltiplos fatores que tornam possíveis, ou não, as inovações nas universidades. Não obstante, indica o professor “[...] como elemento fundamental que pode favorecer a mudança, pela sua condição de dar direção à prática pedagógica que desenvolve, mesmo reconhecendo nesta os condicionantes históricos, sociais e culturais.”</p> <p>Pode-se dizer que inovação é todo processo que traz uma ideia de ação transformadora do já existe em algo novo, ao introduzir novidades em produtos, processos, rotinas. Para que o processo de criação de novos saberes aconteça, é necessária a troca de conhecimento entre indivíduos. Assim entende-se que a interação entre as pessoas favorece o processo de inovação e conseqüentemente o processo de criação de ideias</p>	<p>Veiga, 2003</p> <p>Cunha, 2005.</p> <p>Du Preez, Louw E Esmann, 2006.</p>

Quadro 2: termos escolhidos para referenciar a pesquisa (continuação)

Palavra	Significado	Autor (es)
	“... É bem verdade que os docentes da educação superior precisam de certo espaço de liberdade, e, inclusive, de caos, como assinala o autor, para que exerçam uma tarefa tão complexa e pessoal como a docência. Por outro lado, não podemos incorrer no equívoco de sacralizar modelos de docência tão individualistas como os que agora temos. A autonomia e a liberdade pedagógica do professor não podem colocar em risco um projeto de formação de sujeitos incapazes de responderem às demandas produtivas, de trabalho e tecnológicas de seu tempo, mas, também, de operarem, provocarem, protagonizarem as mudanças e a construção de seu tempo.	Pensin e Nikolai 2013,p.60 .
Aprendizagem por problemas	O ABP mudar o papel do professor de "instrutor do conhecimento" para o de "facilitador da aprendizagem" e de aceitar um controle do currículo mais "articulado" do que "departamental". Os estudantes podem desempenhar um papel importante na discussão da transição de um currículo "tradicional" para um currículo do ABP, optando por uma abordagem mais auto-dirigida da aprendizagem,	DesMarchais, 2001; van Rossum, 2000; Schwartz, Mennin, Webb, 2001.

Fonte: adaptado pelas autoras

1. Definir e Categorizar o problema

O desafio da disciplina foi direcionada para a seguinte questão: como garantir uma educação empreendedora que estimulasse as competências necessárias à criação de um empreendimento caracterizado por um modelo de negócio de impacto social e ambiental? Que metodologia poderia ser introduzida na pedagogia da disciplina para aprimorar a educação empreendedora?

2. Brainstorming - Encontros pedagógicos

As aulas tradicionais foram redimensionadas para encontros pedagógicos, com o objetivo de transformar a ideia em negócio, praticando as competências empreendedoras necessárias a esse tipo de atividade criativa. Foram realizados nessa fase 10 encontros de três horas para idealizar um modelo de negócio. Foi se consolidando a criação do empreendimento de economia circular para resíduos têxteis pela logística reversa com o objetivo de inovar na reciclagem de resíduos têxteis com uso das técnicas de biotecnologia.

Atividade D

O processo de ideação do negócio inicia-se com a aplicação da ferramenta denominada Matrix Swot, que foi desenvolvida nos anos 60 por Albert Humphrey, com o propósito de realizar diagnóstico de empreendimento ou empresa, por meio de uma visão ampla de cenário, a partir do levantamento de quatro componentes: Strengths (Forças); Weaknesses (Fraquezas); Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças).

A aplicação dessa ferramenta permite análise do ambiente interno e externo do empreendimento que se quer criar ou inovar, de modo a facilitar as estratégias de obtenção de êxito no negócio. Esse processo durou três encontros e desafiou os estudantes a lidar com as diferenças de opiniões, a analisar e sintetizar ideias e a estabelecer tarefas e funções a partir das habilidades de cada um.

Quadro 3: Matriz Swot para criação da Empresa Reenquadrar

Cenário Interno	
Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none"> ■ Oferta abundante de matéria prima; ■ Conhecimento de tecnologia social; ■ Inovação tecnológica em economia circular; ■ Responsabilidade socioambiental empresarial - RES; ■ Possibilidade de receber por doação os uniformes, que são a matéria prima da empresa; ■ Alta possibilidade de receber em boa qualidade a matéria-prima da empresa; ■ Diversidade de produtos que podem ser gerados (estojos, bolsas, joias têxteis, ecobags, mochilas, capas de agenda, chapéu, avental, luvas térmicas, sacolas, colchão, nécessaire, produtos para pets, almofadas,); ■ Apoio do CDT e UNB para desenvolvimento do empreendimento; ■ Equipe multidisciplinar (biotecnologista, tributarista, administrador, empreendedora, psicóloga, advogado, física/editora) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de conhecimento dos uniformes que serão recebidos; ■ Falta de dados (quantitativo e qualitativo) sobre a oferta de matéria-prima no momento inicial; ■ Desenho do processo e procedimentos de fabricação dos produtos do empreendimento ainda incipientes; ■ Responsabilidade sobre o desvio dos uniformes (descaracterização de uniformes); ■ Falta de solução para o descarte e/ou reciclagem dos resíduos resultantes do processo de desenvolvimento de produtos; ■ Qualidade ruim do material recebido; ■ Baixo conhecimento do mercado; ■ Pouco conhecimento da legislação de resíduos e incentivos fiscais; ■ Pouco conhecimento dos custos para desenvolvimento do empreendimento; ■ Ausência de local para o empreendimento; ■ Desconhecimento dos requisitos para incubação no CDT; ■ Desconhecimento do perfil dos empreendedores
Cenário externo	
○ Oportunidades	○ Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> ■ Legislação dos grandes geradores de resíduos (responsabilidade sobre o descarte) ■ Ausência de concorrência local; ■ Abertura do edital da Incubadora de Tecnologia – seleção de empreendimento Multincubadora CDT; ■ Mão de obra de produção artesãos, cooperativas, grupos de economia solidária disponível; ■ Consolidação de uma marca; ■ Localização geográfica central; ■ Aproveitamento do tecido para produtos de outras empresas e empreendimentos; ■ Noção da importância da sustentabilidade socioambiental; ■ Legislação de Incentivos fiscais para os empresários; ■ Possibilidade de participar de editais de financiamento de empreendimentos de cunho social; ■ Diversidade de clientes em potencial; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de qualificação de mão de obra; ■ Riscos trabalhistas de relação contratual com parceiros; ■ Surgimento de um concorrente local;

Fonte: autoria das autoras

Essa matriz ajuda na visualização sistêmica da ideia e nas reais possibilidades de vir a ser um negócio, a partir da elaboração de cenários, que permitam maior confiabilidade no êxito do negócio. Essa etapa foi realizada em 8 horas.

A matriz SWOT proporcionou refletir sobre os cenários internos e externos na constituição do empreendimento e serviram de base para a aplicação do Canvas, ferramenta que Osterwalder (2005) definiu como “um modelo de negócios que abrange um conjunto de elementos e suas relações e que permite expressar a lógica de uma empresa específica”.

Atividade E

Quadro 4: Canvas para a criação do empreendimento

Parceiros Chave	Atividades Chave	Proposta de valor	Relação com clientes	Segmentos de mercado
<ul style="list-style-type: none"> ■ UnB; ■ Instituições financeiras; ■ Institutos e Fundações; ■ ONU; ■ Sistema S; ■ ABDI; ■ AMPROTEC; ■ Agências de Fomento (FCO, BNDES, FINEP, CNPq, EMBRAPI); ■ Ministério e agencias de governo; ■ Parcerias internacionais; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elaboração do Plano estratégico; ■ Plano de marketing; ■ Assessoria jurídica, gerenciamento de projetos, ■ Prospecção de cliente; ■ Captação de clientes; ■ Recolhimento de matéria prima; ■ Portfólio de produtos; ■ Desenho dos processos de produção e comercialização ■ Gestão de contratos; ■ Obtenção e manutenção de Certificações; ■ Termo de responsabilidade; ■ Cadastro de artesãos; ■ Captação de recursos; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Realizar a economia circular por meio da ressignificação dos resíduos têxteis contribuindo para a consecução dos Objetivos do Desenvolvimento do Sustentável propostos pela ONU 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Portfólio ■ Mídias Sociais e Mkt Digital; ■ Campanhas de conscientização; ■ Cursos e treinamentos; ■ Campanhas em condomínios; ■ Representante e Captador comercial; ■ Analista de Negócios Sustentáveis; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grandes geradores de resíduos têxteis ■ públicos e privados; ■ Sociedade civil;
	<p style="text-align: center;">Recursos Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Recursos físicos (espaço, Equipamentos); ■ Pre-Incubação (R\$ 250,00); ■ Logística de transporte ■ Mão de obra para produção; 		<p style="text-align: center;">Canais</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Portfólio; ■ Eventos - Stands Promocionais e comerciais ■ E-commerce; 	
<p style="text-align: center;">Estrutura de custos</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Custos fixos e variáveis – diretos e indiretos; 			<p style="text-align: center;">Fontes de renda</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Venda dos produtos; ■ Prestação de serviço de ■ Transferência de Tecnologia 	

Fonte: autoria das autoras

Ao ser aplicado o Canvas os estudantes tiveram a oportunidade de visualizar o negócio de forma mais real e ainda praticar as competências empreendedoras em relação ao campo das atitudes, como exemplo

colaborar com o grupo no brainstorming, cujas ideias culminaram na proposta do empreendimento que foi denominado Reenquadrar, assumir a co-responsabilidade perante o grupo de tarefas propostas e mantidas relações entre o grupo de forma mais respeitosa.

Em relação ao comportamento, cada um foi se engajando na proposta e aprofundando a reponsabilidade com os propósitos da disciplina Empreendedorismo em Setores Tecnológicos Essa fase foi concretizada em 8 horas.

3. ESTUDO E SÍNTESE - RESULTADOS OBTIDOS

A mudança na pratica pedagógica da disciplina de Empreendedorismo em Setores tecnológicos proporcionou dois resultados relevantes:

3.1 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS EMPREENDEDORAS

Quadro 5: competências e atividades atribuídas

Competências Empreendedoras	Atividades pedagógicas	Competências experimentadas
Conhecimento Aprender a conhecer	Escrita poética e mapa da vida Revisão do plano de curso original Busca de dados de pesquisa	Ampliação do conhecimento sobre a questão da educação empreendedora, pela busca de dados sobre o tema e suas derivações na perspectiva da teoria crítica da ciência.
Habilidades Aprender a ser	Aplicação da ferramenta Matrix Swot e Canvas Proposta preliminar de um modelo de negocio	No percurso pedagógico da criação do empreendimento, foi necessário aprender a conviver por meio da mediação de conflito e convívio com as diferenças. Ouvir e ser ouvido.
Atitudes Aprender a fazer	Participação em edital para pré-incubação Apresentação da proposta do negócio para órgãos nacionais e internacionais Escrita de dois artigos científicos para submissão em revista Realização de um workshop para comunicar os resultados da disciplina	Desenvolvimento de atitudes proativas no desafio de criar um empreendimento de negócio de impacto social e ambiental e identificação do nível de comprometimento do grupo de pesquisa. Oportunidade de praticar a ciência engajada.

Fonte: autoria das autoras

Atividade F

3.2 PRODUÇÃO DE DOIS ARTIGOS CIENTÍFICOS

Artigo 1 – Descreve o processo pedagógico da disciplina Empreendedorismo em Setores Tecnológicos

Título: Inovação Pedagógica na Disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos

RESUMO

O presente artigo descreve o processo de inovação pedagógica ocorrido na disciplina optativa Empreendedorismo em Setores Tecnológicos, no segundo semestre do ano de 2018, quando ocorreu uma ruptura entre a proposta de um programa clássico pedagógico aprovado previamente pelo Regimento Geral do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), para culminar no desenvolvimento de competências pelos alunos de forma teórica/prática, com a criação de uma empresa de base biotecnológica e sua posterior classificação no Programa de Incubação do NIT da Universidade de Brasília - o Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB. Destaca a importância de uma nova

abordagem do conteúdo programático, com a criação de uma startup, os impactos de aprendizagem multidisciplinar e visão de futuro dos alunos e professores, com o desenvolvimento do CANVAS alinhado aos Objetivos do Milênio, propostos pela ONU.

Palavras-chave: Inovação Pedagógica. Empreendedorismo Tecnológico. Incubação.

Artigo 2 – Descreve sobre o Empreendimento criado denominado Reenquadrar

Título: Empreendedorismo e Inovação Proposta de uma empresa de negocio de economia circular pela logística reversa do resíduo têxtil
Resumo

RESUMO:

Este estudo descreve a experiência de uma turma da disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos do Programa de Pós-Graduação PROFNIT Polo-UnB (Universidade de Brasília) no segundo semestre de 2018, com a criação de uma empresa de negócio de impacto social e ambiental, seguindo a lógica da economia circular para resíduos têxteis pela logística reversa. O Brasil é o 3º produtor de algodão do mundo (a cultura que mais usa agrotóxico) e o 4º maior parque produtivo de confecção, sendo a indústria têxtil a segunda maior poluente do planeta. Nesse contexto, faz sentido inovar nesse setor ao criar uma empresa, com as técnicas de biotecnologia para que os resíduos sigam o ciclo de reaproveitamento e reutilização, como acordado nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/ODM/ONU, 2015). A empresa está alinhada à legislação brasileira sobre sustentabilidade em todas as suas dimensões. A metodologia é descritiva de um estudo de caso, com aplicação de questionário aos nove discentes envolvidos para identificar o perfil com relação ao empreendedorismo. Foi realizado estudo documental sobre a legislação nacional e local em relação à destinação dos resíduos têxtil, com referencial teórico atualizado e as condições efetivas da disponibilidade do nome da empresa e a Marca no INPI. Destaca-se o aprendizado nas competências empreendedoras durante a concepção e a gestão do projeto, como aprender a trabalhar juntos, generosidade, solidariedade, cooperação, mediação de conflitos e fundamentalmente o respeito e a amizade que foi se solidificando entre os discentes, com formação multidisciplinar, e as professoras responsáveis pela disciplina. Durante esse processo inscreveu-se a empresa no Programa de Incubadora de Empresas do Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da UnB (CDT/UnB), que é o Núcleo de Inovação Tecnológico (NIT da UnB). Um dos resultados já alcançados foi a aprovação para pré-incubação no primeiro semestre de 2019. No médio e longo prazo espera-se o reconhecimento da excelência do negócio no desenvolvimento local, distrital e regional, por meio do impacto social e ambiental que pode promover, visando a transferência de tecnologia com condições para reaplicação de forma adequada.

Palavras-chave: Economia Circular; Logística Reversa; Resíduo têxtil; empreendedorismo e inovação.

4. CONTRIBUICOES INOVADORAS E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Atividade G

4.1 CRIAÇÃO DO EMPREENDIMENTO REENQUADRAR COM INOVAÇÃO NO MODELO DE NEGÓCIO

A proposta dos estudantes foi criar um empreendimento que fosse um negocio de impacto social e ambiental e a partir das experiencias profissionais e de formação multidisciplinar apresentaram oportunamente, antes do término da disciplina, a proposta de seu negócio para o Edital de Seleção de Empresas para a Pré-incubação, pertinente ao Programa Multincubadora de Empresas do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB. A Pré-incubação apoia o empreendimento, por um período de seis meses, na melhoria de seu modelo de negócio. Ficaram em segundo lugar e continuaram aperfeiçoando a proposta de valor do empreendimento.

O empreendimento foi denominado Reenquadrar- Negócio de impacto social e ambiental e se caracteriza por ser um empreendimento de economia circular na ressignificação de resíduos têxteis.

A motivação dos estudantes nessa criação foi devido ao fato de que a indústria têxtil é uma das mais poluentes do mundo e não há soluções efetivas de impacto para reutilização desse resíduos têxteis no Distrito Federal, embora haja um segmento importante de reciclagem de resíduos têxteis operando no DF,

associado a incentivos fiscais relevantes e programas como o Plano ProgreDir 2030, somado a proposta de situar Brasília até 2060 como cidade inteligente e alinhada aos 17 ODS, ainda assim não se consegue descartar esses resíduos de maneira apropriada e por isso a Reenquadrar apresenta como proposta de valor reutilizar os uniformes descartados por meio de processo de bio lavagem (limpeza e esterilização dos resíduos com microrganismos); bio caracterização (aromatização, tingimento) onde serão adotadas técnicas de biotecnologia e remanufaturamento das matérias primas (fibras dos produtos, tecidos).

A expectativa é melhorar a cadeia produtiva, fortalecer arranjos produtivos locais de modo a inserir nessa rede colaborativa os catadores, na geração de renda e trabalho; qualificar a política pública referente a Lei de Resíduos Sólidos e ainda transferir tecnologia de modo a ampliar a cadeia para todo o Brasil.

A proposta inovadora da Reenquadrar é uma solução biotecnológica, com a utilização de microrganismos na descontaminação e desintoxicação dos uniformes de trabalho de grandes empresas, para a posterior transformação destes em novos produtos, como embalagens têxteis, além de outros produtos.

4.2 MELHORIA DOS INDICADORES DE EMPREENDEDORISMO NA UNIVERSIDADE

A UnB alcançou, em 2018, a primeira colocação entre as instituições empreendedoras de ensino superior do Centro-Oeste, segundo o ranking da Confederação Brasileira de Empresas Juniores. Além de conseguir o melhor desempenho na região, a UnB passou a ocupar, em 2018, a 8ª posição na classificação nacional. Certamente as disciplinas com metodologias ativas contribuem para o fomento da cultura de inovação e empreendedorismo e tem um impacto nos estudantes e em especial a contribuição da disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos na Pós-graduação.

A aplicação de metodologias ativas ampliam a capacidade dos estudantes e professores de praticar o comportamento empreendedor dado que aprendem a trabalhar em equipe e a mudar os papéis pedagógicos na relação ensino-aprendizagem e na relação entre professor e aluno.

5. LIÇÕES APRENDIDAS

Ao aplicar a metodologia denominada “Aprendizagem Baseada em Problemas” algumas lições ficaram e estão aqui apresentadas por meio de frase que traduzem o resultado dessa experiência: i) que os atores envolvidos na relação ensino-aprendizagem pertencem a uma mesma escala de valor ou seja, professor e estudante trocam saberes e experiências e produzem conhecimento coletivo; ii) há mudança no papel do professor e do estudante na produção e transmissão do conhecimento e é preciso uma mudança cultural nesse processo.;iii) o espaço de sala de aula significa a construção de um ambiente pedagógico onde sujeitos do conhecimento estão em diálogo permanente; v) a aprendizagem somente acontece em uma relação de empatia, respeito e compromisso; v) a educação empreendedora precisa de um ambiente empreendedor; vi) inovação na prática pedagógica precisa ser estimulada pelo ambiente educativo; vii) aprender a ser empreendedor depende da oportunidade e da necessidade de praticar o empreendedorismo; viii) praticas empreendedoras são mais eficientes com equipes multidisciplinares; ix) soluções eficientes para problemas reais podem ocorrer mediante uma educação empreendedora; x) o engajamento na pesquisa acontece quando há sentido na ação de empreender; xi) produção de conhecimento e de soluções se viabilizam por projetos autênticos focados em problemas reais; xii) o somatório de vivências, experiências, formação e prática profissional contribuem para o desempenho na resolução de problemas; xiii) atitudes e comportamento empreendedor são amplamente praticados em metodologias ativas; xiv) em uma educação empreendedora há a valorização do desenvolvimento humano em todas as suas dimensões e xv) a educação empreendedora com suas matizes em metodologias de aprendizagens ativas favorece a inclusão social e econômica no mundo do trabalho.

6. CONCLUSÃO

Este relato de experiência referente a uma nova prática pedagógica, na disciplina de Empreendedorismo em Setores Tecnológicos, somente foi possível dado a duas situações: a motivação dos estudantes em empreender e a postura pedagógica das professoras em assumir riscos pedagógicos calculados, duas dimensões importantes na competência empreendedora, ou seja, enfrentar erros e acertos e atuar no coletivo.

Dito isso os resultados apresentados nessa ruptura criativa teve um bom indicador que foi a não evasão dos estudantes associado a alegria de poder compartilhar conhecimentos vivências e saberes e ser ouvido e aceito no grupo de trabalho. Não sem mediações de conflitos permanentes, mas aprendendo a conhecer, a ser e a fazer na diversidade e no esforço coletivo de praticar a solidariedade e a cooperação.

A importância da nova abordagem traduziu outra postura pedagógica na relação professor e estudante contribuindo para que novos conhecimentos aflorassem e contribuíssem para o uso social da ciência em se tornar útil à resolução dos problemas sociais e ambientais, como foi o propósito da criação do empreendimento Reenquadrar.

Um fator interessante foi a relação entre criação e tempo numa escala inversamente proporcional, pois havia pouco tempo para tamanha criação a ainda mais inovadora.

A oportunidade de cada um desenvolver suas habilidades e comportamento empreendedor e reconhecer suas potencialidades e desafios nessa área do conhecimento, afetou positivamente a autoestima da turma de 2/2018, por estar em um mestrado profissional em propriedade intelectual, transferência de tecnologia para a inovação e demonstrar que práticas pedagógicas diferenciadas podem potencializar o conhecimento dos estudantes para toda a vida.

Portanto, a efetividade de práticas pedagógicas de educação empreendedora são eficazes quando há o equilíbrio entre um ambiente empreendedor permeado de pessoas empreendedoras e isso acontece quando ocorre a pedagogia se reveste de prática libertadora, flexível, emancipatória e eminentemente democrática na relação entre os saberes.

A interação é a base do processo pedagógico proposto na metodologia de aprendizagem por problemas e por isso aprender a atuar em equipe com responsabilidade e com compromisso social de pensar soluções que possam impactar positivamente a sociedade pode ser a garantia de estabelecermos o uso social e útil da ciência.

REFERÊNCIAS

- [1] BENDER, William N. Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre, Penso, 2014.
- [2] CALMANOVIVI, C. E. A inovação, a competitividade e a projeção mundial das empresas brasileiras. Revista USP (on line), São Paulo, n. 89, p. 190-203, mar./maio. 2011.
- [3] DORNELAS, José Carlos Assis. Empreendedorismo: transformando ideias em negócios. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- [4] FILION, L. J. Empreendedorismo: Empreendedores e proprietários-gerentes de pequenos negócios. Revista de Administração, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 5-28, ab./jun. 1999.
- [5] WEBER E SCHUMPETER. A AÇÃO ECONÔMICA DO EMPREENDEDOR. REVISTA DE ECONOMIA POLÍTICA, VOL. 30, Nº 2 (118), PP. 254-270, ABRIL-JUNHO/2010.
- [6] LUCARELLI ET AL. 1994. Teoría y práctica como innovación en docencia, investigación y actualización pedagógica. *Cadernos de investigación*, 10.
- [7] OLIVEIRA, Edson Marques. Empreendedorismo social no Brasil: fundamentos e estratégias. 2004. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista - Unesp, Franca, 2004.
- [8] MANUAL DE OSLO. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª Ed. OCDE.FINEP.
- [9] MIRANDA, C. M. S.; SILVEIRA, A.; HOELTGEBAUM, M. Empreendedorismo feminino: Características das gestoras em uma Instituição de Ensino Superior. In: V Eneo: 2008. Anais... Belo Horizonte/MG.
- [10] S. SHANMUGANATHAN1 , M. MANOBAVAN1 , AND, G.W.A.R. FERNANDO. The importance of the small-tank cascade system for the sustainable production of water in the dry zone of Sri Lanka. 2010.
- [11] SCHUMPETER, Joseph. "O Fenômeno Fundamental do Desenvolvimento Econômico". In *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985
- [12] RESENDE, L. M. G. de.; VEIGA, I. P. A. (org.). Escola: espaço do projeto político-pedagógico. 7ª Edição. Campinas, SP: Papirus, 2003. Cunha, 2005.

Capítulo 4

Ensino de Integração nas Engenharias: Um estudo de caso

Thiago Linhares Brant Reis

Alexandre Duarte Washington

Resumo: Usando integração definida, constrói-se uma modelagem e calcula-se o resultado de um volume associado a um problema real de Engenharia Civil.

Palavras-chave: Ensino, Aprendizagem, Cálculo, Integração Definida, Volume, Engenharia Civil.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática no ensino superior está passando por grandes transformações no Brasil. Além de lecionar, os professores devem ser também educadores e pesquisadores. Ensinar as técnicas e ainda aplicá-las no cotidiano do curso na qual a disciplina está inserida exige preparo e um vasto repertório de práticas e metodologias de ensino.

A fim de contribuir com o desenvolvimento dos alunos e dos professores de Matemática, foi escrito o presente artigo, baseando-se num estudo de caso.

1.1 PROBLEMA MOTIVADOR

Um certo aluno do curso de Engenharia Civil, em Belo Horizonte, que trabalha numa indústria cimenteira, em Minas Gerais, deparou-se com o desafio a seguir. O silo que armazena o cimento nessa indústria apresenta o formato aproximado de um tronco de cone invertido, com base inferior circular e base superior elíptica, o que dificulta o cálculo preciso do volume de cimento armazenado em seu interior.

A fim de solucionar esse problema, inicialmente efetua-se o cálculo do volume do silo de cimento utilizando uma aproximação. Em seguida, deve-se encontrar uma modelagem matemática que reflita o volume exato – sem dúvida, a parte mais difícil. O cálculo em si dessa integral e o seu resultado são consequências. O processo de modelagem inclui apresentar e explicar o ferramental matemático utilizado.

A partir da comparação entre esses resultados, pode-se responder a certas questões. O volume aproximado é para mais ou para menos em relação ao volume real? O erro é significativo?

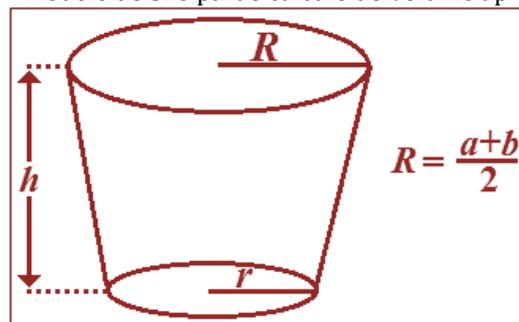
2. VOLUMES

A ideia utilizada em campo para o cálculo do volume aproximado do silo foi apresentada (mas não posta matematicamente) pelo próprio aluno, com a seguinte questão: é possível chegar a uma fórmula exata? Como?

2.1 VOLUME APROXIMADO

O volume aproximado do silo é obtido substituindo-se a configuração elíptica superior por uma configuração circular, sendo o raio desta última a média aritmética dos semieixos originais da elipse.

Figura 1 – Modelo do silo para o cálculo do volume aproximado.



Fonte: elaborado pelos autores.

O volume do tronco de cone de raio maior R , raio menor r e altura h é dado por:

$$V_{TC} = \frac{\pi h}{3} [R^2 + Rr + r^2] \quad (1)$$

Obtém-se a fórmula do volume aproximado substituindo-se em (1) o literal R por $\frac{a+b}{2}$:

$$\begin{aligned} V_A &= \frac{\pi h}{3} \left[\left(\frac{a+b}{2} \right)^2 + \left(\frac{a+b}{2} \right) r + r^2 \right] \Rightarrow \\ V_A &= \frac{\pi h}{3} \left[\frac{(a+b)^2}{4} + \frac{(a+b)r}{2} + r^2 \right] \Rightarrow \\ V_A &= \frac{\pi h}{3} \left[\frac{(a+b)^2 + 2r(a+b) + 4r^2}{4} \right] \Rightarrow \\ V_A &= \frac{\pi h}{12} [2r(a+b+2r) + (a+b)^2] \end{aligned}$$

Efetuem-se ainda certas manipulações nessa expressão, a fim de facilitar a posterior comparação com o volume exato do silo:

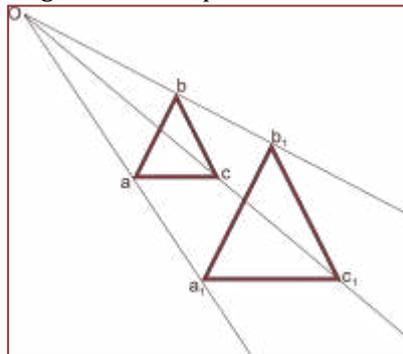
$$\begin{aligned} V_A &= \frac{\pi h}{6} \left[r(a+b+2r) + \frac{(a+b)^2}{2} \right] \Rightarrow \\ V_A &= \frac{\pi h}{6} \left[(a+b+2r)r + \frac{a^2 + 2ab + b^2}{2} \right] \Rightarrow \\ V_A &= \frac{\pi h}{6} \left[(a+b+2r)r + ab + \frac{a^2+b^2}{2} \right] \quad (2) \end{aligned}$$

A fórmula (2) é a que permite calcular o volume aproximado do silo, em unidades cúbicas. Antes de se prosseguir para a dedução da fórmula do volume exato do silo, faz-se necessário introduzir o conceito de homotetia. Esse é o objetivo da próxima subseção.

2.2 HOMOTETIA

Homotetia é a ampliação ou a redução de distâncias e áreas a partir de um ponto fixo. Uma homotetia é definida pelo seu centro O e pela razão k de homotetia e é a aplicação afim tal que a cada ponto P faz corresponder o ponto P' tal que: $\overrightarrow{OP'} = k \cdot \overrightarrow{OP}$.

Figura 2 – Exemplo de homotetia.

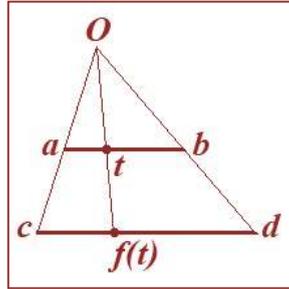


Fonte: Wikipédia.

O termo é devido ao matemático francês Michel Chasles, em 1827, derivado do grego como composto de “homo” (similar) e “tetia” (posição). Uma homotetia preserva ângulos, razões entre segmentos de reta e paralelismo.

Considere-se o problema de determinar uma função de homotetia $f: [a, b] \rightarrow [c, d]$ que a cada valor t do intervalo [a, b] associa o correspondente valor f(t) do intervalo [c, d].

Figura 3 – Função de homotetia.



Fonte: elaborado pelos autores.

Pelo teorema de Tales, obtém-se a seguinte proporção:

$$\frac{f(t) - c}{t - a} = \frac{d - f(t)}{b - t}$$

Isolando-se $f(t)$ nessa igualdade, obtém-se a função de homotetia:

$$f(t) = \frac{(b-t)c + (t-a)d}{b-a} \quad (3)$$

Observa-se facilmente que $f(a) = c$ e $f(b) = d$. No caso particular em que $[a, b] = [0, 1]$, a função de homotetia simplifica-se para:

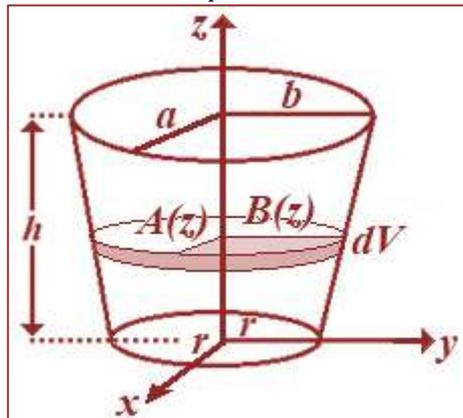
$$f(t) = (1 - t)c + td \quad (4)$$

Nesse caso, $f(0) = c$ e $f(1) = d$.

2.3 VOLUME EXATO

Para o cálculo do volume exato, modela-se o silo cimenteiro da seguinte maneira. A origem do sistema tridimensional de coordenadas coincide com o centro do círculo da base, de raio r . A elipse do topo está contida no plano de equação $z = h$, possui centro no eixo Oz , semieixo maior paralelo ao eixo Ox e semieixo menor paralelo ao eixo Oz .

Figura 4 – Modelo do silo para o cálculo do volume exato.



Fonte: elaborado pelos autores.

Como se sabe do Cálculo Integral, o volume total pode ser calculado da seguinte maneira:

$$V = \int_0^h dV$$

Como um círculo pode ser tratado como um caso particular de uma elipse, o elemento de volume pode ser um cilindro elíptico de altura dz , semieixo maior $A(z)$ e semieixo menor $B(z)$. Portanto, tem-se:

$$V = \int_0^h [\pi \cdot A(z) \cdot B(z)] dz \quad (5)$$

A expressão entre colchetes é a área da elipse e dz é a altura infinitesimal. A questão é: como determinar as funções $A(z)$ e $B(z)$, que dão as medidas (variáveis) dos respectivos semieixos? Quando o valor de z varia continuamente de $z = 0$ até $z = h$, $A(z)$ deve variar continuamente de r até a , enquanto $B(z)$ deve variar continuamente de r até b .

Definem-se funções de homotetia $A: [0, h] \rightarrow [r, a]$ e $B: [0, h] \rightarrow [r, b]$. De acordo com a formulação (3), obtêm-se os seguintes resultados:

$$A(z) = \frac{(h-z)r+za}{h} = \left(1 - \frac{z}{h}\right)r + \frac{z}{h}a \quad (6)$$

$$B(z) = \frac{(h-z)r+zb}{h} = \left(1 - \frac{z}{h}\right)r + \frac{z}{h}b \quad (7)$$

Deve ser observado que, quando z varia continuamente de $z = 0$ até $z = h$, o quociente z/h varia continuamente de 0 até 1, portanto $z/h = t$ na formulação (4). Isto mostra a perfeita equivalência desses resultados.

Substituindo-se as expressões (6) e (7) na fórmula (5) e colocando-se a constante π fora da integral, pode-se expressar o volume exato do silo por:

$$V_E = \pi \cdot \int_0^h \left[\left(1 - \frac{z}{h}\right)r + \frac{z}{h}a \right] \left[\left(1 - \frac{z}{h}\right)r + \frac{z}{h}b \right] dz$$

Efetuem-se diversas manipulações algébricas, pondo-se mais uma constante fora da integral e reorganizando-se a expressão pelo grau decrescente da variável z , obtendo-se:

$$V_E = \frac{\pi}{h^2} \int_0^h [(ab - ar - br + r^2)z^2 + (har + hbr - 2hab)z + h^2ab] dz$$

Integrando-se:

$$V_E = \frac{\pi}{h^2} \left[(ab - ar - br + r^2) \frac{z^3}{3} + (har + hbr - 2hab) \frac{z^2}{2} + h^2abz \right] \Bigg|_{z=0}^{z=h}$$

Após as simplificações, obtém-se:

$$V_E = \frac{\pi h}{6} (2r^2 + ar + br + 2ab) \Rightarrow$$

$$V_E = \frac{\pi h}{6} [(a + b + 2r)r + 2ab] \quad (8)$$

A fórmula (8) é a que permite calcular o volume exato do silo, em unidades cúbicas.

2.4 EFICÁCIA DO MODELO MATEMÁTICO

Em Matemática, uma maneira de verificar a plausibilidade de uma fórmula é testá-la em casos particulares conhecidos.

2.4.1 TRONCO DE CONE

No caso em que $0 < a = b \neq r$, o sólido reduz-se a um tronco de cone. A fórmula (8) torna-se:

$$V = \frac{\pi h}{3} (r^2 + ar + a^2)$$

Essa é a fórmula do volume de um tronco de cone, conforme esperado.

2.4.2 CONE

No caso em que $0 = a = b \neq r$, o sólido reduz-se a um cone. A fórmula (8) torna-se:

$$V = \frac{\pi r^2 h}{3}$$

Essa é a fórmula do volume de um cone.

2.4.3 CILINDRO

No caso em que $a = b = r \neq 0$, obtém-se como sólido correspondente um cilindro. A fórmula (8) torna-se:

$$V = \pi r^2 h$$

Essa é a fórmula do volume de um cilindro.

2.5 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

O volume aproximado do silo é dado pela fórmula (2), enquanto que o volume exato é expresso pela fórmula (8). Para facilitar a comparação, esta última foi reescrita abaixo de uma maneira diferente, porém equivalente:

Volume aproximado:

$$V_A = \frac{\pi h}{6} \left[(a + b + 2r)r + ab + \frac{a^2 + b^2}{2} \right]$$

Volume exato:

$$V_E = \frac{\pi h}{6} [(a + b + 2r)r + ab + ab]$$

As formulações são iguais, exceto pela última parcela entre colchetes. Considerem-se as equivalências a seguir (sendo $b > a$):

$$(b - a)^2 > 0 \Leftrightarrow b^2 - 2ab + a^2 > 0 \Leftrightarrow a^2 + b^2 > 2ab \Leftrightarrow \frac{a^2 + b^2}{2} > ab$$

A partir daí, é claro que $V_A > V_E$, ou seja: o volume aproximado é sempre maior do que o volume exato do silo de cimento. Em outras palavras: trata-se de uma aproximação por excesso.

De acordo com o aluno citado na Introdução, medidas comuns de silos cimenteiros são: diâmetro inferior interno de 4 metros (portanto, raio inferior interno de 2 metros) e altura de cerca de 7,5 metros. Admita-se que a elipse superior seja de tal formato que a média aritmética simples das medidas de seus semieixos coincida com o raio inferior, ou seja, 2 metros. Considere-se a tabela a seguir:

Tabela 1 – Comparação de volumes aproximados *Versus* volumes exatos e suas perdas.

m	m	m	m	m ³	m ³	
<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>V_A</i>	<i>V_E</i>	<i>Perda</i>
7,5	0,8	3,2	2,0	94,25	82,94	12,00%
7,5	0,9	3,1	2,0	94,25	84,74	10,08%
7,5	1,0	3,0	2,0	94,25	86,39	8,33%
7,5	1,1	2,9	2,0	94,25	87,89	6,75%
7,5	1,2	2,8	2,0	94,25	89,22	5,33%
7,5	1,3	2,7	2,0	94,25	90,40	4,08%
7,5	1,4	2,6	2,0	94,25	91,42	3,00%
7,5	1,5	2,5	2,0	94,25	92,28	2,08%
7,5	1,6	2,4	2,0	94,25	92,99	1,33%
7,5	1,7	2,3	2,0	94,25	93,54	0,75%
7,5	1,8	2,2	2,0	94,25	93,93	0,33%
7,5	1,9	2,1	2,0	94,25	94,17	0,08%

Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se que, quanto mais os valores dos semieixos são distantes entre si, maior é a perda (e de maneira não proporcional). Por exemplo, na primeira linha da tabela, teriam sido encomendados 94,25 metros cúbicos de cimento, calculados pelo volume aproximado, mas o volume real é de somente 82,94 metros cúbicos. A diferença (11,31 metros cúbicos) equivale a cerca de 12% da encomenda original.

3. CONCLUSÃO

O presente artigo, fruto de uma pesquisa na área de ensino da Matemática, teve como objetivo contribuir para uma aprendizagem mais significativa da Integral Definida, por meio de uma Pesquisa-Ação embasada em Fiorentini e Lorenzato (2006) e Barbier (2007).

A questão principal desse artigo foi indagar “como a Matemática pode contribuir para a obtenção do volume exato de um silo de cimento, numa indústria cimenteira?”.

A partir da temática em estudo, foram, então, elaborados cinco objetivos específicos, que foram alcançados:

- Calculou-se o volume aproximado do silo, conforme é calculado na referida indústria.
- Utilizou-se a homotetia para determinar o modelo matemático utilizado para determinar o volume exato do silo.
- Calculou-se o volume exato do silo.
- Verificou-se a eficácia do modelo matemático.
- Compararam-se os resultados obtidos pela fórmula do volume aproximado (V_A) e pela fórmula do volume exato (V_E).

Através dessa pesquisa, observou-se que o volume recebido pelo cliente é sempre menor que o encomendado, resultando em maior lucro para a indústria e prejuízo para o cliente, portanto, o erro é significativo.

Alguns pesquisadores, como Fiorentini e Lorenzato (2006), já observaram que a maioria dos alunos dos cursos de Engenharia tem dificuldades na aprendizagem de Cálculo Integral, principalmente pela não utilização de questões que envolvam situações próximas da realidade profissional desses alunos.

Vale a pena ressaltar que Freire (1987) defende a ideia de que os conteúdos devem ser trabalhados por temas geradores, de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar.

A partir desta pesquisa, sugere-se introduzir na disciplina um determinado tema gerador, que motive os alunos a buscar na matemática e também em outras disciplinas, ferramentas que os auxiliem a superar e resolver a situação em foco, contribuindo para uma formação mais sólida e coesa e estimulando, assim, a autonomia e a autoconfiança.

REFERÊNCIAS

- [1] BARBIER, Renée. A pesquisa-ação. Tradução de Lucie Didio. Brasília: Liber Livro Editora, 2007. (Série Pesquisa). 159 p. ISBN: 85-98843-01-6
- [2] DOLCE, O.; POMPEO, J.N. Fundamentos de Matemática Elementar – Volume 10 – Geometria Espacial. 5.ª ed. São Paulo: Atual, 1993. 440 p. ISBN: 85-7056-411-2.
- [3] FIORENTINI, Dário; LORENZATO, Sergio. Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos. Campinas/SP: Autores Associados, 2006. (Coleção Formação de Professores). 228 p. ISBN: 978-85-7496-147-7.
- [4] FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17.ª ed. Editora Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1987. 256 p. ISBN: 9780826412768.
- [5] REIS, Thiago L.B. Integral definida: conteúdos de ensino e estratégias de aprendizagem. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na PUC MINAS, 2015. 244 p.
- [6] STEWART, James. Cálculo – Volume 1. 6.ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 535 p. ISBN: 978-85-221-0660-8.
- [7] WIKIPÉDIA, A ENCICLOPÉDIA LIVRE. Homotetia. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Homotetia>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

Capítulo 5

Análise comparativa entre o uso de Metodologias CAD e BIM: Estudo de caso de uma Unidade Básica de Saúde na cidade de Pombal-PB

Bruna Hélen Brito de Araújo

Edmilson Roque da Silva Junior

Marcos David dos Santos

Vinícius Nunes Wanderley Monteiro

Fernanda Karolline de Medeiros

Resumo: O setor da construção civil passa por vários processos de atualizações, seja em seus materiais ou processos, na busca por um melhor aproveitamento de pessoas, tempo e custos. No âmbito da concepção de projetos, uma metodologia inovadora tem chamado atenção dos profissionais envolvidos com o setor. Conhecida como Building Information Modeling – BIM, essa metodologia oferece a capacidade de integrar vários projetos, com seus respectivos projetista, em um único modelo virtual e colaborativo. No entanto, ela é entendida como uma evolução da tecnologia CAD – Computer Aided Design, que aos poucos foi evoluindo e aprimorando as próprias deficiências, apesar de que ainda hoje muitos profissionais preferem softwares com essa tecnologia mais antiga. Com o intuito de identificar possíveis contrastes entre as tecnologias CAD e BIM, elaborou-se um estudo de caso com uma Unidade Básica de Saúde – UBS, da cidade de Pombal-PB, em que todos os seus projetos se encontravam em softwares CAD, realizando a modelagem da construção em software BIM e analisando as principais diferenças entre os resultados encontrados. Avaliando quanto à facilidade de entendimento dos projetos, as falhas encontradas e ao nível de detalhamento, a metodologia BIM se mostrou superior ao CAD, fornecendo meios para uma interpretação real do que será executado, através da melhoria em seus detalhamentos, da facilidade de coordenação de projetos e da geração instantânea de informações vinculadas ao modelo.

Palavras-chave: ferramentas de projeto, software, coordenação.

1. INTRODUÇÃO

A evolução na indústria da construção civil é um assunto cada vez mais recorrente nas empresas do ramo. O investimento em novas tecnologias para o setor, embora gradativo, tem trazidos grandes benefícios, tanto para empresas quanto para seus clientes. Conforme Eastman *et al.* (2014) o BIM - *Building Information Modeling* é um exemplo de inovação que tem revolucionado a forma de projetar, por abranger funções para modelagem de todo o ciclo de vida de uma construção, onde envolve projeto, execução, uso e manutenção das construções.

Enquanto a tecnologia CAD - *Computer Aided Design* é baseada em documentos, que usam desenhos em 2D, no máximo, em perspectivas usando pontos, linhas, polígonos elementares, planos, etc, o BIM se baseia em modelos inteligentes, que fornecem os desenhos de plantas, cortes, vistas, perspectivas em um mesmo modelo (Manziona, 2013). Vale citar que Eastman *et al.* (2014) entende a tecnologia CAD como um ponto de partida para o surgimento do BIM, ou seja, a partir das necessidades sentidas com o uso do CAD, foram se desenvolvendo as características do BIM.

Uma das vantagens dessa tecnologia é a interoperabilidade, entendida como a possibilidade de troca de informações, através de uma linguagem comum, entre “softwares diferentes, desenvolvidos por empresas diferentes, com formatos nativos diferentes e não necessariamente compatíveis entre si”. Esse conceito, fornece aos projetistas acesso direto e imediato às informações do projeto, através de um modelo em BIM compartilhado, o que facilita a coordenação dos projetos (CBIC, 2016).

Nos modelos em BIM, qualquer alteração, seja em apenas em um elemento ou vários, reflete na mudança dos seus itens vinculados, alterando também plantas, vistas, cortes e perspectivas automaticamente. Na prática, sem o uso da tecnologia, uma mudança de projeto exigirá alteração em vários desenhos, além de análise de compatibilização com os projetos existentes, o que dependeria exclusivamente da atenção do desenhista ou do respectivo profissional, facilitando o surgimento de inconsistências entre os projetos e, por consequência, dificultando o trabalho da equipe de execução da edificação.

Assunção (2017) ampara a afirmação, citando a excelência da metodologia para modificações de projeto, em empreendimentos de construção civil. Isso devido à existência de um modelo integrado, em que Almeida (2016) cita que toda informação está condensada nesse arquivo. Nunes e Leão (2018) asseguram isso ao obter, em seu estudo de caso, processos 21% mais rápidos com a modelagem BIM, ao invés do CAD, na concepção de projetos considerando alterações durante o processo.

Brito (2017) cita que a representação e compatibilidade entre o projeto de várias disciplinas, automatização e organização dos dados, obtenção das vistas e a facilidade na verificação de inconsistências entre projetos, leva à economia de tempo e recursos humanos quando comparados aos sistemas tradicionais, incluindo aqui os processos manuais. Pereira (2017) ainda cita a falta de informações encontrada em seu estudo de caso, quando no uso de planilhas obtidas sem o uso do *software* BIM.

Ainda na comparação das duas metodologias, Almeida (2016) afirma uma melhoria na facilidade na obtenção das vistas e cortes do projeto, através de um modelo BIM. Consequência disso, Pereira (2014) disserta a existência de uma melhoria na visualização do produto final, e confirma a superioridade do BIM em relação ao CAD.

Sendo assim, esse trabalho tem o objetivo de identificar e analisar as principais diferenças encontradas entre os projetos em CAD e sua modelagem em BIM de uma obra pública localizada na cidade de Pombal-PB, buscando falhas que comprometessem as etapas posteriores à concepção do projeto, em especial a etapa de execução.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para a pesquisa foram os arquivos dos projetos da edificação fornecidos pelo setor de engenharia e arquitetura da cidade de Pombal-PB, que continham:

- Projeto arquitetônico: planta de locação e cobertura, planta baixa layout, planta baixa técnica, planta de esquadrias, fachadas e cortes, em formato *dwg*;
- Projeto elétrico: planta baixa, em formato *dwg* e *pdf*;

- Projeto hidrossanitário, planta baixa layout com detalhamentos, drenagem e cobertura e detalhes isométricos, formato *dwg* e *pdf*;
- Projeto estrutural: detalhamento de vigas, pilares, lajes, sapatas, planta de forma, planta de locação dos pilares, em formato *dwg* e *pdf*;
- Orçamento completo: incluindo cálculo de BDI, cronograma físico financeiro, memória de cálculo e encargos sociais;
- Memorial descritivo, com descrição detalhada de cada serviço da obra.

Nesse trabalho, será utilizado para fins de análise os documentos referentes ao projeto arquitetônico, hidrossanitário, orçamento e memorial descritivo.

Para análise dos dados e elaboração da pesquisa, o trabalho foi realizado de acordo com as etapas apresentadas no fluxograma – Figura 1.

Figura 1 – Etapas de estudo



Fonte: Autor, 2019.

2.1. SELEÇÃO DO PROJETO

Inicialmente, para possibilitar o estudo de caso, foi preciso buscar uma edificação com total disponibilidade de acesso aos seus documentos, que possuísse projeto arquitetônico e projetos de engenharia, estando ainda em fase de concepção e sendo desenvolvido em softwares CAD, assim como certa facilidade de contato com seus projetistas. Dessa forma, seria possível obter dados sólidos e precisos quando comparado com a metodologia BIM.

A edificação escolhida foi uma Unidade Básica de Saúde – UBS, de nome Francisco Pereira Vieira, com área total de 320m², contando com 26 ambientes no pavimento térreo. A figura 2 reproduz a fachada do projeto.

Figura 2 – Perspectiva da fachada da edificação



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.

Á época, os projetos estavam concluídos, mas não em fase de execução. Esse critério foi importante para, em um momento posterior à essa pesquisa, fornecer os resultados obtidos ao órgão municipal, gerando economia na execução da obra.

2.2. ESTUDO DO PROJETO

De posse dos arquivos da edificação, foi feito um estudo minucioso de cada projeto citado, buscando informações sobre materiais e métodos construtivos utilizados, para que, na etapa de modelagem, fosse alcançado o modelo mais idêntico possível.

Já nesta etapa foram estudados os arquivos do projeto arquitetônico, hidrossanitário, orçamento e memorial descritivo, fazendo sempre um paralelo entre as informações contidas em cada arquivo, para que fosse possível identificar as incompatibilidades entre os projetos.

2.3. MODELAGEM DOS PROJETOS

Nesta etapa, foram modelados o projeto arquitetônico e hidrossanitário, por serem projetos que precisam de um alto nível de detalhamento, incluindo especificações de materiais, para a etapa de execução.

O projeto estrutural não foi modelado pois toda a sua concepção havia sido feita em *software* BIM. Já o elétrico, para o caso dessa edificação, era um projeto simples, com poucos detalhes, visto que foi fornecido apenas uma planta da sua representação. Dessa forma, a modelagem dos projetos citados certamente não seria interessante para a proposta da pesquisa, pois visa comparar tecnologias de concepção de projeto diferentes, bem como verificar o desempenho em projetos mais complexos, que, para essa situação, são os projetos arquitetônicos e hidrossanitários.

Para a modelagem foi utilizado a versão estudantil do *software* Revit, sabendo que é um dos mais utilizados no mercado, além de possuir licença estudantil gratuita e ferramentas de modelagem necessárias para as disciplinas estudadas no trabalho, o que facilitaria a integração do modelo.

2.4. IDENTIFICAÇÃO DE ERROS OU INCONSISTÊNCIA DE PROJETOS

Com a modelagem, a identificação de erros foi facilitada, dada o fato de o BIM trabalhar com um tipo de “construção virtual”. Foram buscadas falhas que pudessem interferir na etapa de execução da obra, alterando cronograma ou orçamento, ou que comprometessem o uso da edificação. Para cada falha foi uma justificativa admissível, assim como foi apontada uma sugestão em modelo BIM.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. MODELAGEM DOS PROJETOS

3.1.1. ARQUITETÔNICO

Durante a fase de estudo e modelagem dos projetos, muitas dúvidas foram surgindo, as quais só poderiam ser sanadas ao contatar o respectivo projetista. No projeto arquitetônico, as dúvidas surgiram devido à falta de informações importantes no projeto e pela incompatibilidade entre os desenhos, incluindo plantas baixas, cortes, etc.

Esses pontos são explicados pela complexidade de alterações nos projetos em *softwares* CAD, visto que o já projeto havia sofrido atualizações em alguns pontos, em que não foram representadas nos demais elementos vinculados a eles. Outro ponto é o caráter manual desse tipo de *software* quanto a elaboração de quadros de informações nos desenhos, como foi o caso do quadro geral de esquadrias – Tabela 1, em que foi identificado a falta de uma esquadria presente em planta, com suas respectivas características de material, tipo e dimensões. A Figura 3 mostra a existência da esquadria em planta, no cômodo intitulado Local para compressor, e a ausência tanto na fachada Leste quanto no quadro de esquadrias.

Figura 3 - Detalhe de falta de informação e incompatibilidade entre desenhos



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.

Tabela 1 – Quadro de esquadrias do projeto original.

QUADRO DE ESQUADRIAS					
TIPO	MATERIAL	TIPO	LARGURA(m)	ALTURA(m)	PEITORIL(m)
P1	MADEIRA MISTA SEMI OCA	ABRIR	0,86	2,20	
P2	MADEIRA MISTA SEMI OCA	ABRIR	0,76	2,20	
P3	ALUMINIO E VIDRO	ABRIR	2,00	2,20	
P4	FERRO	ABRIR	0,76	1,10	
P5	FERRO	ABRIR	0,76	2,20	
J1	ALUMINIO E VIDRO	BASCULANTE	1,20	0,40	1,80
J2	ALUMINIO E VIDRO	BASCULANTE	0,60	0,40	1,80
J3	ALUMINIO E VIDRO	PIVOTANTE	0,40	0,40	0,30
J4	ALUMINIO E VIDRO	BASCULANTE	2,00	0,40	1,80

(B)

Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.

Nessa etapa, pode-se inferir que em determinado momento a obra poderia sofrer alterações em seus prazos, devido à falta de informações claras necessárias à equipe de execução, pois o tempo entre o contato com projetista e a resolução do problema certamente não estava previsto no cronograma na obra.

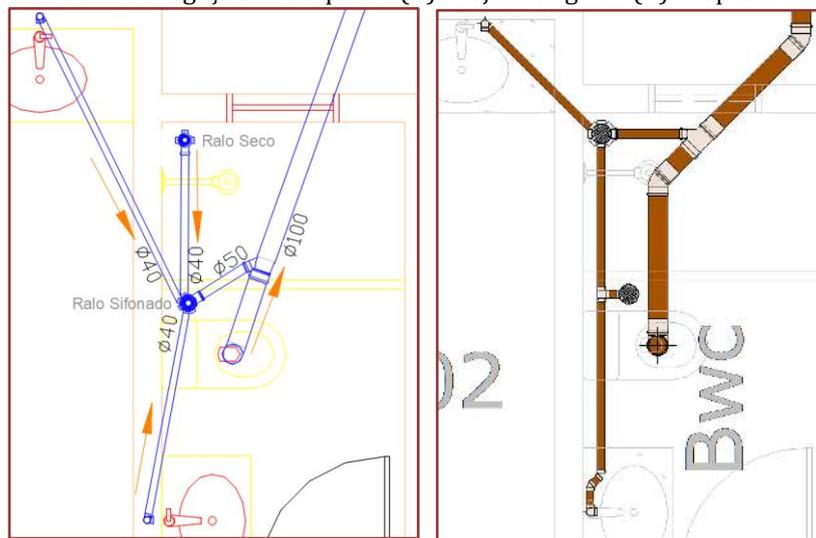
3.1.2. HIDROSSANITÁRIO

Análogo ao projeto arquitetônico, surgiram muitos questionamentos no decorrer da análise do projeto hidrossanitário. Foram identificadas inconsistências quanto à falta de informações nos desenhos, além de falhas técnicas que comprometeriam o bom funcionamento das instalações.

Mais uma vez, o caráter manual presente na elaboração desses projetos foi fator preponderante para esses tipos de incoerências encontradas. Sendo assim, qualquer desatenção do desenhista pode gerar informações equivocada ou incompletas, afetando a qualidade do projeto e, conseqüentemente, a etapa de execução.

Considerando que a tecnologia CAD oferece alta liberdade de desenho, instalações inadequadas são facilmente representadas sem que haja qualquer adaptação do próprio *software* que utiliza essa tecnologia. Enquanto que em softwares BIM, por utilizar dados reais dos elementos utilizados, é possível prever, por exemplo, ângulos precisos para a correta ligação entre as peças do projeto hidrossanitário. Isso pode ser visto na figura 4, um exemplo de ligação representada, impossível de ser executado tal qual no projeto, e uma proposta de alteração no modelo BIM para esse mesmo ambiente.

Figura 4 - Detalhe de ligação inadequada. (A) Projeto original. (B) Proposta de alteração.



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019. Adaptado pelo autor.

Vale ressaltar que durante a modelagem das instalações, nem todos os erros técnicos, relacionados a inconformidades com normas vigentes ou literaturas amplamente aceitas para essa disciplina, foram notificados pelo *software* durante a modelagem, tanto no CAD como no BIM, enfatizando a necessidade de submissão a um profissional habilitado para esse trabalho. Ainda que o BIM venha a melhorar a qualidade dos projetos, em relação ao uso do CAD, ele não substitui o conhecimento do seu operador.

Destaca-se que devido à sua complexidade, é necessário um alto nível de detalhamento no projeto hidrossanitário, incluindo o máximo de informações e representações possíveis, buscando facilitar a coordenação entre os demais projetos e seus respectivos projetistas, bem como agilizar a etapa de execução.

3.1.3. FALHAS IDENTIFICADAS

Após identificação das falhas, foi elaborada a Tabela 2 com as suas descrições.

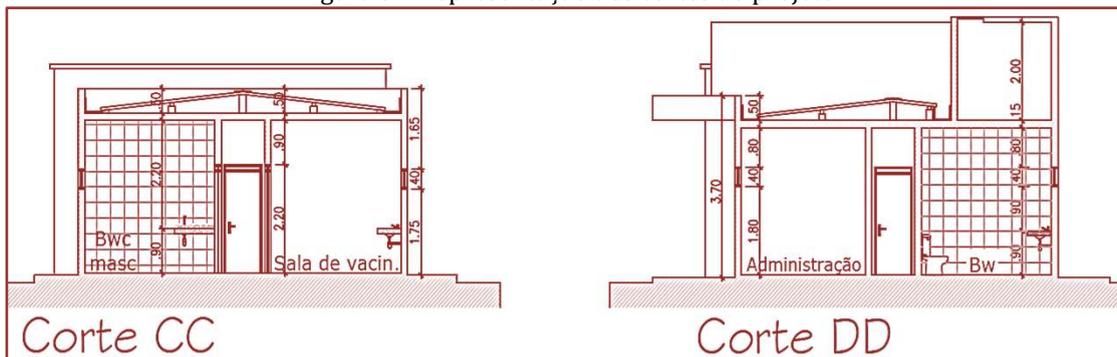
Tabela 2 – Levantamento de falhas nos projetos

Projeto Arquitetônico	
Falta de informações	Característica de Esquadria
	Indicação de forro
	Indicação de elemento vazado
	Condensadoras
Incompatibilidade de plantas	Localização de esquadrias
	Localização de alvenaria
	Localização de rampas
	Cobertura
Projeto Hidrossanitário	
Erros técnicos	Ligações inadequadas
	Subdimensionamento de tubulações
	Ausência de registro
	Indicação de altura inadequada
	Direcionamento de tubulação
	Alturas e inclinações
	Profundidade de peças

Fonte: Autor, 2020

Analisando a parte arquitetônica, acredita-se que o caráter manual em que foi concebido o projeto foi um dos fatores que contribuíram para existência dessas falhas. Por exemplo, considerando que sem a automatização, a inserção de informações dependeria exclusivamente da atenção do projetista, na Figura 5, nota-se a inexistência de detalhamento do forro, sendo que no orçamento e memorial descritivo constavam a instalação deste item. Tendo em vista que o principal material de trabalho da equipe de execução são as pranchas com as representações de projeto, uma prática adequada seria preenchê-las com as informações necessárias para cada serviço, nesse caso, no mínimo a informação de altura da instalação do forro.

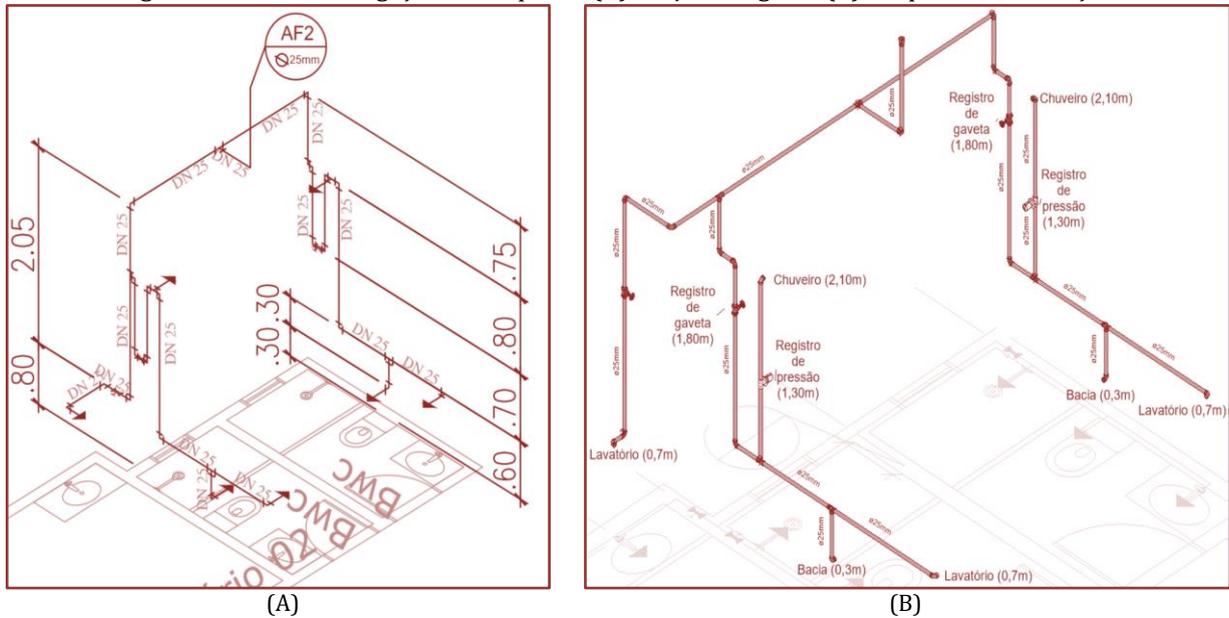
Figura 5 – Representação dos cortes do projeto



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019.

Vale ressaltar, que os erros identificados no projeto arquitetônico não implicariam no mau funcionamento ou na inutilização de algum elemento da edificação. Do contrário, ao analisar o projeto hidrossanitário, erros como ligações inadequadas poderiam inutilizar itens indispensáveis no banheiro, como foi o caso da Figura 6. Como se nota, após o registro de gaveta, o abastecimento deste cômodo se dá em uma única tubulação, entendendo que para uso do lavatório e bacia sanitária, o chuveiro deveria estar ligado, o que na prática não é adequado, cada elemento deve funcionar de maneira independente.

Figura 6 - Detalhe de ligação inadequada. (A) Projeto original. (B) Proposta de alteração.

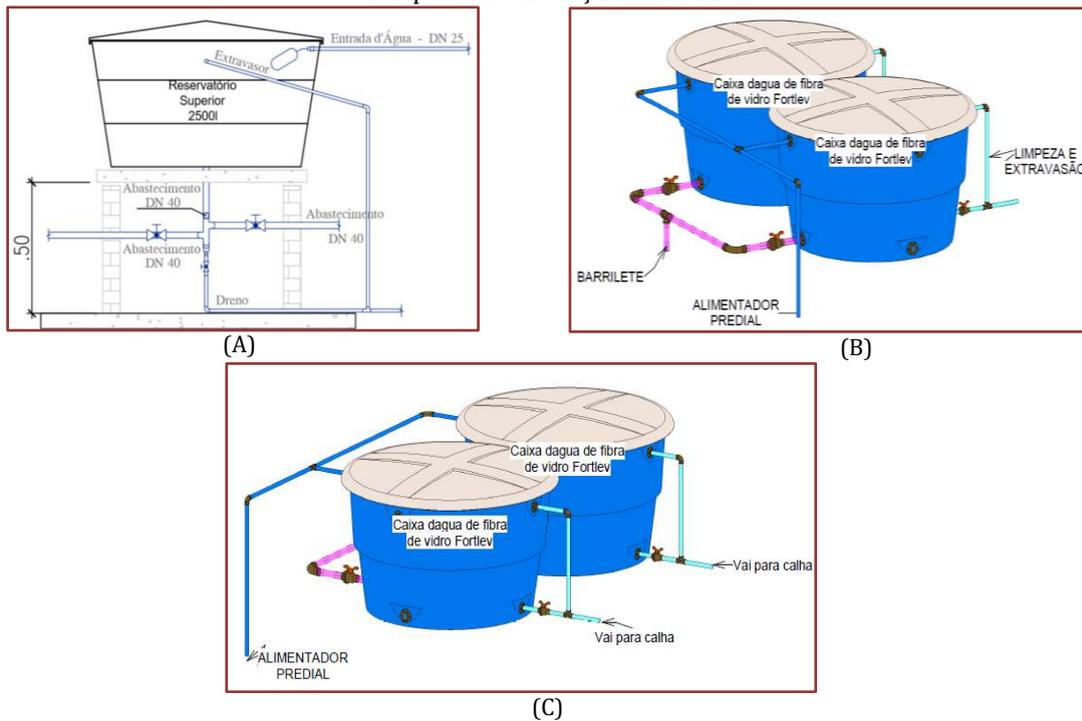


Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019. Adaptado pelo autor.

3.1.4. NÍVEL DE DETALHAMENTO

Após a modelagem, comparando o detalhamento do projeto em ambas as tecnologias, fica claro a melhoria na visualização e entendimento no modelo BIM. Considerando que a disciplina hidrossanitária necessita de um alto nível de detalhamento, foi elencado uma dificuldade de visualização do projeto em questão, extremamente importante para o abastecimento de água na edificação. Na Figura 7 é mostrado a diferença de representação da caixa d'água no projeto hidrossanitário.

Figura 7 - Representações do reservatório (A) Projeto original (B) Proposta de alteração - Vista 1 (C) Proposta de alteração - Vista 2



Fonte: Prefeitura Municipal de Pombal, 2019. Adaptado pelo autor.

Além da má visualização da instalação do reservatório, no projeto constava apenas um desenho deste item. Acredita-se, inclusive, que pela complexidade de representação dos itens hidráulicos, optou-se por uma representação de forma mais simples, deixando algumas informações incompletas, como por exemplo, o direcionamento da tubulação de saída da caixa d'água.

Além disso, a representação de apenas um reservatório para esta edificação não condiz com as informações do orçamento. Nas plantas, eram consideradas um reservatório superior de 2500 l, ao passo de que no orçamento considera dois reservatórios de 500 L. Com isso, a representação existente está equivocada, podendo causar transtorno no momento da execução deste elemento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da metodologia BIM alterou significativamente a qualidade dos projetos em estudo, nas esferas em que foram analisadas: modelagem dos projetos, identificação de falhas e nível de detalhamento. A dificuldade na preparação de informações pelo CAD, confere responsabilidade a mais ao desenhista, tendo em vista que além da conformidade com normas e literaturas vigentes que os projetos devem seguir, uma boa representação é igualmente importante para o bom desempenho das etapas posteriores de uma obra.

Foi possível constatar que o uso da metodologia poderia reduzir erros gerados em decorrência de alguns fatores como a existência de processos manuais, ausência de coordenação de projetos, ausência de informações e visualização inadequada dos elementos de projeto. Esses fatores desfavorecem a real interpretação do que foi inicialmente pensado para a edificação, prejudicando, em especial, a etapa de execução.

A pesquisa admite o que citam os autores mencionados, no que diz respeito à melhoria no processo de modificação e atualização de projetos, facilidade de verificação de inconsistências, economia de tempo e recursos humanos e a superioridade na visualização do resultado final dos projetos.

Assim sendo, é muito importante a admissão gradativa da metodologia BIM em empresas ligadas ao setor da construção civil, inclusive em obras públicas, inserindo uma etapa de coordenação e revisão de projetos, desde que esteja em fase de concepção e que seja realizado por um profissional habilitado, para que haja otimização do tempo, melhor aproveitamento da mão de obra, assim como redução de erros e, conseqüentemente, aumento da qualidade nos resultados finais de um projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.
- [2] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.
- [3] ALMEIDA, Ramon Cirilo de Godoy. Impacto do uso do bim na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários. 2016. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- [4] ASSUNÇÃO, Letícia Mendes. Análise da aplicação da metodologia BIM no processo de orçamentação da construção civil. 2017. 98 f. : il. color.
- [5] BRITO, Arthur Nobre. Avaliação da modelagem BIM 5D no orçamento de obras públicas. Distrito Federal] 2016. x, 81 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2017). Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.
- [6] CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. (Brasil). Colaboração e integração BIM - Parte 3: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Brasília: CBIC, 2016. 132 p.:il.
- [7] EASTMAN, Chuck et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporados. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- [8] MANZIONE, Leonardo. Posição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com uso do BIM. 325 p. Teses (Doutorado em Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- [9] NUNES, G.H.; LEÃO, M.. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. Revista de Engenharia Civil, Portugal, v. 1, n. 55, p. 47-61, 03 jul. 2018. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019.

[10] PEREIRA, Niana Franciscatto. Tecnologia BIM aplicada no levantamento de quantitativos. 2017. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

[11] PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. Implementação do BIM no setor de planejamento e controle de uma construtora. 2014. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

Capítulo 6

Modelo para avaliação do nível de maturidade da logística reversa de medicamentos: Um estudo de caso múltiplo

Daniela de Moraes Alves Antunes

Resumo: As pessoas têm o costume de fazer pequenas farmácias em suas residências, criando dois grandes problemas de saúde pública, sendo eles, o uso de medicamentos vencidos ou desnecessários, e o descarte inadequado em lixo comum, pias ou vasos sanitários. É fundamental a implementação de campanhas de conscientização da população e investimento em estudos de manejo e descarte de medicamentos, bem como a criação de legislação mais contundente. Atualmente, ainda não existe um controle em relação ao descarte pelo consumidor final. Os hospitais, farmácias e órgãos públicos de saúde possuem legislação que visa controlar o descarte inadequado, mas para a população em geral do Brasil ainda não existe nenhum controle específico. Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar um modelo de mensuração do nível de maturidade das empresas do setor farmacêutico em relação à prática da logística reversa de medicamentos. Para tanto foi realizado um estudo de caso múltiplo com diferentes players desse segmento. Os resultados sugerem que para mensurar o nível de maturidade da logística reversa é preciso considerar quatro esferas: a educacional, a operacional, a econômica e a institucional. Essa base de informações permite entender como está o gerenciamento desses resíduos, e avaliar medidas visando melhorar o quadro atual, principalmente em relação à política pública inexpressiva. Além disso, os resultados obtidos indicam a necessidade de um maior empenho por parte de todos os atores da cadeia produtiva em todas as esferas analisadas.

Palavras chaves: Logística reversa, Nível de maturidade, Setor farmacêutica, Estudo de caso

1. INTRODUÇÃO

No Brasil existem resoluções que visam regulamentar a coleta e o descarte de medicamentos em desuso ou vencidos em sua forma comercial ou industrial, são elas: a Resolução ANVISA RDC n.306 (BRASIL, 2004) e a Resolução CONAMA n.358 (BRASIL, 2005). Ambas as resoluções classificam medicamentos nessa situação como resíduos de serviços de saúde. Em relação à periculosidade se enquadram na Classe I – perigosos, com riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública – segundo a definição da NBR 10.004 (ABNT, 2004). No entanto, quando se trata do consumidor final, não se tem o correto gerenciamento do descarte desses medicamentos, que simplesmente são descartados no lixo comum, vasos sanitários, na pia ou simplesmente são incinerados a céu aberto (KOTCHEN *et al.*, 2009; RUHOY; DAUGHTON, 2008; VAZ *et al.*, 2011). Segundo Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) medicamentos vencidos ou não utilizados oferecem riscos para o meio ambiente e para a saúde pública quando descartados inadequadamente no lixo comum e no vaso sanitário ou pia.

Diante desse fato, um elemento que pode trazer ganhos potenciais para reverter esse cenário é a logística reversa no varejo farmacêutico. Segundo Hernández, Martins e Castro (2012) a logística reversa começou a ser discutida nos anos 70 e 80, com foco principal sobre o retorno de bens para serem processados em reciclagem de materiais, sendo denominados e analisados como canais de distribuição reversa. Demajorovic *et al.* (2011) caracterizam a logística reversa como a responsabilização das empresas em relação aos produtos pós-consumo, assegurando que estes sejam recolhidos e encaminhados para reaproveitamento ou destinação segura.

Diante do contexto apresentado esse estudo se propõe a investigar a seguinte questão de pesquisa: “Como avaliar o nível de maturidade das empresas do setor farmacêutico em relação à logística reversa de medicamentos vencidos e/ou em desuso?”. A partir dessa problemática o objetivo desse estudo é identificar os elementos chave que devem ser levados em consideração para mensurar a maturidade de uma empresa do setor farmacêutico em relação à logística reversa. Para alcançar o objetivo do estudo foi realizado um estudo de caso múltiplo em empresas do setor farmacêutico, visando verificar os fatores essenciais que devem ser mensurados para avaliar a maturidade de empresas do varejo farmacêutico em relação à logística reversa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. MODELO DE MATURIDADE DA LOGÍSTICA REVERSA NO SETOR FARMACÊUTICO

Segundo Kosacka-Olejnik e Werner-Lewandowska (2018a) os modelos de maturidade demonstram o processo evolutivo do estado inicial para o estado maduro, no qual é estabelecido um caminho lógico consistindo no número de estágios determinados a partir da perspectiva do objetivo da avaliação. Os modelos de maturidade têm como objetivo principal indicar os estágios dos caminhos de maturação, que requer características de cada nível e a relação lógica entre eles.

No segmento farmacêutico é possível notar avanços nos estudos e acordos setoriais para implantação da logística reversa entre órgãos governamentais, instituições ambientais e da saúde e setores produtivos, com o objetivo de diminuir o consumo desenfreado de medicamentos e seu consequente descarte incorreto, gerador desse, da crescente geração de resíduos desse setor.

Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) apresentam um estudo que avalia a logística reversa do setor farmacêutico considerando quatro pilares: operacional, econômico, institucional e educacional. Esses são os pilares analisados em mais detalhes para entender como mensurar a maturidade da logística reversa no segmento farmacêutico.

2.2. ESFERA OPERACIONAL

Na esfera operacional Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) destacam que devem ser avaliadas questões relacionadas com os pontos de descartes deste tipo de resíduo, quanto às suas condições e informações disponibilizadas. O estudo de Tong, Peake e Braund (2011) sobre as práticas de disposição de medicamentos vencidos em 13 países diferentes, mostrou uma variação muito grande do método de disposição, do tipo de medicamento e a classe social. Geralmente os medicamentos em forma líquida são descartados em pias ou vasos sanitários, e os comprimidos são descartados no lixo doméstico (BRAUND; PEAKE; SHIEFFELBIEN, 2009).

Falqueto, Kligerman e Assumpção (2010) defendem a ideia de que é de responsabilidade dos detentores de registro de medicamentos fornecerem informações sobre disposição final do produto ou do seu resíduo, bem como dos riscos inerentes ao seu manejo. Para Tobergte e Curtis (2013) o retorno dos medicamentos deve ser apropriado, sendo estes devidamente recolhidos e dispostos em depósitos especializados geridos por municipalidades ou pelas indústrias.

Diante do contexto o Quadro 1 destaca os seguintes indicadores para mensurar a maturidade da logística reversa na esfera operacional, conforme a visão de alguns autores.

Quadro 1 – Indicadores para esfera operacional

Indicadores	Autores
A empresa possui pontos de coleta de medicamentos?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) Kosacka-Olejnik e Werner-Lewandowska (2018b)
A localização dos pontos de coletas é acessível ao consumidor?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) Kosacka-Olejnik e Werner-Lewandowska (2018b)
O ponto de coleta de dados fica disponível em que período?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015)
Existe uma sinalização em relação ao equipamento no qual deve ser feito o descarte?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015)
Qual o estado do equipamento?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015)
Existe algum tipo de informativo em relação aos tipos de resíduos?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015)
Existe algum tipo de informação em relação ao preparo do resíduo?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015)
Existe um correto destino para cada tipo de resíduo (por subtipos, caixas, bulas, seringas, agulhas, vidros, comprimidos, líquidos)?	Falqueto, Kligerman e Assumpção (2010)
Existe uma estratégia para criação dos pontos de coleta de medicamentos por parte da empresa?	Kosacka-Olejnik e Werner-Lewandowska (2018b)

2.3. ESFERA ECONÔMICA

Na esfera econômica Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) focam sobre os atores da cadeia produtiva farmacêutica que arcam com os custos da implantação da logística reversa. Os custos com transporte e tratamento de resíduos são os grandes entraves para a aplicação da logística reversa por empresas de pequeno e médio porte (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012). Além disso, a falta de um reforço de regulamentações em vigor e a falta de conhecimento da população reduzem substancialmente as chances de sucesso na aplicação de logística reversa para aplicar no caso dos medicamentos vencidos. O processo a ser adotado assim como os recursos utilizados impactam diretamente no sucesso ou fracasso na aplicação da logística reversa (WESCHENFELDER, 2013; KOSACKA-OLEJNIK; WERNER-LEWANDOWSKA, 2018a).

Um elemento que pode ser importante para mensurar a maturidade da logística reversa sobre a esfera econômica é verificar se a empresa possui métricas para mensurar custos, *lead times*, volume e taxa de retorno, pois isso pode ajudar a empresa na melhor estratégia. Diante desse contexto o Quadro 2 destaca os indicadores para mensurar a maturidade da logística reversa na esfera econômica.

Quadro 2 – Indicadores para esfera econômica

Indicadores	Autores
A empresa é quem arca com os custos dos pontos de coleta?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015)
A coleta de medicamentos é mensurada em termos de custo, lead time, volume e taxa de retorno?	Kosacka-Olejnik e Werner-Lewandowska (2018b)
Existe uma parceria financeira entre os agentes da cadeia produtiva?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015)
Existe um acordo setorial entre o poder público e a cadeia logística de medicamentos?	Blankestein e Junior (2018)
Existe algum benefício econômico em se realizar ou não a logística reversa?	Blankestein e Junior (2018)

2.4. ESFERA INSTITUCIONAL

Na esfera institucional Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) procuram destacar a importância das iniciativas e campanhas voltadas para logística reversa. No Brasil, o problema de disposição de medicamentos de forma incorreta não difere muito dos outros países. A pesquisa publicada por Falqueto e Kligerman (2011) indica que são necessárias campanhas de conscientização e envolvimento de atores estratégicos incluindo órgãos públicos, laboratórios e grandes farmácias para enfatizar a importância do problema.

Tong, Peake e Braund (2011) ainda afirma que as normas sanitárias não acompanharam o avanço tecnológico e estão em desconformidade com a legislação ambiental, e que tais avanços terão que ser considerados nas rotinas de descarte. Logo mesmo com a estrutura organizada, há situações em que não é possível ter certeza de qual é a lei aplicável, o que é chamado de “lacuna da lei”. A lacuna pode ocorrer porque não é encontrada uma regulamentação específica para o assunto – situação cada vez mais comum com o dinamismo da tecnologia e da sociedade – ou porque há mais de uma lei regulando. Abrindo desta forma, precedentes para que os agentes pertencentes à cadeia produtiva consigam esquivar-se das responsabilidades (BLANKESTEIN; JUNIOR, 2017).

O Quadro 3 destaca os indicadores para mensurar a maturidade da logística reversa na esfera institucional.

Quadro 3 – Indicadores para esfera institucional

Indicadores	Autores
Há uma padronização de procedimentos para o descarte dos medicamentos na empresa?	Blanckestein e Junior (2017)
Existe uma política de logística reversa na empresa?	Rogers e Tibben-Lembke (2001)
Existem campanhas de conscientização dos funcionários, dos agentes de saúde e da população?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) Falqueto e Kligerman (2011) Tong, Peake e Braund (2011)
A empresa se apropria das lacunas da lei para se beneficiar?	Blanckestein e Junior (2018)
A empresa adota estratégias para que a política seja disseminada e para que elas se tornem práticas?	Leite (2011)

2.5. ESFERA EDUCACIONAL

Na esfera educacional Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) destacam a importância de se analisar os canais de informação, o público-alvo, o estímulo ao consumidor e as parcerias existentes.

Seehusen e Edwards (2006) confirmam que pessoas que frequentam mais regularmente hospitais, farmácias e centros de saúde estariam mais preparados para retornar os medicamentos vencidos. Essa questão torna-se mais grave em países em desenvolvimento. Nota-se nesses países que existem barreiras estruturais de capacitação e regulamentação para lidar com medicamentos vencidos. Empresas distribuidoras, farmácias, drogarias e hospitais não apresentam estrutura organizacional semelhante à das indústrias, tampouco passam pelo mesmo crivo de fiscalização no que se refere aos certificados e licenças para se manterem ativos no mercado (FALQUETO; KLIGERMAN; ASSUMPÇÃO, 2010).

Falqueto e Kligerman (2011) também sugere seguir soluções destacadas por Thach, Brown e Pope (2013), promovendo uma melhor educação dos profissionais de saúde orientando a população quanto a melhor maneira de se desfazer dos medicamentos vencidos. Diante do contexto o Quadro 4 destaca os indicadores para mensurar a maturidade da logística reversa na esfera educacional.

Quadro 4 - Indicadores para esfera educacional

Indicadores	Autores
Existe uma prática de educação de logística reversa em sua empresa?	Falqueto e Kligerman (2011) Thach, Brown e Pope (2013)
A empresa utiliza os canais de informação adequados para estimular o consumidor e as parcerias existentes?	Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) Guarnieri (2011) Gracia-Vásquez (2015)
Existe preparo dos profissionais de saúde para transmitir as informações sobre descarte adequado de medicamentos?	Falqueto, Kligerman e Assumpção (2010) Thach, Brown e Pope (2013)
Existem as falhas do sistema de comunicação com a população?	Gracia-Vásquez (2015)

2.6. PROPOSIÇÃO DE PESQUISA

Diante da revisão exposta, principalmente com o trabalho de Aurélio, Pimenta e Ueno (2015) este estudo tem a seguinte proposição de pesquisa: Para mensurar a maturidade da logística reversa do setor farmacêutico é preciso levar em consideração as esferas operacional, educacional, institucional e econômica.

3. METODOLOGIA

Optou-se por realizar uma pesquisa qualitativa, por meio da aplicação do método de estudo de caso múltiplo. Os casos selecionados para a condução do estudo de caso múltiplo foram 3 indústrias farmacêuticas e uma farmácia. O critério de seleção das unidades de análise levou em consideração o fato de que elas são dois *players* importantes no segmento farmacêutico, além da disponibilização das empresas para pesquisa, o que garantiu o acesso do pesquisador ao ambiente a ser investigado. O foco da análise se concentrou em validar os elementos identificados na revisão da literatura que tem um grande potencial para serem utilizados na mensuração da maturidade da logística reversa em empresas do segmento farmacêutico.

A coleta dos dados para análise dos casos foi feita por meio de entrevistas semiestruturadas com profissionais que atuam com fármacos e com questões relacionados ao meio ambiente. Além disso, o estudo contou com pesquisas em legislações e normas, tendo sido encontradas algumas legislações de âmbito ambiental e sanitário, bem como nas políticas públicas, destacando-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos que prevê a regulamentação da logística reversa de medicamentos tratando-a como obrigatoriedade (PRNS; Decreto n. 7.404/2010) e a Cartilha da Anvisa que trata exclusivamente da logística reversa para o setor de medicamentos da ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.

4. RESULTADOS

A discussão para mensurar o grau de maturidade de gestão da logística reversa de medicamentos vencidos ou em desuso envolveu observar os pilares educacional, econômico, institucional e operacional. A pesquisa foi realizada com profissionais do setor, sendo eles profissionais que trabalham na área comercial, na produção, no meio ambiente e em uma farmácia de bairro. Conforme proposto, cada pilar é composto por um conjunto de indicadores, e buscou-se realizar uma verificação para determinar se o indicador é relevante para compor o respectivo pilar, assim como foi coletada uma nota de importância para cada pergunta, além de uma nota de importância para cada pilar. O resultado foi equalizado para favorecer o nível de maturidade de cada empresa e com isso poderemos analisar o nível de maturidade do setor em relação à logística reversa.

4.1. UNIDADES DE ANÁLISE

Foram analisadas 4 empresas, sendo uma farmácia e três indústrias farmacêuticas.

A empresa A consiste em uma distribuidora de medicamentos que deu início às suas atividades como distribuidora independente na década de 70. Em 1997 entrou no varejo farmacêutico na região Norte do Brasil.

A empresa B é uma indústria de cosméticos e medicamentos nacional de médio porte localizada no Estado de São Paulo com mais de 80 anos de existência.

A empresa C foi fundada em 1963, como uma empresa de diagnósticos, e tem seu compromisso firmado com a saúde pública, através de um instituto, cujas empresas em diagnósticos, imunoterapia, saúde alimentar e nutrição, estão contribuindo com a medicina do futuro dado seu fundador ter iniciado seus negócios com a fundação de um laboratório de análises.

Por fim, a empresa D foi fundada em 1966, com portfólio composto por 326 marcas, em 804 apresentações nos segmentos de medicamentos sob prescrição, genéricos, isentos de prescrição, dermocosméticos, dermomedicamentos, nutracêuticos, probióticos e biotecnológicos, disponibilizados em múltiplos canais (grandes redes, farmácias independentes, associativismos, hospitais, clínicas e canal público).

4.2. PILARES DO MODELO DE MATURIDADE PROPOSTO

4.2.1. ESFERA OPERACIONAL

Relativamente à esfera operacional foram analisados os postos de descarte, quanto as suas condições e acessibilidade, adequação de equipamentos, investimentos tecnológicos para gerenciamento, preparação e separação dos resíduos por subtipos, conforme demonstra o Quadro 5.

Quadro 5 – Esfera operacional

Indicadores	É relevante?
A empresa possui pontos de coleta de medicamentos?	Sim. Trata-se de fator essencial para a operação.
A localização dos pontos de coletas é acessível ao consumidor?	Sim. Acessibilidade para os descartes é fundamental.
O ponto de coleta de dados fica disponível em que período?	Sim. Julgam importante porque existe um custo na manutenção desses pontos.
Existe uma sinalização em relação ao equipamento no qual deve ser feito o descarte?	Sim. Julgam ser primordial, sem identificação/sinalização a população passa despercebida pelo equipamento.
Qual o estado do equipamento?	Sim. Fundamental pela conservação e periculosidade.
Existe algum tipo de informativo em relação aos tipos de resíduos?	Sim. Segundo os entrevistados, é uma forma de replicar a prática do descarte correto.
Existe algum tipo de informação em relação ao preparo do resíduo?	Sim. Importante, pois os resíduos de medicamentos são classificados de formas diferentes entre medicamentos comuns, contaminantes, recicláveis.
Existe um correto destino para cada tipo de resíduo (por subtipos, caixas, bulas, seringas, agulhas, vidros, comprimidos, líquidos)?	Sim. Acreditam ser um indicador importante, pois existem cidades que não possuem infraestrutura.
Existe uma estratégia para criação dos pontos de coleta de medicamentos por parte da empresa?	Sim. Ter uma estratégia de aumento dos pontos de coleta faz parte do plano de ação das empresas que julgam a logística reversa importante.

Os entrevistados consideram que esse pilar deve compor o modelo de mensuração da maturidade da logística reversa uma vez que ela reflete a prática e está relacionada com os recursos necessários como a infraestrutura para que o processo possa ocorrer com sucesso. Além disso, foi destacado por eles que é preciso que sejam obedecidas as normas e procedimentos pré-estabelecidos, tanto na política da empresa quanto em legislações existentes.

Nesse pilar foi sugerido um novo indicador a ser analisado. Um dos entrevistados sugeriu que seja feita a análise de volume de retorno de materiais, isto é, a quantidade de material que efetivamente retorna em relação ao material que foi colocado à disposição do consumidor. Por exemplo, foram disponibilizadas no mercado 3 mil toneladas de medicamentos e retornaram 200 toneladas através da logística reversa (já incluídos bulas, caixas, medicamentos), e então, num segundo estágio separar entre os materiais que foram reciclados e incinerados.

4.2.2. ESFERA ECONÔMICA

Na opinião dos entrevistados a esfera econômica é aquela que precisa apresentar resultados imediatos para que o setor invista na logística reversa. Das quatro esferas analisadas, essa é a esfera onde a empresa se baseia para não fazer devido ao alto custo da logística e baixo resultado as empresas optam em não fazer a logística reversa. Portanto, trata-se de elemento de suma importância para mensurar a maturidade do setor. Nota-se que foi levantado por um dos entrevistados a falta de incentivo fiscal para os praticantes da logística reversa no setor.

Na esfera econômica foram investigados o nível de investimento financeiro, a identificação e a avaliação dos custos, a existência de parceria financeira entre os atores da cadeia, a existência de acordos setoriais e de incentivos fiscais, mostrado no Quadro 6, foi observada a relevância dos indicadores adotados para mensuração da maturidade nessa esfera.

Quadro 6 - Esfera econômica

Indicadores	É relevante?
A empresa é quem arca com os custos dos pontos de coleta?	Sim, determinar quem arca com os custos da logística reversa é essencial para mensurar a maturidade do setor.
A coleta de medicamentos é mensurada em termos de custo, lead time, volume e taxa de retorno?	Sim. A fim de determinar aplicações e investimentos.
Existe uma parceria financeira entre os agentes da cadeia produtiva?	Sim. Necessita-se identificar quem efetivamente participa financeiramente do processo.
Existe um acordo setorial entre o poder público e a cadeia logística de medicamentos?	Sim. É necessário identificar a existência de acordos setoriais.
Existe algum benefício econômico em se realizar ou não a logística reversa?	Sim. Faz-se importante identificar quais os benefícios econômicos da logística reversa para o setor.

4.2.3. ESFERA INSTITUCIONAL

Todos os entrevistados afirmaram que para que a logística reversa funcione é necessário que comece pelas próprias empresas do setor, através da adoção de políticas de treinamentos e campanhas internas, padronização de procedimentos e maior conhecimento da legislação existente, por outro lado, afirmam também que se faz necessária a adoção de práticas que ultrapassem o que é determinado na legislação, portanto sua abordagem é importante para mensurar o nível de maturidade no setor.

Em relação à esfera institucional, foi avaliado se existe uma padronização de procedimentos para o descarte dos medicamentos no setor, o nível de participação nas campanhas de conscientização e o quanto as legislações existentes estão adequadas, conforme Quadro 7.

Quadro 7 – Esfera institucional

Indicadores	É relevante?
Há uma padronização de procedimentos para o descarte dos medicamentos na empresa?	Sim, entender como a empresa funciona é o ponto de partida para poder analisar a maturidade dela.
Existe uma política de logística reversa na empresa?	Sim, saber o que a empresa adota como política impulsiona para que estas sejam aplicadas e transformadas em práticas.
Existem campanhas de conscientização dos funcionários, dos agentes de saúde e da população?	Sim, para que o setor consiga atingir maturidade, sua imagem e grau de incentivo à logística reversa precisam ser analisados.
A empresa se apropria das lacunas da lei para se beneficiar?	Sim. Esse indicador mostra se as legislações existentes estão adequadas à atualidade.
A empresa adota estratégias para que a política seja disseminada e para que elas se tornem práticas?	Sim. Analisa o quanto efetivamente se faz.

4.2.4. ESFERA EDUCACIONAL

De acordo com todos os entrevistados a esfera educacional é a esfera que exigirá maior dedicação para a ser trabalhada no setor. O grande desafio desse pilar segundo os entrevistados é a mudança de cultura das pessoas, e isso demanda tempo e empenho para que seja feito de forma eficiente e eficaz. Esse trabalho de mudança cultural deve então ser realizado através de práticas cotidianas e que realmente conscientizem a população acerca da importância do tema.

Dentro da esfera educacional foi analisado o nível de informação dos profissionais de saúde, a qualidade das informações que chegam aos consumidores, canais de informação, públicos-alvo, conforme é demonstrado no Quadro 8.

Quadro 8 – Esfera educacional

Indicadores	É relevante?
Existe uma prática de educação de logística reversa em sua empresa?	Sim. Existe relevância do estudo desse pilar pois a existência de práticas dentro de uma empresa é que diz se ela está efetivamente ativa num processo.
A empresa utiliza os canais de informação adequados para estimular o consumidor e as parcerias existentes?	Sim. Saber se a empresa estimula os consumidores é um pilar relevante a ser analisado.
Existe preparo dos profissionais de saúde para transmitir as informações sobre descarte adequado de medicamentos?	Sim. É relevante saber se os profissionais de saúde estão aptos a replicar informações corretas.
Existem as falhas do sistema de comunicação com a população?	Sim. Julga-se ser relevante saber reconhecer se existem e quais são as falhas do sistema na comunicação com a população.

4.3. GRAU DE IMPORTÂNCIA DAS ESFERAS

A empresa A entende que a esfera educacional é a que mais pesa para que a logística reversa de medicamentos funcione de fato. A inexistência de campanhas sociais de conscientização da população, treinamentos dos funcionários para que esses possam orientar, bem como locais adequados e de fácil acesso e visibilidade dificultam essa coleta.

Enquanto a empresa B julga que todas as esferas são igualmente importantes, pois entende que para que o pilar educacional seja realmente implantado, necessita de estrutura econômica por trás e uma legislação eficiente e que toda a operação, tão importante no processo de funcionamento, seja eficaz.

Já a empresa C entende que a esfera educacional e econômica são os grandes entraves para que a logística reversa de medicamentos funcione de forma eficaz, acredita ainda que a existência de legislação contundente e uma eficiente fiscalização poderiam ser relevantes para o bom funcionamento do processo, pois se o pilar institucional estabelecer regras, os demais serão obrigados a se adequar.

Por fim, a empresa D destaca a esfera educacional como principal ponto a ser trabalhado para que o processo de logística reversa funcione, é uma mudança cultural e demanda ações impactantes e de longo prazo para que as pessoas se conscientizem quanto à importância do tema, bem como, passem a valorizar empresas que adotam estratégias de preservação ambiental. Além disso, o entrevistado acredita que outro indicador deveria ser incorporado na esfera operacional, que é mensurar o volume de materiais que são colocados à disposição da população e o quanto retorna, não propriamente apenas em medicamentos, mas também em bulas e embalagens.

4.4. GRAU DE MATURIDADE DAS UNIDADES DE ANÁLISE

Foi solicitado que cada entrevistado desse a devida pontuação para cada um dos indicadores propostos diante do cenário atual em que a empresa se encontra no que diz respeito à logística reversa, seguindo a escala *Likert* de 1 a 5, na qual 1 indica que o entrevistado discorda totalmente, enquanto 5 indica que o entrevistado concorda totalmente.

O Quadro 9 apresenta o estágio de maturidade das empresas analisadas de acordo com a visão de cada entrevistado. Para cálculo desse estágio de maturidade foi atribuído uma pontuação ao pilar somando-se a pontuação de seus respectivos indicadores, foi então atribuída a pontuação máxima que a empresa poderia obter com a pontuação desses pilares, como resultado foi dividido a pontuação obtida pela pontuação máxima.

Quadro 9 – Estágio de maturidade das empresas analisadas

Empresa	Educacional	Econômica	Institucional	Operacional	Total
A	0,80	0,80	0,92	0,76	3,28
B	0,36	0,38	0,48	0,32	1,54
C	0,60	0,69	0,72	0,68	2,69
D	0,60	0,68	0,68	0,56	2,52

Considerando: 0-0,25 Crítico; 0,26-0,50 Aceitável; 0,51-0,75 Moderado; 0,76-1 Elevado.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A logística reversa no setor farmacêutico caracteriza-se pela unilateralidade das ações dos atores, quer seja a do próprio consumidor que por iniciativa própria procura meios e locais disponíveis para o descarte, ou o varejo farmacêutico que recolhe para dar a destinação correta, mas sem intervir diretamente na conscientização da população, ou ainda das indústrias que acabam fazendo apenas o que determina a legislação. Existem poucos acordos setoriais importantes e a legislação existente não acompanha as crescentes evoluções do setor, resultando em lacunas ou ineficiência. As poucas ações efetivas existentes acabam ficando desconexas e não causam impacto relevante no comportamento dos consumidores e das empresas.

Através da pesquisa com 4 empresas do setor, foi feito um levantamento relativo ao grau de importância dos pilares que já existiam na literatura e sua aplicabilidade para mensuração do nível de maturidade de uma empresa do setor farmacêutico, assim como validação dos indicadores propostos para cada um desses.

O Quadro 10 sumariza os dados coletados no estudo realizado.

Quadro 10 – Visão geral do modelo de mensuração da maturidade da logística reversa

Deve ser considerado no modelo de mensuração da maturidade da logística reversa?	Esfera Educacional	Esfera Operacional	Esfera Econômica	Esfera Institucional
	Sim	Sim	Sim	Sim
Ordem de importância	1º	2º	3º	4º
Quantidade de indicadores literatura	4	9	5	5
Quantidade de indicadores pesquisa	+ 0	+ 1	+ 0	+ 0
Estágio de maturidade: Empresa A	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado
Estágio de maturidade: Empresa B	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável
Estágio de maturidade: Empresa C	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Estágio de maturidade: Empresa D	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado

É possível notar que os quatro pilares foram considerados importantes para mensurar a maturidade da logística reversa no setor farmacêutico, o que está alinhado com as abordagens propostas na literatura pesquisada. O pilar educacional, que envolve conscientização de todos stakeholders sobre esse processo foi considerado o pilar mais importante, seguido pela operacionalização dessa prática, ou seja, é preciso que as empresas tenham a infraestrutura adequada assim como processos bem definidos. Em terceiro lugar ficou a esfera econômica, que é um elemento considerado importante em termos de viabilidade dessa prática, e pôr fim a esfera institucional.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada a importância do tema logística reversa como obtenção de vantagem sustentável, o objetivo desse estudo visa identificar os elementos chaves para mensuração do nível de maturidade do setor em relação ao tema. Mais especificamente, propõe elaborar um modelo composto de indicadores para que essa avaliação seja feita de forma coesa e embasada com o que é proposto pela literatura. Para isso, foi realizado um estudo de caso múltiplo em quatro empresas do setor farmacêutico. Essa amostra contempla dois grandes *players* desse setor, o varejo e a indústria.

Diante dos pilares identificados na revisão da literatura, econômico, operacional, institucional e educacional, pode-se verificar que o pilar considerado mais importantes é a esfera educacional, ou seja, dentro do modelo proposto deveria ser dado um maior peso sobre esse pilar.

Foi possível constatar que ainda existe uma grande falta de conhecimento por parte da população, sugerindo serem necessários investimentos em campanhas de conscientização e treinamentos adequados aos profissionais de saúde, para que este possam repassar aos consumidores, além disso constatou-se que os programas de coleta não são divulgados e a acessibilidade a estes ainda é precária. Por outro lado, existe também um grande impacto econômico quer seja pela falta de incentivo fiscal para que as empresas se sintam motivadas a participar, quer seja pelos altos custos em administrar tal logística, ou ainda pela falta de uma legislação adequada e uma fiscalização contundente.

De forma geral pode-se concluir que existe um nível mediano quanto a maturidade das empresas para a questão discutida nesse trabalho, no entanto, é possível determinar uma série de medidas para melhorias dos serviços prestados por essas empresas que deve ser um ponto para futuras pesquisas.

Do ponto de vista acadêmico, este estudo contribui por meio da apresentação de um modelo de mensuração da maturidade da logística reversa composto por um conjunto de indicadores considerados importantes para mensurar cada pilar identificado, corroborando com o estudo de Aurélio, Pimenta e Ueno (2015). Já do ponto de vista prático, os indicadores podem ajudar as empresas para que estas avaliem seu nível de maturidade dentro das quatro esferas, e conseqüentemente elas poderão atuar sobre aquela que precisa de um maior desenvolvimento.

Apesar da pesquisa contar com uma amostragem de quatro unidades de análise, o trabalho baseou-se na validação do modelo com base em uma análise qualitativa, por meio da percepção dos entrevistados. Isso faz com que seja interessante fazer uma análise quantitativa com uma amostra significativa que ajude a validar estatisticamente o modelo de mensuração proposto, ou seja, verificar se cada indicador realmente representa uma determinada esfera e se ele se correlaciona com os demais indicadores da sua respectiva esfera.

Outra limitação identificada foi que embora os profissionais entrevistados fazem parte de empresas com representatividade nacional e internacional, o estudo foi realizado no contexto da cidade de São Paulo, o que abre oportunidades para verificar qual a visão do setor farmacêutico em um contexto nacional e internacional sobre o modelo de mensuração proposto nesse estudo.

REFERÊNCIAS

- [1] AURELIO, Cecilia Juliani; PIMENTA, Renato Ferreira; UENO, Helene Mariko. Logística Reversa de medicamentos: estrutura no varejo farmacêutico. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, v. 10, n. 3, p. 1, 2015.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- [3] BLANKENSTEIN, Giselle Margareth Pilla; JUNIOR, Arlindo PHILLIP. O descarte de medicamentos e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma motivação para a revisão das normas sanitárias. *Revista de Direito Sanitário*, v. 19, n. 1, p. 50-74, 2018.
- [4] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, dez. 2004.
- [5] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos de serviço de saúde e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, abr. 2005.
- [6] BRAUND, Rhiannon; PEAKE, Barrie M.; SHIEFFELBIEN, Lucy. Disposal practices for unused medications in New Zealand. *Environment International*, v. 35, n. 6, p. 952-955, 2009.
- [7] DEMAJOROVIC, Jacques et al. Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares?. *Revista de Administração de Empresas*, v. 52, n. 2, p. 165-178, 2012.
- [8] FALQUETO, Elda; KLIGERMAN, Débora Cynamon; ASSUMPTÃO, Rafaela Facchetti. Como realizar o correto descarte de resíduos de medicamentos?. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 15, p. 3283-3293, 2010.
- [9] FALQUETO, Elda; KLIGERMAN, Débora Cynamon. Diretrizes para um programa de recolhimento de medicamentos vencidos no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 18, p. 883-892, 2013.
- [10] GRACIA-VÁSQUEZ, Sandra Leticia et al. An analysis of unused and expired medications in Mexican households. *International journal of clinical pharmacy*, v. 37, n. 1, p. 121-126, 2015.
- [11] GUARNIERI, Patrícia. Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. edição Ed. Recife: Clube de Autores, p.29, 36, 43-44, 2011
- [12] HERNÁNDEZ, Cecilia Toledo; MARINS, Fernando Augusto Silva; CASTRO, Roberto Cespón. Modelo de gerenciamento da logística reversa. *Gestão & Produção*, v. 19, n. 3, p. 445-456, 2012.
- [13] INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Diagnóstico dos resíduos sólidos industriais. 2012.
- [14] KOTCHEN, Matthew et al. Pharmaceuticals in wastewater: Behavior, preferences, and willingness to pay for a disposal program. *Journal of Environmental Management*, v. 90, n. 3, p. 1476-1482, 2009.

- [15] KOSACKA-OLEJNIK, Monika; WERNER-LEWANDOWSKA, Karolina. HOW MATURE IS REVERSE LOGISTICS?– CONCEPT OF THE PROCESS AND RESOURCE ORIENTED MATURITY MODEL. ACTA TECHNICA NAPOCENSIS-Series: APPLIED MATHEMATICS, MECHANICS, and ENGINEERING, v. 61, n. 4, 2018a.
- [16] KOSACKA-OLEJNIK, Monika; WERNER-LEWANDOWSKA, Karolina. The Reverse Logistics Maturity Model: How to determine reverse logistics maturity profile?-method proposal. Procedia Manufacturing, v. 17, p. 1112-1119, 2018b.
- [17] LEITE, Paulo Roberto. Logística reversa e a regulamentação da política nacional de resíduos sólidos. Revista Tecnológica, Ano XVI, n. 183, 2011.
- [18] ROGERS, Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Ronald. An examination of reverse logistics practices. Journal of business logistics, v. 22, n. 2, p. 129-148, 2001.
- [19] RUHOY, Ilene Sue; DAUGHTON, Christian G. Beyond the medicine cabinet: An analysis of where and why medications accumulate. Environment international, v. 34, n. 8, p. 1157-1169, 2008.
- [20] SEEHUSEN, Dean A.; EDWARDS, John. Patient practices and beliefs concerning disposal of medications. The Journal of the American Board of Family Medicine, v. 19, n. 6, p. 542-547, 2006.
- [21] THACH, Andrew V.; BROWN, Carolyn M.; POPE, Nathan. Consumer perceptions about a community pharmacy-based medication take back program. Journal of environmental management, v. 127, p. 23-27, 2013.
- [22] TOBERGTE, D. R.; CURTIS, S. Scrutinizing pharmaceuticals and personal care products in wastewater treatment. Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, p. 0-9, 2013.
- [23] TONG, Alfred YC; PEAKE, Barrie M.; BRAUND, Rhiannon. Disposal practices for unused medications around the world. Environment international, v. 37, n. 1, p. 292-298, 2011.
- [24] VAZ, Kleydson Vinicius; FREITAS, M. M.; CIRQUEIRA, Julyene Zorzett. Investigação sobre a forma de descarte de medicamentos vencidos. Cenarium Farmacêutico, v. 4, n. 4, p. 17-20, 2011.
- [25] WESCHENFELDER, Franciele Camila. A logística reversa de medicamentos e seus impactos para a sustentabilidade: um estudo de caso no grupo Dimed-Panvel. 2013.

Capítulo 7

Gerenciamento de riscos na implementação de LGPD pessoais: Estudo de caso

Cristiano da Silva Viana

Tatiana Kimura Kodama

Leonardo Petrilli

Jéssica Suárez Campoli

Resumo: As organizações empregam processos e tecnologias para descoberta de conhecimento por meio de bases de dados para identificar individualmente seus consumidores para segmentar seus mercados e direcionando a oferta de produtos e serviços. Neste cenário, a LGPD é uma ação governamental que deve ser implementada no Brasil para promover ao consumidor a autossuficiência quanto a sua privacidade. Este trabalho por meio de um estudo de caso único, teve como objetivo analisar o gerenciamento de riscos [GR] inerentes à implementação da Lei Geral de Proteção de Dados pessoais [LGPD]. O Material e métodos compostos pela pesquisa bibliográfica, documental; e estudo de caso. Com levantamento e coleta de dados por pesquisa documental e entrevista semiestruturada; e a análise dos dados por meio técnica de adequação ao padrão. A análise dos dados permitiu uma matriz com a relação entre as probabilidades e os impactos, dos principais riscos identificados no projeto de implementação da LGPD, com maior concentração em nível (escala) Média/Alto, representando 58,33% das ocorrências identificadas. Os resultados obtidos apontam que implementação da LGPD modificará, e profundamente, a estrutura e a cultura organizacional do estudo de caso, empresa Telecom. Contribuindo para o entendimento, de que um modelo adequado para a implementação da LGPD é composto pela aderência aos requisitos do escopo da LGPD, o gerenciamento dos riscos, a adesão de toda a cadeia das partes envolvidas, a sustentação financeira e a implementação das respostas aos riscos pelo patrocinador (sponsor) do projeto.

Palavras chave: Gestão; Projetos; Governança, PMBOK; Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

1. INTRODUÇÃO

Para as organizações empresariais, o foco da inovação é traduzido por transformações em seus processos e um conjunto de ações que permitam respostas ágeis e eficazes que contribuam para agregar valor aos seus produtos e serviços (RABECHINI, 2015). Nas organizações, os processos de transformação de um conjunto de dados em informações e conhecimento proporciona a sustentação das decisões estratégicas das organizações (DALFOVO; TAMBORLIN, 2010).

Estrategicamente, as organizações empregam processos e tecnologias para a descoberta de conhecimento em bases de dados, objetivando ampliar o conhecimento individualizado acerca de seus consumidores e, segmentar seus mercados a fim de direcionar a oferta de seus produtos e serviços (PINTO, 2016).

O conceito de *Business Intelligence* (BI) como uma arquitetura de processos e ferramentas traduz a necessidade de transformação de dados para permitir conhecer e prever o comportamento dos consumidores e, na previsão e antecipação de incertezas e riscos e, por fim, sustentar a tomada de decisões (GOMES ET AL., 2016).

Em resposta aos paradigmas da gestão gerencial, as empresas transformaram seus modelos de negócios, com a promoção (valorização) da gestão de projetos, marcada pela presença de temporalidade, o oferecimento de produtos e serviços únicos em ambiente com incertezas e a visão de integração de esforços, desta forma, as empresas passaram a comercializar soluções (RABECHINI, 2015).

Em decorrência da efetividade da LGPD, que passará a vigorar em agosto de 2020, haverá uma mudança dentro das empresas, bem como, a sua relação com a sociedade quanto o tratamento dos dados das pessoas naturais.

Neste contexto, o gerenciamento de riscos é imperativo para a sobrevivência das corporações. E, inserido neste cenário, o consumidor que por meio da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) obtém a autonomia para decisão da preservação de sua privacidade. A LGPD é uma resposta do Brasil, à *General Data Protection Regulation* (GDPR), para o nivelamento e atendimento das exigências da legislação junto à União Europeia.

Portanto, a LGPD repercute nas organizações, de tal forma, que interfere nas relações comerciais entre as empresas e consumidores, bem como as relações entre as empresas. E o gerenciamento de projetos relaciona-se com bases de dados, o tratamento de dados e até mesmo com dados pessoais e suas variações.

A gestão de riscos surge como aliada na mitigação de riscos e, desta forma, cabe ao gestor do projeto contemplar a gestão da LGPD (PMBOK, 2017). Neste cenário, este trabalho tem como objetivo analisar o gerenciamento de riscos para compreender os riscos inerentes a aplicação da LGPD através de um estudo de caso único.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Por meio da pesquisa bibliográfica realizada nas bases de dados Google Acadêmico e Scielo no período entre 01 de agosto de 2019 a 05 de fevereiro de 2020, e por tratar-se de um tema contemporâneo não foram encontrados artigos ou trabalhos acadêmicos que correlacionassem o gerenciamento de riscos e a implementação LGPD. Segundo Lakatos e Marconi (2003), pesquisa com temas recentes devem ser evitados pela dificuldade em estabelecer uma nova abordagem, no entanto, trabalhos inéditos e originais permitem contribuição para ampliação do conhecimento ou na compreensão de problemas acerca do tema, e permitem a uma base para elaboração de modelos e subsídios para a elaboração de novos estudos. Desta forma, buscou-se a construção da fundamentação teórica alicerçada em leis, *frameworks* e as metodologias utilizadas no gerenciamento de riscos para o atendimento da LGPD.

A adoção da pesquisa bibliográfica é justificada, pois permite um referencial teórico mediante uma revisão da literatura para ampliar o entendimento a respeito do tema e a proposição do objetivo da pesquisa (YIN, 2001). Já, o estudo de caso foi adotado para o entendimento de um fenômeno social complexo (YIN, 2001). A definição do tratamento dos dados proposto pela Pricewaterhousecoopers Brasil [PwC Brasil] para a LGPD, corrobora para o entendimento e caracterização da LGPD como um fenômeno social, que afetará a gestão de projetos e deverá ser contemplada na gestão de riscos (PwC Brasil, 2019). O estudo de caso, para Prodanov e Freitas (2013), é uma estratégia recomendada para estudos em fenômenos contemporâneos inseridos no contexto da vida real, em que há baixo controle do evento pelo pesquisador.

Com relação ao levantamento e coleta de dados as ferramentas utilizadas foram: pesquisa documental e entrevista semiestruturada. A pesquisa documental é uma fonte relevante de informação, neste caso a própria Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, LGPD, lei n. 13.709/2018, e participam do plano de coleta de dados, e na validação de outras fontes e evidências para o estudo de caso (YIN, 2001). Para Gil (2002), a pesquisa documental é empregada em um tema delimitado, mais específico e preciso, com um cunho descritivo ou explicativo. A entrevista corrobora para uma linha de investigação com a formulação de questionamento de forma fluída, com imparcialidade, para obtenção de dados e de identificação de informações para a pesquisa (YIN, 2001). Segundo Gil (2002), é uma modalidade flexível em que o pesquisador, através de perguntas, frente ao entrevistado obtém informações (respostas) acerca do tema. Ainda, na perspectiva de Gil (2002), as pesquisas em que a análise e interpretação dos dados privilegiam a discussão dos resultados obtidos, decorrentes da interpretação dos resultados, corroboram para contribuições teóricas.

A unidade de estudo é uma empresa multinacional localizada na capital do Estado de São Paulo que atua no segmento de telecomunicações, com quatro subsidiárias no Brasil, e atuação em nível global em soluções e serviços digitais de Tecnologia de Informação (TI). E para obtenção de dados, contamos com auxílio de um colaborador, cargo em nível gerencial, com a função de gestor de projeto na implementação de políticas, processos e tecnologias, a fim de atender a legislação vigente, na forma da LGPD:2018. Neste trabalho, por questões de sigilo, a empresa foi denominada por Telecom e o colaborador entrevistado por A. Branco.

Os dados foram coletados por meio de entrevista semiestruturada no período de 04 de fev. de 2020 e 03 de abr. de 2020. Os dados obtidos foram analisados através da técnica de adequação ao padrão. Desta forma, os dados foram comparados quanto ao gerenciamento de riscos proposto pelo Guia PMBOK (2017) e os dispositivos da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), proporcionando uma matriz de riscos (probabilidade x impactos) por meio de análise qualitativa e a compreensão quantitativa das ocorrências.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O mundo corporativo requer agilidade para enfrentar os desafios em um ambiente de constantes mudanças e que desafiam os paradigmas da gestão empresarial. De acordo com Araújo et al. (2017) e Horney, O'shea e Pasmore (2010), este fenômeno é explicado pelo conceito VUCA, acrônimo para *volatility* (volatilidade), *uncertainty* (incerto), *complexity* (complexidade) e *ambiguity* (ambiguidade).

No contexto do VUCA, as estruturas rígidas organizacionais, do passado, dão espaço ao futuro com conceitos de agilidade e flexibilidade com foco na qualidade, custo e eficiência. Bennett e Lemoine (2014) e Araújo et al. (2017), explicam detalhadamente o acrônimo VUCA, de modo que a volatilidade representa as disjunções dos desafios, que embora compreendidos, apresentam instabilidade e as mudanças ocorrem em grande velocidade. Incerto na medida em que os resultados são imprevisíveis, as informações são elementares com causas e efeitos conhecidos, entretanto, o conhecimento prévio perde utilidade na resolução de desafios futuros.

A complexidade advém da dependência de variáveis inter-relacionadas e a complexidade é intrínseca as relações comerciais e sociais em um mundo globalizado, e a ambiguidade decorre das relações causais sem precedentes, em ambientes de incertezas e a abordagem para resolução da ambiguidade é baseada no empirismo, não há respostas certa ou errada apenas uma expansão das possibilidades.

Estabelecendo uma correlação entre o conceito VUCA e a natureza dos projetos, os projetos apresentam complexidade intimamente relacionada aos relacionamentos interpessoais, e a rede de pessoas internas e externas ao projeto. De modo que, o grau de complexidade está relacionado com a quantidade de envolvidos aliados, bem como, os adversários do projeto (MAXIMIANO, 2014).

A incerteza é um componente dos projetos contribuindo para as dificuldades do gerenciamento do mesmo. E, de tal forma que, as incertezas e riscos são amplificados à medida em que há um desconhecimento sobre os objetivos dos projetos e dos métodos a serem empregados para que o projeto seja bem-sucedido (MAXIMIANO, 2014). Por outro lado, o grau de familiaridade dos projetos pela organização repercute positivamente ou negativamente na complexidade e incertezas do projeto. (MAXIMIANO, 2014).

3.2. GESTÃO DE PROJETOS: RISCOS

Segundo o PMBOK (2017), o risco é um evento ou condição de incerteza e sua ocorrência provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto. Desta forma, o conceito de incerteza pode ser dado pela ausência ou falta de informação a respeito de um evento. Já, o risco é o efeito positivo ou negativo decorrente da incerteza, de modo que, o risco decorre de uma da incerteza.

A gestão de risco em gerenciamento de projetos vislumbra administrar os efeitos decorrentes das incertezas do projeto, por meio da aplicação de técnicas e ferramentas para reduzir e abrandar os efeitos negativos, bem como amplificar os efeitos positivos, estes sempre mais desejáveis, e para maximizar os resultados do projeto (PMBOK, 2017). O gerenciamento de risco não objetiva a eliminação, mas o entendimento e adequação de resposta para extrair os aspectos positivos e mitigar e/ou minimizar os impactos negativos (PMBOK, 2017).

3.3. LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS PESSOAIS (LGPD): CONCEITOS

A LGPD, lei nº. 13.709/2018, estabelece o escopo da lei em seu Art. 1º, disciplina o tratamento de dados pessoais, incluído o ambiente digital, por pessoa natural ou jurídica de direito público e/ou privado, com a finalidade de proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e a liberdade no desenvolvimento da personalidade da pessoa natural (BRASIL, 2018).

Para a LGPD, não há distinção quanto ao porte ou segmento de atuação empresarial, contudo, a LGPD tem grande impacto nas organizações inclusive na administração pública. De tal modo que, as empresas devem empregar esforços para adequação até ago. de 2020 (ROQUE, 2019). A LGPD requer a integração da governança corporativa com a governança de dados e governança de TI (SERPRO, 2019).

Os objetivos da LGPD são disciplinados pelo Art. 2 e apresenta como fundamentos: (a) proteção dos dados pessoais à privacidade; (b) preservação da intimidade, honra e imagem; (c) desenvolvimento econômico, tecnológico e inovação; (d) livre iniciativa, concorrência e defesa do consumidor; (e) exercício da cidadania pelas pessoas naturais (BRASIL, 2018).

A aplicação da LGPD, conforme Art. 3, é para as operações de tratamento de dados realizadas em território brasileiro e que tenha como finalidade a oferta de produtos e serviços em território nacional ou que a coleta tenha sido realizada em território nacional independente da nacionalidade das pessoas naturais (BRASIL, 2018).

As exceções da LGPD são apresentadas pelo Art. 4, para os seguintes casos: (a) realizado por pessoas naturais com fins não econômicos; (b) com fins exclusivamente jornalísticos, artísticos e acadêmicos; (c) com fins exclusivos de segurança pública, defesa nacional, segurança do Estado, incluída a repressão de infrações penais e as atividades de investigação; (d) dados destinados a outros países, sem coleta e processamento em território brasileiro (BRASIL, 2018).

3.4. PRINCÍPIOS DA LGPD

Em conformidade com o Art. 46, a privacidade deve ser empregada em todos os processos, seja por medidas de ordem técnicas, administrativas e de segurança afim de evitar o acesso não autorizado aos dados ou qualquer forma de tratamento inadequado ou ilícito (BRASIL, 2018).

Os fundamentos para caracterização de dados pessoais são abordados pelo Art. 5, e considera como dado pessoal as informações relacionadas a pessoal natural identificada ou identificável. E conceitua os dados anonimizados, inciso III, como dados que não permitem a identificação e vinculação com as pessoas naturais (BRASIL, 2018).

A LGPD, disciplina o tratamento dos dados como toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, a produção, a recepção, a classificação, a utilização, o acesso, a reprodução, a transmissão, a distribuição, o processamento, o arquivamento, o armazenamento, entre outros, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado (BRASIL, 2018).

Para a LGPD, Art. 5 inciso IX, os agentes de tratamentos compreendem o controlador e o operador, ambos pessoa natural ou jurídica, de direito público ou privado. Ao controlador compete as decisões referentes ao tratamento de dados, Art. 5 inciso VII. Já o operador, Art. 5 inciso VI, é quem de fato realiza o tratamento de dados em nome do controlador. O encarregado, Art. 5 inciso IX, também pessoa natural ou jurídica, é o responsável pela comunicação entre o controlador, o titular dos dados, e a Agência Nacional

de Proteção dos Dados (ANPD) (BRASIL, 2018). Embora, não haja na lei o termo *Data Protection Office* (DPO), o mercado emprega o termo para denominar a figura do Encarregado dos dados.

O relatório de impacto à proteção de dados pessoais, como exigência legal, Art. 5 inciso XVII, descreve os processos de tratamento de dados que possam permitir riscos a liberdades e direitos fundamentais, bem como os mecanismos de mitigação de riscos (BRASIL, 2018). A realização de estudos por órgão de pesquisa com recomendação da anonimização dos dados pessoais. Segundo o Art. 8º, o consentimento previsto no inciso I do Art. 7º deverá ser fornecido seja por escrito, ou ainda, por outro meio que demonstre a manifestação de vontade do titular (BRASIL, 2018).

Os direitos do titular são expressos pelo Art. 18, incisos de I a IX, obter informações quanto ao tratamento de seus dados e são direitos assegurados o acesso e a confirmação da existência de tratamento de seus dados pessoais (BRASIL, 2018).

O tratamento será considerado irregular, Art. 44 incisos I a III, quando não fornecer segurança e a conformidade com a LGPD (BRASIL, 2018). O parágrafo único, responsabiliza o controlador ou o operador pelos danos em virtude de violação da segurança dos dados, inobservância das medidas previstas pelo Art. 46 (BRASIL, 2018).

3.5. GOVERNANÇA DOS DADOS

A implementação da governança é exigida, pelo Art. 50, por processos, regras e normas que contemplem o regimento de funcionamento, procedimentos, a segurança da informação, o treinamento e ações educativas, os mecanismos de monitoramento e controle e resposta aos riscos, entre outros, bem como, a demonstração dos procedimentos adotados pela organização à ANPD (BRASIL, 2018).

É obrigatória a comunicação, regido pelo Art. 48 incisos I a VI, junto a ANPD e ao titular dos dados, quando ocorrerem incidentes de segurança que permitam originar riscos ou danos ao titular dos dados. A comunicação deverá conter informações sobre a natureza dos dados; informação sobre os titulares afetados, a indicação das ações corretivas em nível técnico e de segurança; os riscos relacionados frente ao incidente; bem com as ações para mitigar e reverter os efeitos decorrentes do incidente (BRASIL, 2018).

3.6. AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO DE DADOS (ANPD)

A instituição e regulamentação da ANPD é regida pelo Art. 55-A, a instituição é vinculada a Presidência da República. As competências são regulamentadas pelo Art. 55-J, tal como a fiscalização (BRASIL, 2018). Das sanções, a ANPD, definidas pelo Art. 52, poderá aplicar as seguintes sanções sobre incidentes de dados que compreendem desde a advertência, com multa simples de até 2% do faturamento, limitada ao valor de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais) por infração; e multa diária, também observado o limite total; bem como a publicização da infração após devidamente apurada e confirmada a ocorrência do incidente (BRASIL, 2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para A. Branco, a LGPD é uma lei abrangente que, por um lado impõe às organizações a promoção da privacidade dos titulares dos dados e pouco informa acerca do modo a garantir a privacidade. Nota-se que, a legislação recomenda a governança e a segurança da informação, mas não especifica modelos a serem seguidos.

No entendimento de A. Branco, a LGPD, é matéria multidisciplinar e envolve diferentes dimensões quanto aos aspectos tecnológicos, de negócios, jurídicos, entre outros. A compreensão destas dimensões auxilia na seleção de normas, metodologias, processos e tecnologias para que as organizações alcancem adequação dos requisitos da LGPD, compondo um *framework* para as organizações.

Na perspectiva de A. Branco, a governança é suscetível ao controle da lei, e para o gerenciamento de riscos é necessária uma abordagem da gestão (governança) de riscos adaptada para o atendimento dos requisitos da LGPD. Desta forma, os modelos de governança de riscos devem ser adaptados, aplicadas as correções para que o fluxo de dados atenda à legislação.

Na fase de avaliação de riscos são empregados os processos de identificação, análise e avaliação, sendo finalizado com tratamento de resposta aos riscos. Este ciclo, de avaliação de riscos, é constantemente

monitorado e revisado, acompanhados pelos processos de comunicação e consulta. Há a necessidade de incorporar ao fluxo a segurança e a proteção de dados, de modo que, a cada etapa, contenha a proteção e segurança adequada, e desta forma, evitando a violação aos dados e inconformidades frente a LGPD.

O gerenciamento de riscos, especificamente com base no PMBOK (2017), os processos também devem ser adequados para a proteção dos dados com o emprego de mecanismo que garantam o tráfego de dados aos princípios da lei e os direitos dos titulares dos dados. Para o gerenciamento de riscos é necessário processo de registro dos riscos, mediante as listas dos riscos identificados e lista das possíveis respostas aos riscos.

4.1. RESPONSABILIDADES RISCOS EM PROJETOS: CÓDIGO DE ÉTICA

O Guia PMBOK (2017), publicado pelo *Project Management Institute* (PMI), menciona o código de ética e conduta profissional e apresenta como valores importantes para a comunidade em gerenciamento de projetos, tais como: responsabilidade, respeito, justiça e honestidade. O código disciplina a respeito de padrões obrigatórios, considerados rígidos, e que em alguns casos, impõem limitação e até mesmo proibição de comportamento profissional.

Segundo A. Branco, há uma reflexão e discussão acerca da ética e boa conduta na sociedade, na política e no meio organizacional. Sendo assim, repercute de maneira positiva no meio organizacional na busca por valores elevados por meio dos dirigentes das empresas estendendo aos colaboradores, e por fim, aos anseios da sociedade por transparência e responsabilidade na conduta das empresas.

A. Branco acredita que a aderência ao código de ética permite o exercício de condutas adequadas por toda a estrutura organizacional, a LGPD corrobora para a demonstração junto aos clientes, fornecedores, colaboradores, e aos acionistas, o nível de adequação frente as normas e os riscos que a organização pode ser acometida. Desta forma, seria intrínseco aos gerentes de projetos de adequação, seja de *compliance* ou de avaliação de riscos adotem ações pautadas no código de ética e conduta, refletindo os valores da organização.

Ao atender as necessidades dos programas de *compliance*, ou legislação vigente no país, segundo A. Branco, o gerenciamento de riscos deverá contemplar a LGPD em seu escopo. Contemplar a LGPD é uma necessidade de cumprimento de regulamentação, da legislação, entretanto, para sua organização é uma questão de ética, consolidada como “valor” para a organização, a qual atual, em qualquer escopo, e conclui: em qualquer projeto.

4.2. NÍVEL DE MATURIDADE EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS, GOVERNANÇA E SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO DA EMPRESA TELECOM NA IMPLEMENTAÇÃO DA LGPD

A. Branco afirma que, existem pesquisas que demonstram que há um volume reduzido de empresas com o nível de governança adequado para o gerenciamento de projetos, ou em suas estruturas operacionais. Ainda, de acordo com a sua percepção, no cenário nacional das organizações, encontram-se em um nível de maturidade extremamente aquém das melhores práticas a serem cumpridas. E complementa, há diversos modelos que permitem as organizações atingirem um nível de maturidade superior, mas são efetivamente subutilizados. De tal forma, que impedem as organizações de atingirem um nível de maturidade adequado, em apresentem um nível de maturidade abaixo do nível que considera mínimo.

A Branco conclui que, não é possível a generalização frente ao nível de maturidade das organizações, mas entende que a LGPD permitirá uma revisão que elevará o nível de maturidade na proteção dos dados pessoais. Com a adequação do nível de maturidade junto às melhores práticas, a exposição aos riscos é reduzida e, conseqüentemente, redução das possíveis perdas na reputação organizacional, tal como, a perda (vazamento) de dados pessoais, emprego de informações originadas pela má gestão ou pela ausência de governança dos dados.

Com a adequação do nível de maturidade junto às melhores práticas, a exposição aos riscos é reduzida e, conseqüentemente, redução das possíveis perdas na reputação organizacional, tal como, a perda (vazamento) de dados pessoais, emprego de informações originadas pela má gestão ou pela ausência de governança dos dados.

O mapeamento realizado pelo SERPRO, em 2019, demonstra que o Brasil é o país que conta com legislação específica, mas seu nível de adequação é inferior (parcialmente adequado) aos países da União Europeia (fortemente adequado), bem como, alguns países do cone sul (adequado) (SERPRO, 2019).

A. Branco, em seu entendimento, afirma que, no Brasil, as empresas possuem baixa aderência às práticas que elevam o nível de proteção dos dados, ou seja, não possuem governança dos dados. Em relação ao nível de maturidade em segurança da informação 56,36% das empresas, no cenário nacional, estão entre os estágios 0 e 2 (TEMPEST, 2019).

A. Branco afirma que a empresa Telecom está no estágio 3 de maturidade, ou seja, os recursos e os processos (e sistemas) são maduros e o tema de segurança já é parte da governança corporativa da empresa diferenciando-a da maioria das empresas no Brasil. Tal fato pode ser justificado, pois a organização ostenta a certificação internacional CMMI L3 emitida pelo CMMI *Institute*, comprovando o estágio 3 de maturidade, em nível mundial.

4.3. TECNOLOGIAS E SISTEMAS PARA ATENDER A LGPD: IMPLANTADAS E EM FASE DE IMPLANTAÇÃO

Em pesquisa, sobre a Lei nº 13.709 - LGPD, embora de forma implícita, a lei, aborda sistemas de informação, sistemas gerenciadores de banco de dados e, conseqüentemente a governança dos dados que seria abarcada pela governança de TI. E de forma explícita, a segurança da informação.

A. Branco afirma que seria válido para atendimento da legislação LGPD, o emprego de um arcabouço de tecnologias, tal como governança de TI com COBIT/2019, que conta com um modelo de governança orientado ao negócio, a processos, baseado em controles, e guiado por mensurações. A. Branco sugere que uma composição adequada para o gerenciamento de programas de adequação e *compliance* é a governança corporativa em conjunto aos controles técnicos e administrativos. Segundo ele, o emprego de ferramentas e metodologias contribuem para a governança, com métodos claros e definidos e seus mecanismos de controle e auditoria permitindo avaliar a gestão e o gerenciamento de operações e projetos.

Em relação às tecnologias, A. Branco afirma que, há uma gama de ferramentas e *frameworks* para o desenvolvimento do trabalho de nível técnico para a coleta e mapeamento de dados, gestão e controle de usuários e titulares, entre outros e que são adequados para atendimento da LGPD. Na outra ponta, os *frameworks* de gestão corporativa e governança de TI suportam o trabalho de adequação dos modelos organizacionais e culturais da empresa. O projeto da LGPD é um projeto para adequação regulamentar (legislação) de controles técnicos e organizacionais para atuação dentro das melhores práticas e cumprimento de obrigação legal.

4.4. IDENTIFICAR OS RISCOS: PROCESSOS EMPREGADOS

Para a identificação dos riscos, segundo A. Branco, empregam as técnicas de entrevista, questionários, *brainstorming* entre outras ferramentas. Na empresa estudada, são envolvidos colaboradores que conheçam do negócio ou da área específica envolvida no projeto, tais como: líderes; gerentes; executivos; diretores para que possam contribuir na identificação dos riscos.

Esse trabalho, por meio das ferramentas e envolvimento dos *stakeholders*, permitirá a coleta de dados para o levantamento de informações para a criação de um mapa que descreverá os riscos, ou a maioria, bem como o entendimento e conhecimento dos processos, procedimentos, políticas e práticas adotadas pela organização empresarial. Permitindo ainda, a compreensão e verificação dos processos, e se estes são cumpridos e atendem as melhores práticas para a proteção de colaboradores, fornecedores e clientes da organização. A. Branco considera o processo de identificação de riscos como um processo de verificação, em que todas as informações são relevante e contribuem para o esclarecimento de pontos de melhorias.

4.5. ANÁLISE QUALITATIVA DE RISCOS E ANÁLISE QUANTITATIVA DE RISCOS LGPD

Dado o volume inicial, realiza uma análise superficial (nível macro) com foco em números, sendo uma análise do tipo quantitativa. A análise quantitativa permite novos levantamentos apontados pela volumetria dos dados (informações), sendo iniciada a etapa de detalhamento com objetivo de uma análise qualitativa baseada nas normas e controle importantes para a empresa, fornecendo informações com um teor mais relevante e com uma maior qualidade. Em sua perspectiva, A. Branco, as análises quantitativas e qualitativas são complementares, e não são excludentes entre si. As análises qualitativas e quantitativas são precedidas pela coleta dos dados, e com base nas respostas e informações recebidas, as informações são

sinetizadas, por meio de relatório que versará acerca das ações a serem executadas com objetivo de ampliar o nível de *compliance*.

4.6. PLANEJAMENTO DE RESPOSTAS AOS RISCOS: PROCESSOS E AÇÕES

A LGPD como um projeto de adequação à governança e *compliance* organizacional, e em decorrência de suas particularidades (exigências), inevitavelmente repercutirá na exigência de adequação técnica dos ambientes tecnológicos. A avaliação do ambiente (*assessment*), permite um plano de ação que posteriormente é apresentado ao nível estratégico empresarial para a tomada de decisão. As respostas são baseadas nas necessidades e expectativas da organização, desta forma, tanto o plano e as respostas atendem as necessidades da empresa.

O processo de respostas aos riscos apresenta duas vertentes: ameaças e oportunidades, e segundo A. Branco, se por um lado há um risco (uma ameaça), por outro lado há oportunidades. As respostas aos riscos estão interligadas com as necessidades e o “apetite” da organização aos riscos, desta forma, a organização sempre assumirá determinado riscos variando de organização para organização. A expectativa é que as ameaças, mediante as respostas, possam ser convertidas em oportunidades.

4.7. IMPLEMENTAÇÃO DE RESPOSTA AOS RISCOS – RESPOSTAS PARA OS RISCOS LGPD

Acerca da implementação de respostas aos riscos, A. Branco reforça que é fator que varia em acordo com a cultura organizacional. As implementações podem ocorrer no âmbito técnico ou organizacional, ou ainda em ambos. E a responsabilidade sobre a implementação das respostas aos riscos é da organização ou do *sponsor* do projeto.

4.8. MONITORAR OS RISCOS: PROCESSOS EMPREGADOS PARA MONITORAR OS RISCOS LGPD

O monitoramento dos riscos, e avaliação, é a etapa que ocorre após a implementação de controles e métodos de gerenciamento que permitam controlar os possíveis riscos existentes. É na etapa de governança de projeto da LGPD que há um alto nível de maturidade, e mediante aos controles mantém este nível de maturidade, por meio dos processos de auditoria (interna e externa) aliado às avaliações de *benchmark* entre outros controles que fornecem subsídios para análises de impacto da proteção de dados e nos negócios. A. Branco, em sua percepção, afirma que, é a governança que permite a manutenção da qualidade da organização.

4.9. SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Por meio da pesquisa documental e da análise dos dados obtidos através da entrevista obteve-se uma matriz de riscos, conforme o Quadro 1, com o nível de probabilidade de ocorrer e o possível impacto.

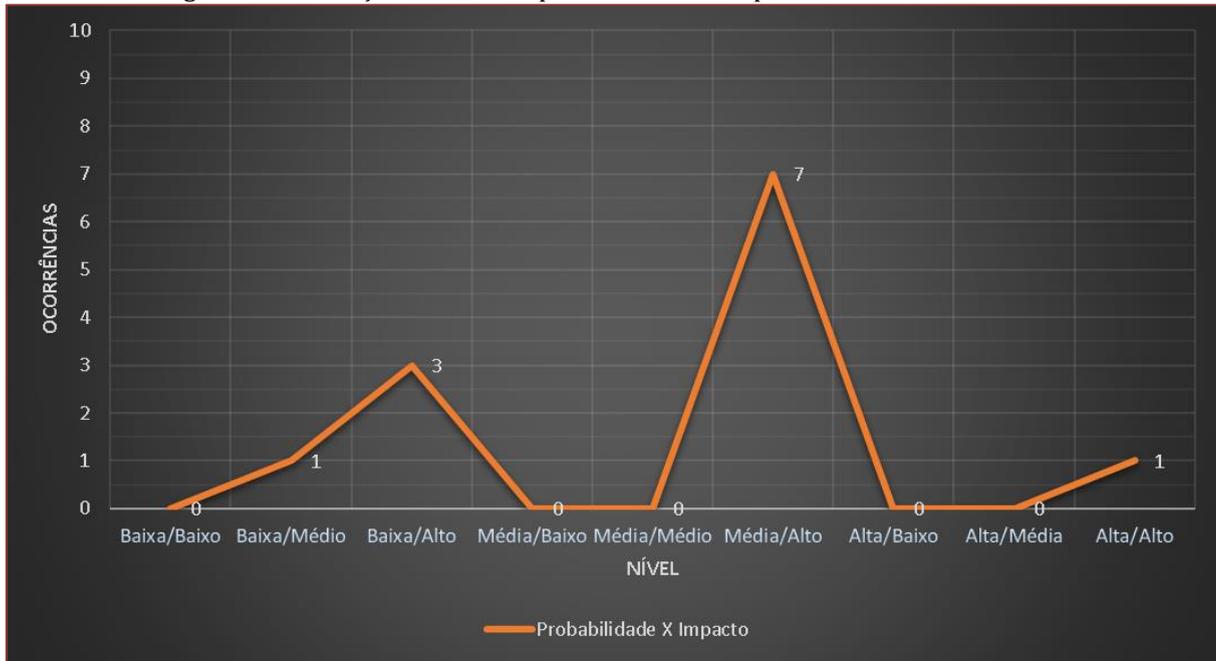
Quadro 1 – Matriz de risco: impacto versus probabilidade

Ordem	Identificação de risco	Probabilidade	Impacto
1	Engajamento das partes	Baixa	Alto
2	Resistência às mudanças nas atividades e processos	Alta	Alto
3	Recursos (pessoas) não disponíveis devido a carga de trabalho (alta) no departamento	Média	Alto
4	Falha no mapeamento de processos	Média	Alto
5	Ausência de Governança de TI e Governança dos Dados	Média	Alto
6	Ausência de comunicação	Média	Alto
7	Falha de comunicação (no entendimento) em requisições de informações críticas entre as partes interessadas.	Média	Alto
8	Tecnologia não eficiente (eficaz)	Baixa	Alto
9	Indisponibilidade dos recursos tecnológicos	Baixa	Médio
10	Riscos de vazamento de informações	Média	Alto
11	Riscos de tratamento de dados indevido	Média	Alto
12	Organização não adequada a LGPD	Baixa	Alto

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com a Figura 1, a relação entre as probabilidades e os impactos, dos principais riscos identificados no projeto de implementação da LGPD, apresentam uma maior concentração em nível Média/Alto, representando 58,33% das ocorrências. Em contrapartida, os níveis: Baixa/Médio (8,33%), Baixa/Alto (25,00%) e Alta/Alto (8,33%) representam 41,66% dos riscos identificados. Os demais níveis de probabilidade e impacto não pontuaram na pesquisa.

Figura 1 – Pontuação do nível de probabilidade e impacto dos riscos identificados



Fonte: Elaborado pelos autores

Dada a criticidade do projeto, e a fim de garantir o sucesso do projeto, torna-se inevitável a admissão das 10 áreas de conhecimento² proposto pelo PMBOK (2017). Apresentam-se como uma ameaça tanto a inconformidade na adesão, aos requisitos da lei na implementação da LGPD, bem como a ausência no aliciamento dos *stakeholders* no projeto, esta última revertida em oportunidade com a adesão dos envolvidos. Cumulativa as inconformidades junto a LGPD, também consideradas ameaças, são representadas pela transgressão dos direitos e a exposição do titular dos dados. Contudo, amplia-se as oportunidades por meio pela adequação à LGPD, com a manutenção e ampliação quer seja da imagem, quer seja da reputação.

A conformidade da LGPD pode ser conquistada pela governança dos dados, com tecnologias e processos que permitam a planificação da privacidade e aos requisitos da LGPD. A adoção de tecnologias e metodologias, como ferramentas, parecem estarem relacionadas à disponibilidade do fluxo financeiro e a cultura organizacional. De modo que, a gestão de riscos de implementação e/ou pós-implementação, a consubstanciação com a LGPD permite a compreensão de que está relacionada à predileção aos riscos pela unidade empresarial, definido pelo grau aceitável de exposição aos riscos.

A LGPD é um projeto de *compliance*, abrangendo os aspectos éticos, também previsto pelo Guia PMBOK (2017), com mudanças organizacionais e que repercutem na imagem e reputação empresarial com probabilidade de prejuízos financeiros. É um projeto que requer a integração entre as áreas da unidade organizacional, em especial a área de *compliance*, que requer sinergia entre às áreas administrativa, marketing, operacional, jurídicas e tecnológicas, corroborando para a manutenção e apoio às decisões estratégica, em conformidade à LGPD, proporcionando impacto profícuo e a preservação dos negócios empresariais.

² De acordo, com o Guia PMBOK (2017) as áreas de conhecimento são o gerenciamento da integração do projeto, escopo do projeto, cronograma do projeto, custos do projeto, qualidade do projeto, recursos do projeto, comunicações do projeto, riscos do projeto, aquisições do projeto e das partes interessadas do projeto.

Durante a entrevista observou-se uma preocupação pelo gestor em resguardar informações e acesso à documentação, caracterizando uma segurança e resguardo das informações e ações relacionadas ao projeto. Desta forma, não foi possível acessar aos documentos de gerenciamento de riscos, bem como, as tecnologias, ferramentas e métodos empregados na gestão dos dados pessoais.

4.10. RECOMENDAÇÕES PARA A GESTÃO DE RISCOS LGPD PARA GESTORES DE PROJETOS

Como recomendação, A. Branco, para a gestão de riscos para o projeto da LGPD, orienta acerca da necessidade de cautela e observação aos requisitos da lei, por tratar-se de um projeto de *compliance*, exigirá a adequação da organização aos requisitos da legislação (LGPD). O engajamento dos níveis estratégico, tático e operacionais corresponsáveis na sustentação do projeto, e em especial na sustentação financeira dada pelo *sponsor* do projeto. A conscientização, junto ao *sponsor*, acerca da importância do projeto de adequação para a manutenção da reputação da organização irá garantir a implementação fim-a-fim, e permitir que todos os riscos sejam minimamente mitigados e resolvidos.

Essa conscientização demandará o engajamento da liderança, o conhecimento dos riscos, principalmente de imagem e reputação organizacional caso não haja a adequação à LGPD. Afim de reduzir a probabilidade de imputação de sanções administrativas impostas pela LGPD (ANPD), e garantir ao menos o mínimo de controles para que não haja vazamentos de dados pessoais, a fim de reduzir os riscos operacionais e de negócios da organização.

5. CONCLUSÃO

A LGPD requer o gerenciamento de riscos, a implementação de governança de dados e desenvolvimento de políticas pela área de *compliance* com ações que atuarão assertivamente, e profundamente, modificando a estrutura e a cultura organizacional da organização Telecom. Em contrapartida, negligenciar a gestão de riscos degradaria a imagem e reputação da empresa, bem como a imputação de sanções administrativas, impostas pela ANPD. Desta forma, um modelo adequado para a implementação da LGPD é composto pela aderência aos requisitos do escopo da LGPD, o gerenciamento dos riscos, a adesão de toda a cadeia das partes envolvidas, com a sustentação financeira e a implementação das respostas aos riscos pelo patrocinador (*sponsor*) do projeto, e por fim, para esta composição é necessária a compreensão pelo corpo diretivo e estratégico, que a implementação da LGPD é um projeto regulamentar, e *compliance* junto à legislação, fornecedores, e consumidores, neste caso, o próprio titular dos dados pessoais. O presente estudo, não encerra o assunto, mas abre perspectivas para novas pesquisas no gerenciamento de riscos da LGPD após sua implementação, tal como a validação comprovação da eficiência e eficácia das respostas aos riscos identificados na fase de adequação à LGPD.

REFERÊNCIAS

- [1] Araújo, M. S.; Grasas, A.Álex; LLOPR, R.; PAASSEN, J. Van; ROSÉS, L. 2017. O papel dos gestores atuais para sobreviver num ambiente VUCA. *Review of Business and Legal Sciences / Revista de Ciências Empresariais e Jurídicas* 29: p. 07-33.
- [2] Baldo, T.; Costa, B. M.; Evangelista, G. H.; Galvão, F.H.F.; Spósito, E.A. 2017. Gestão de riscos. Instituto de Ensino Superior de Bauru [IESB]; Faculdade de Bauru, Bauru, SP, Brasil. Disponível em: <http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20180302133150.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.
- [3] Bella, R. L. F.; Gutierrez, R. H.; Quelhas, O. L. G. Gestão de riscos de projetos e stakeholders: identificação e análise de riscos baseado na percepção de risco. In: XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III INOVARSE – responsabilidade Aplicada, 2016, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Anais... p. 1-12.
- [4] Bennett, N.; Lemoine, G. J. 2014. What VUCA Really Means for You. *Harvard Business Review* 92(1):17-17.
- [5] Brasil. 2018. Lei n. 13.709, 14 ago. 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, 23 abr. 2014 (Marco Civil da Internet). *Diário Oficial da União, Brasília*, 15 ago. 2018. Seção 1, p. 59.
- [6] Brasil. 2019. Lei n. 13.853, 08 jul. 2019. Altera a Lei nº 13.709, 14 ago. 2018, para dispor sobre a proteção de dados pessoais e para criar a Autoridade Nacional de Proteção de Dados; e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília*, 09 jul. 2019. Seção 1, p. 1.
- [7] Brasil. 2020. Medida Provisória n. 959, 29 abr. 2020. Estabelece a operacionalização do pagamento do Benefício Emergencial de Preservação do Emprego e da Renda e do benefício emergencial mensal de que trata a Medida Provisória nº 936, de 1º de abril de 2020, e prorroga a *vacatio legis* da Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018,

que estabelece a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD. Diário Oficial da União, Brasília, 29 abr. 2020. Seção 1, p. 1.

- [8] Carvalho, M. M.; Rabechini Jr., R. 2013. Fundamentos de Gestão de Projetos. Produção 23 (3) 570-581.
- [9] Carvalho, M. M.; Rabechini Jr., Roque. Fundamentos de Gestão de Projetos, 5ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597018950/>>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [10] Cavoukian, Ann. 2019 Privacy by Design The 7 Foundational Principles Implementation and Mapping of Fair Information Practices. Data Protection Industries. p. 1-5. Disponível em:<<http://dataprotection.industries/wp-content/uploads/2017/10/privacy-by-design.pdf>> Acesso em: 08 fev. 2020.
- [11] DALFOVO, O.; TAMBORLIN, N.; 2010. Business Intelligence: tecnologia, inovação, empreendedorismo, a integração do conhecimento com sistemas de informação. 19-22. In: DALFOVO, O.; TAMBORLIN, N.; 2010. Business Intelligence: tecnologia, inovação, empreendedorismo, a integração do conhecimento com sistemas de informação. 1ed. Clube de Autores, Blumenau, SC, Brasil. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=eQZzDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR>>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [12] Gil, A.C. 2002. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil.
- [13] Gomes, C. F. S.; Silva, F. C. A.; Silva, R. A. 2016. O uso do business intelligence (BI) em sistema de apoio à tomada de decisão estratégica. Revista GEINTEC. v. 6, 1ed: p. 2780-2798.
- [14] Horney, N.; O'shea, T.; Pasmore, B. 2010. Leadership agility - A business imperative for a VUCA world. People & Strategy. v. 33, 4ed: p. 32-38.
- [15] Lakatos, E. M.; MARCONI, M. A. 2003. Fundamentos da metodologia científica. 5ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil.
- [16] Maciel, D. M. A. 2011. Benefícios da Gestão de Riscos em Projetos. IETEC - Instituto de Educação Tecnológica. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1146/>. Acesso em: 09 fev. 2020.
- [17] Maximiano, A.C.A. 2014. Administração de projetos: como transformar ideias em resultados. 5ed. Atlas, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522487608/>>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [18] Pinto, F. 2005. A descoberta de conhecimento em bases de dados como suporte a actividades de business intelligence: aplicação na área do database marketing. Dissertação de mestrado. Universidade do Minho – Escola de Engenharia, Guimarães, Portugal.
- [19] PMBOK. 2017. Um guia do conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK. 6ed. Project Management Institute, Newtown Square, PA, Estados Unidos.
- [20] PRICEWATERHOUSECOOPERS BRASIL LTDA [PwC Brasil]. 2019. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/sala-de-imprensa/artigos/lgpd-muda-pratica-plc-53.html>>. Acesso em: 13 set. 2019.
- [21] Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. De. 2013. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ed. Editora Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1lp5R-RyTrt6X8UPoq2jJ8gO3UEfM_JJd/view>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [22] Roque, A. 2019. A tutela coletiva dos dados pessoais na lei geral de proteção de dados pessoais (LGPD). Revista Eletrônica de Direito Processual [REDP]. v. 20, n. 2: 01-19.
- [23] Senado Federal Brasil. 2020. Projeto de Lei [PL] n. 1.179/2020. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2247564>>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- [24] Serviço Federal de Processamento de Dados [SERPRO]. 2019. Escape das armadilhas da LGPD. Disponível em: <<https://www.serpro.gov.br/lgpd/noticias/escape-armadilhas-lgpd-lei-geral-de-protecao-de-dados-pessoais>>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [25] Tempest/ EZ-Security [TEMPEST]. 2019. 1ª Pesquisa Cibersegurança: a visão dos clientes da Tempest/ EZ Security para 2019. Disponível em: <<https://www.tempest.com.br/pesquisa-tempest/index.html?type=common>>. Acesso em: 03 jan. 2020.
- [26] União Europeia [UE]. 2018.General Data Protection Regulation [GDPR]. Disponível em: < <https://gdpr-info.eu/>>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- [27] Yin, R.K. 2001. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2ed. Editora Bookman, Porto Alegre, RS, Brasil

Capítulo 8

Movimentos de massa: Estudo de caso no bairro de Maceió – Niterói -RJ

Lydyanne Barbosa dos Santos

Resumo: Foram estudados diversos tipos de movimentos de massa e a partir dos conceitos foi realizada uma visita técnica no bairro de Maceió, município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro, para analisar sobre o risco associado aos deslizamentos de terra, movimentos de blocos rochosos e os desastres devido à esses eventos. Foram estudados os históricos de movimentos de massa na região e analisados alguns pontos de riscos que aumentam a probabilidade de ocorrências de deslizamentos. Dentre estes fatores de risco, destacam-se os aspectos naturais do terreno desfavoráveis à estabilidade das encostas, a forma de ocupação do solo, ações antrópicas e suas influências na estabilidade de encostas, sinais de instabilidade, além de propostas para a redução dos desastres.

Palavras-chave: Movimentos de massa; deslizamentos; desastres; bairro Maceió.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Niterói alcançou o terceiro melhor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país, segundo o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). A cidade oferece à sua população exemplos de prevenção na área de saúde e saneamento básico. No entanto, de acordo com os históricos de movimentos de massa e pesquisas realizadas com os moradores do bairro de Maceió, percebe-se à indignação dos moradores com o Governo e o descaso por parte do mesmo. Soma-se ainda a falta de conscientização da população sobre o problema e a falta de ações pela mesma para reduzir o risco.

Maceió é um bairro de Niterói, localizado no Estado do Rio de Janeiro, dividido ainda nas localidades de Santo Inácio, Viração, Castrioto e Paineiras. A região possui a Pedra de Santo Inácio e uma reserva florestal e tem como bairros vizinhos: Cachoeiras, Cafubá, Cantagalo e Largo da Batalha. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - 2000) tem área de 0,078km² e população de 4.142 habitantes.

Publicado no dia 29 de novembro de 2013, no jornal O GLOBO "Dos 92 municípios fluminenses, 91 têm pontos de risco de deslizamento, diz estudo". O Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM) gerou resultados preocupantes no Programa de Cartografia de Risco Iminente de Escorregamento em 91 municípios do Rio.

[...] há locais com perigo iminente de deslizamento. Em cinco cidades — Petrópolis, Teresópolis, Nova Friburgo, Angra dos Reis (incluindo Ilha Grande) e Niterói —, a situação é mais preocupante: elas acumulam mais de 200 pontos com risco iminente. Outros nove municípios têm entre 85 e 200 lugares e 20 apresentam entre 50 e 85.

Segue uma imagem, obtida do *Google Maps*, com o bairro de Maceió destacado, demonstrando níveis regulares, vales pequenos e segmentos rochosos. Pode-se verificar através de visita ao local, a predominância de amplitudes topográficas e elevadas declividades, com presença de solo residual, coluvionar e tálus.

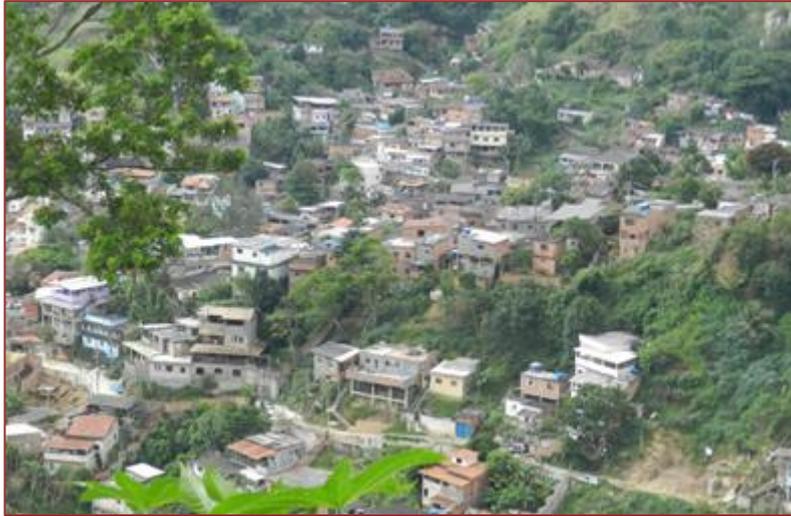
Figura 1: Bairro Maceió – Niterói/RJ



Fonte: Google Maps.

Pode-se observar, através da imagem e da visita ao local, a ocupação desordenada do solo, as ocupações em encostas, a retirada de vegetação, a presença de blocos de rocha, as grandes quantidades de cortes e aterros para construção de moradias, as construções irregulares, a infraestrutura deficiente ou inexistente e a presença de resíduos sólidos lançados diretamente no solo e em encostas, entre outros problemas.

Figura 2: Ocupação desordenada do solo no Bairro Maceió – Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

A Lei Federal nº 11.445/2007 (Lei do Saneamento) estabelece como fundamentos do saneamento básico: o fornecimento de água tratada, a coleta, o tratamento e o destino final de esgoto e lixo, a drenagem e o manejo das águas pluviais.

Art.3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza dos logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Quanto ao saneamento, quase 70% dos domicílios do bairro de Maceió têm o abastecimento de água feito através de poços ou nascentes, sendo que só 50% fazem uso da fossa séptica e é frequente o lançamento de lixo e entulho diretamente sobre o terreno.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. HISTÓRICO DE MOVIMENTOS DE MASSA

A região já enfrentou grandes dificuldades com as ocorrências de chuvas provocando deslizamentos de terra e movimentos de blocos rochosos. Podem-se destacar três eventos ocorridos na região em estudo: junho de 2004, abril de 2010 e agosto de 2010.

No dia 02 de junho de 2004, com a ocorrência de fortes chuvas em Niterói, ocorreram deslizamentos de blocos de rochas destruindo casas e fazendo vítimas fatais. Na visita técnica realizada para este estudo, ainda é possível observar os estragos. Casas abandonadas devido às destruições, conforme foto abaixo, e ainda, casas que mesmo parcialmente destruídas ou apresentando risco, voltaram a ser ocupadas por diversos motivos, como falta de opção de moradia, entre outros.

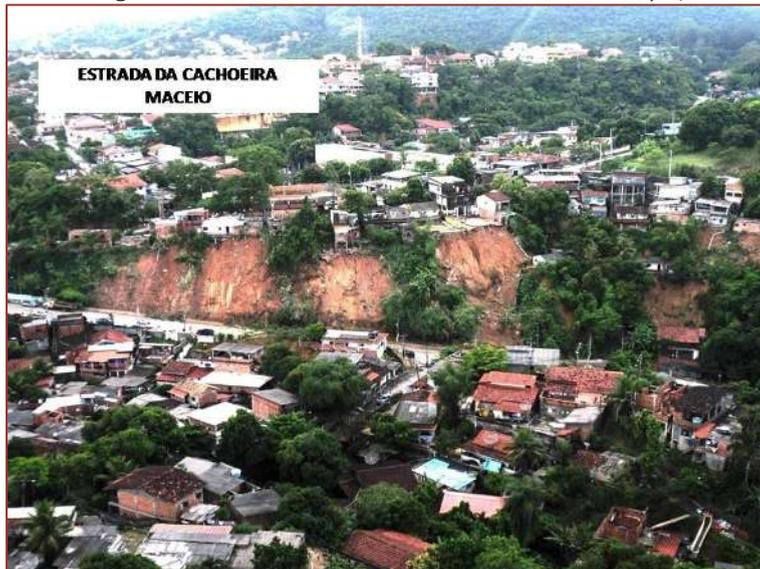
Figura 3: Casa atingida pelos blocos de rocha – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

Em abril de 2010 ocorreu um novo episódio na região em estudo, com deslizamentos de terra em grandes proporções. As consequências do desastre foram: aproximadamente 200 mortos e várias casas destruídas. Segue abaixo imagem da dimensão do desastre.

Figura 4: Estrada da Cachoeira – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: <http://www.desabafosniteroienses.com.br/2011/01/chuvas-no-rio-de-janeiro-o-que-podemos.html>

2.2. ASPECTOS NATURAIS DO TERRENO DESFAVORÁVEIS À ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS

A região apresenta amplitudes topográficas, elevadas declividades e com presença de vales. O solo é instável com boa capacidade de retenção de água, já que tem bananeiras indicando ser um solo desfavorável para estabilidade de encostas. Apresenta solo residual, coluvionar e tálus, paredes rochosas, blocos rochosos, fragmentos e lascas de rochas.

Figura 6: Bananeiras – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

Figura 5: Bananeiras e Lasca de Rocha – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

O solo residual é aquele que permanece no local de decomposição da rocha, para isso, é necessário que a velocidade de decomposição da rocha seja maior do que a velocidade de remoção do solo por agentes externos. Esta velocidade de decomposição depende de muitos fatores como temperatura, regime de chuvas e vegetação.

O solo coluvionar é formado pela ação da gravidade, ou seja, é transportado. Possui granulometria heterogênea, pois a gravidade transporta indiscriminadamente desde grandes blocos de rocha até as partículas mais finas de argila.

Já os tálus, são solos coluvionares formados pelo deslizamento de solo do topo das encostas.

2.3. FORMA DE OCUPAÇÃO DO SOLO, AÇÕES ANTRÓPICAS E SUAS INFLUÊNCIAS NA ESTABILIDADE DE ENCOSTAS

A ocupação desordenada e os direitos de acesso à moradia são assuntos contraditórios e garantidos por lei.

Lei Orgânica do Município de Niterói - Art. 303

§ 1º - Por função social da Cidade entende-se o direito de todo município ter acesso à moradia, transporte público, saneamento geral básico, energia elétrica, gás canalizado, iluminação pública, cultura, lazer e recreação, segurança, preservação, proteção e recuperação do patrimônio ambiental, arquitetônico e cultural e ter garantida a contenção de encostas e precauções quanto a inundações.

Plano Diretor do Município de Niterói - Art. 2º

Parágrafo Único - Por função social da cidade entende-se o direito de todo o cidadão ter acesso à moradia, transporte público, saneamento básico, energia elétrica, iluminação pública, saúde, educação, segurança, cultura, lazer, recreação e à preservação, proteção e recuperação dos patrimônios ambiental, arquitetônico e cultural da cidade.

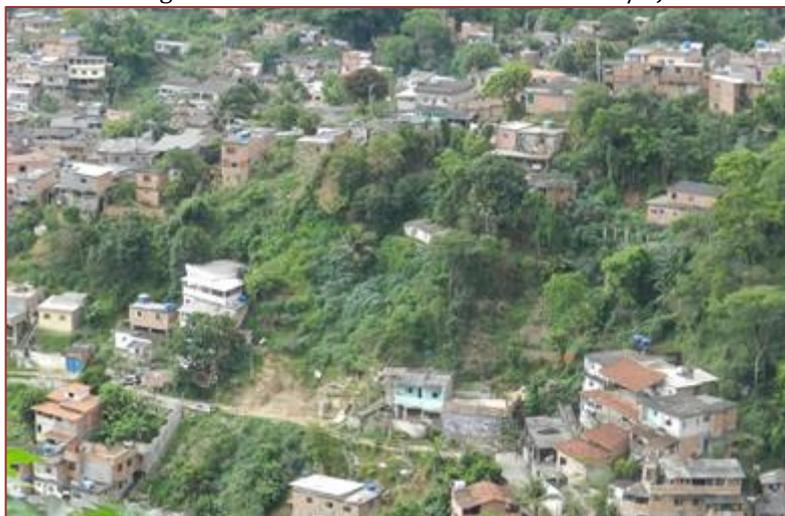
Os fatores naturais são: intensa pluviosidade, pressão da água, aumento do peso do solo sobre o terreno e da sobrecarga da vegetação, redução e degradação dos parâmetros de resistência ao cisalhamento e aumento da declividade do talude. Os fatores antrópicos são resultantes da ocupação desordenada das encostas pelo homem com a finalidade de urbanização, agricultura e exploração mineral desestabilizando as encostas.

2.4. SINAIS DE INSTABILIDADE

Os sinais de instabilidade são apresentados através de fissuras no solo, nas construções, presença de blocos rochosos, deformações das estruturas, cortes acentuados, acúmulo de lixo nas encostas, depósito de aterro irregular, inexistência de drenagem devido a construções de casas, aberturas de vias, cortes de taludes e desmatamento. Estes sinais de instabilidade são avaliados pelos técnicos, porém nem sempre são confirmadas as instabilidades.

Os mecanismos de instabilização com o desmatamento são: redução da contribuição das raízes, aumento de infiltração com aumento da pressão da água e diminuição da coesão aparente, aumento do impacto da chuva no solo, aumento do escoamento superficial e perda da amarração entre as partículas ocorrendo a erosão, descalçamento de blocos rochosos e eliminação do efeito de “muros de impacto” para blocos de rocha.

Figura 7: Desmatamento – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

Os mecanismos de instabilização com a execução de cortes e aterros são: aumento da declividade do talude, exposição de corte de camadas mais profundas do solo, favorecendo a erosão, sobrecarregamentos

do terreno com o aterro, alteração da drenagem natural da encosta com o aumento da infiltração e aterro de péssima qualidade geomecânica.

Figura 8: Cortes e aterros – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020

Os mecanismos de instabilização com o despejo de detritos (lixo e entulho) sobre a superfície da encosta: sobrecarregamento do terreno, formação de uma camada de resistência muito baixa, principalmente quando úmido e o fenômeno de corrida de lama.

Figura 9: Despejo de detritos em encosta – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

Os mecanismos de instabilização com a deficiência ou inexistência de saneamento básico adequado: aumento de infiltração de água e esgoto no solo aumentando a poropressão e o peso da massa de solo, concentração de água e esgoto num determinado ponto favorecendo a erosão.

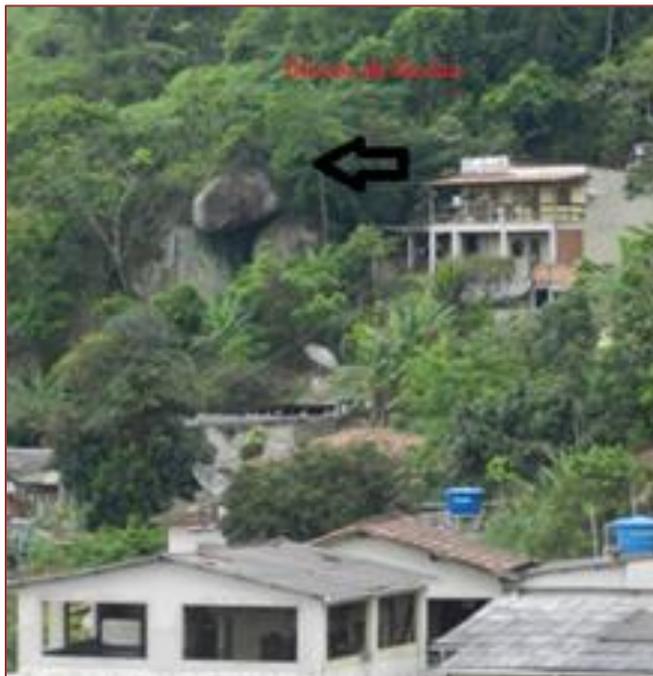
Figura 10: Deficiência de saneamento – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

Mecanismos de instabilização com fragmentação de blocos resultantes da exploração mineral: desconfinamento de descontinuidades de rocha com individualização e instabilização de blocos e descalçamentos de blocos rochosos.

Figura 11: Blocos de rocha estáveis com baixa instabilidade – Maceió - Niterói/RJ



Fonte: própria, 2020.

Mecanismos de instabilização com aberturas aleatórias de vias: alteração do regime de drenagem natural com concentração de fluxos de águas pluviais, aumentando a poropressão, o peso da massa de solo e favorecendo a erosão.

3. PROPOSTAS PARA A REDUÇÃO DOS DESASTRES

Necessidade de levantamento de dados com serviços topográficos; estudos geológicos, geotécnicos, sondagens; estudos hidrológicos; estudos de bacias e desenvolvimentos de projetos e mapeamento de riscos para construções de infraestruturas e contenções, remanejamentos e demolições.

O mapeamento de risco da região vem sendo desenvolvido no contexto do estudo Projeto "Alerta Maceió" (Niterói-RJ), com Lançamento em 21 de novembro de 2010 e Encerramento em 02 de outubro de 2011, sob Coordenação de Marcos Barreto de Mendonça, Escola Politécnica da UFRJ; Daniel Damasceno Barreto, da Oficina do Parque; e Priscila Carla de Souza Manso, também da Oficina do Parque.

A conscientização da população sobre o problema de deslizamentos de terra e os desastres associados a esses eventos também é uma questão importante para a redução dos desastres, mas não só a conscientização, como a informação da importância das ações da própria comunidade para reduzir o risco associado a esse problema.

Ações da comunidade e do governo com o destino correto do lixo. A questão de resíduos nas encostas é uma questão muito séria, pois o lixo jogado nas encostas aumenta o peso, o resíduo absorve a água, aumentando ainda mais o peso e gerando mais instabilidade. Além disso, o lixo pode se encaminhar pelos locais das águas e bueiros podendo causar inundações.

A intervenção da Prefeitura e outros órgãos competentes para sinalizar locais de riscos antes das construções e, como prevenção, interditar e resolver os problemas dos moradores que já se encontram em áreas de riscos. Além disso, oferecer infraestrutura adequada, saneamento básico e coleta de lixo regular.

Fiscalização quanto ao desmatamento, corte e aterro, construções irregulares, também são importantes para interdição e redução dos desastres. A população também pode ajudar nessas questões a partir de noções da gravidade destas questões e ações preventivas e corretivas.

4. CONCLUSÃO

Existem vários movimentos de massa e a partir de estudos, análise e exemplificações, consegue-se perceber a importância do assunto. Este tema é de grande valia, já que são enfrentados constantemente os movimentos de massa que ocorrem nas cidades do Rio de Janeiro. O bairro de Maceió, objeto deste Estudo de Caso, apresenta um histórico de desastres devido aos deslizamentos de terra, blocos rochosos, entre outros fenômenos, destruindo casas, famílias e fazendo vítimas.

Com a conscientização e ações de prevenção tanto da comunidade, quanto dos órgãos competentes se torna possível reduzir estes desastres e oferecer uma qualidade de vida melhor para esses moradores. Sendo Maceió uma área com várias construções irregulares e deficiências de infraestruturas, saneamento básico, despejo irregular de resíduos sólidos, corte e aterro irregulares, desmatamento sem controle, se torna necessário uma intervenção eficiente da fiscalização e imposição de medidas de controle para diminuir os riscos inerentes.

As soluções a serem impostas deverão ser feitas urgentemente, com estudos, projetos e inserção de investimentos por parte do governo para obras necessárias.

REFERÊNCIAS

- [1] Constituição Estadual do Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.dgf.rj.gov.br/legislacoes/Constituicoes/Constituicao_%20do_%20Estado_do_%20Rio_de_Janeiro-2000.pdf. Acesso em: 18 de setembro de 2020.
- [2] Desabafos Niteroienses. Disponível em: <http://www.desabafosniteroienses.com.br/2011/01/chuvas-no-rio-de-janeiro-o-que-podemos.html>. Acesso em: 29 de setembro de 2020.
- [3] Google Maps. Disponível em: <https://maps.google.com.br/>. Acesso em: 15 de agosto de 2020.
- [4] Lei Orgânica do município de Niterói. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/lei-organica-niteroi-rj>. Acesso em: 05 de outubro de 2020.
- [5] Lei Orgânica do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/lei-organica-rio-de-janeiro-rj>. Acesso em: 05 de outubro de 2020.
- [6] NITERÓI. Lei Municipal nº 1.157, de 29 de dezembro de 1992: Institui o Plano Diretor de Niterói. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/lei-ordinaria/1992/115/1157/lei-ordinaria-n-1157-1992-institue-o-plano-diretor-de-niteroi>. Acesso em: 08 de outubro de 2020.
- [7] NITERÓI. Lei Municipal nº 1.470, de 12 de dezembro de 1995: Dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano no município de Niterói e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/lei-ordinaria/1995/147/1470/lei-ordinaria-n-1470-1995-dispoe-sobre-o-uso-e-ocupacao-do-solo-urbano-no-municipio-de-niteroi-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 05 de outubro de 2020.

[8] BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 06 de outubro de 2020.

[9] O GLOBO. “Dos 92 municípios fluminenses, 91 têm pontos de risco de deslizamento, diz estudo”. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/rio/dos-92-municipios-fluminenses-91-tem-pontos-de-risco-de-deslizamento-diz-estudo-10916097>. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

[10] PROJETO ALERTA MACEIÓ (Niterói, RJ). Educação para redução de desastres. Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=qB_aCziCun8. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

Capítulo 9

Avaliação de degradação de tecidos de vestuário em contato com solo controlado

Aline Heloísa Rauh Harbs Konell

Ana Paula Serafini Immich Boemo

Catia Rosana Lange de Aguiar

Grazyella Cristina Oliveira de Aguiar

Maryelza Wolinger Reche

Resumo: A indústria têxtil, que consome diariamente toneladas de matérias primas e insumos, é grande geradora de resíduos sólidos incluindo peças pós-uso, que não podem mais ser reutilizadas ou recicladas e, portanto, são destinadas a aterros sanitários, controlados ou não. Ações que prolongam o ciclo de vida de um produto têxtil visam atingir os requisitos de sustentabilidade ambiental e econômica, porém, infelizmente, reciclagem de peças têxteis se torna difícil pela presença de misturas de fibras nos tecidos, presença de aviamentos e linhas de costura, entre outros fatores, que fazem o envio de peças têxteis a aterros sanitários ainda mais comuns. Levando em conta estes fatores, o objetivo deste estudo é identificar através de pesquisa de mercado as diferentes fibras que compõem o vestuário, assim como suas estruturas, sua origem e a capacidade de degradação destas em contato com o solo. Para tal, foram escolhidas amostras de 100% algodão, algodão/elastano, 100% poliéster, poliéster/elastano, poliéster/algodão, 100% poliamida e viscose/elastano, todas em estruturas de malha e plano. Após a seleção de composições, foi realizada a análise de seu comportamento em contato com o solo, sendo realizado o controle de pH, temperatura e umidade do ambiente de teste. As amostras foram retiradas, lavadas e pesadas depois de 30, 45 e 60 dias em contato com o solo. Com base nos resultados, foi possível perceber que fibras de origem natural como o algodão e a viscose, sofreram degradação perceptível visualmente no período do teste. Já fibras de origem sintética, como poliéster, poliamida e adições de elastano, não sofreram degradação em contato com o solo. Isto se dá pela configuração molecular das fibras sintéticas e naturais, que possuem mais ou menos suscetividade ao ataque das bactérias presentes no solo. A partir do experimento, foi possível concluir que fibras de origem sintética precisam de um cuidado maior quando se trata de sua disposição final, procurando sempre alternativas de reuso ou reciclagem.

Palavras-chave: Degradação de tecidos, têxtil, sustentabilidade, resíduos sólidos

1. INTRODUÇÃO

A indústria do vestuário apresenta grande relevância no cenário econômico nacional, fazendo parte da cadeia industrial têxtil, segunda maior empregadora do país. Esta indústria movimentada grande parte do cenário econômico no Brasil e também utiliza grande volume de matérias-primas e insumos, e como consequência também gera grandes volumes de resíduos sólidos. Os recursos naturais disponíveis no meio ambiente podem se esgotar caso não forem utilizados de maneira consciente (LEITE, 2009). Segundo pesquisa realizada pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, FIESP (TONI, 2018), até 2021, a estimativa de crescimento do mercado de moda em território nacional é de 13%, elevando a produção em 6,68 bilhões de peças. A geração de resíduos em empresas de confecção de moda e vestuário acontece diariamente (MCQUILLAN e RISSANEN, 2011), sendo a taxa de desperdício neste setor cerca de 15%. A produção têxtil anual resulta em 160 mil toneladas de resíduos têxteis gerados por ano (TONI, 2018). Este conceito tem gerando novas formas de produção e de consumo, que fazem parte do desenvolvimento sustentável.

O ciclo de vida de um artigo de vestuário é finalizado quando este não mais pode ser reciclado ou reutilizado e tem como fase final a disposição em solo, seja em aterros industriais ou sanitários, controlados ou não. Segundo Broega et al. (2011), é de suma importância desenvolver alternativas e criar ferramentas para reduzir a poluição, o consumo e o desperdício têxtil. Produtos têxteis possuem baixo índice de reciclagem por diversos fatores, dentre eles as diversas fibras que compõe o artigo (algodão, poliéster, etc.), como misturas íntimas, linhas de costura com composições diferentes, aviamentos. Por este motivo, a disposição destes materiais em solo ainda é uma prática comum. Partindo deste princípio, este estudo tem como objetivo identificar fibras têxteis e estruturas de tecidos que compõe o vestuário, sua origem e comportamento no meio ambiente quando descartadas após uso final.

2. METODOLOGIA

IDENTIFICAÇÃO DAS FIBRAS MAIS UTILIZADAS

A primeira etapa do desenvolvimento deste estudo teve como meta a identificação de fibras, composições e estruturas têxteis presentes nos artigos têxteis comercializados na região de Blumenau – SC, em produtos destinados ao inverno de 2016. A pesquisa foi realizada em lojas de diversas classes e de ambos os gêneros.

DEGRADAÇÃO DAS FIBRAS EM SOLO

Após a identificação dos tecidos na etapa anterior, foram adquiridos os tecidos das composições e estruturas identificadas, seguida da preparação das amostras para análise do comportamento em solo, através de recorte dos tecidos na dimensão de 10 x 10 cm e pesagem inicial. Estas amostras de tecidos foram dispostas em recipientes de 8 L, com mistura de 50% de solo de jardim e 50% de terra vegetal, esta última adquirida em casa agropecuária. Esta mistura teve temperatura, pH e umidade controladas, bem como as condições climáticas também foram diariamente registradas. As amostras enterradas neste solo foram retiradas após o período de 30, 45 e 60 dias, onde foram pesadas em balança semi-analítica para a realização do cálculo da perda de massa de tecido degradada pelo solo. O processo de determinação da perda de massa dos tecidos selecionados foi baseada na norma ABNT;NBR 14238:1999, que versa sobre resíduos em solos: determinação da biodegradabilidade pelo método respirométrico. Para a determinação do percentual de degradação do tecido no solo foi aplicada a equação (1).

$$\text{Perda de Massa (\%)} = \frac{(W_0 - W_1)}{W_0} \times 100\% \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

$$W_0 = \text{Massa Inicial}; W_1 = \text{Massa Final}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de campo visando à identificação das composições e estruturas de tecidos aplicados no vestuário comercializado na região de Blumenau – SC mostrou que as fibras mais utilizadas são 100 % algodão, mistura de algodão e elastano; mistura de viscose e elastano; 100% poliéster; mistura de poliéster e elastano; mistura de 50% poliéster e 50% algodão e 100% poliamida. As estruturas de tecidos são igualmente distribuídas em malhas e tecidos planos, dependendo da aplicação da peça do vestuário. Nas amostras de tecido plano contendo elastano na composição, a quantidade de elastano é de 2%, enquanto que nas amostras de malha, a quantidade de elastano varia de 4 a 8%.

Ao final do período de 30, 45 e 60 dias, as amostras foram devidamente limpas e pesadas para a determinação do percentual de massa degradado. Na tabela 01 pode-se observar a perda de massa dos tecidos aplicados no estudo ao longo do período determinado.

Tabela 1: Perda de massa por degradação em solo dos tecidos em estudo

	100% Poliéster		100% Algodão	
	Estrutura		Estrutura	
	Malha Massa (g)	Plano Massa (g)	Malha Massa (g)	Plano Massa (g)
Inicial	1,38	0,92	1,50	1,09
30 dias	1,38	0,92	1,42	0,76
45 dias	1,38	0,91	0,47	0,38
60 dias	1,37	0,91	0,35	0,32
	100% Poliamida		Poliéster/elastano	
	Estrutura		Estrutura	
	Malha Massa (g)	Plano Massa (g)	Malha Massa (g)	Plano Massa (g)
Inicial	1,26	0,41	3,48	2,18
30 dias	1,24	0,39	3,48	2,18
45 dias	1,24	0,40	3,46	2,17
60 dias	1,23	0,41	3,45	2,17
	Algodão/elastano		Viscose/elastano	
	Estrutura		Estrutura	
	Malha Massa (g)	Plano Massa (g)	Malha Massa (g)	Plano Massa (g)
Inicial	3,13	2,67	1,74	1,35
30 dias	2,60	1,41	1,14	0,82
45 dias	1,95	0,82	0,30	0,05
60 dias	1,55	0,61	0,26	0,05
	50% Poliéster/50% algodão			
	Estrutura			
	Malha Massa (g)		Plano Massa (g)	
Inicial	2,06		1,76	
30 dias	1,93		1,45	
45 dias	1,81		1,37	
60 dias	1,73		1,34	

No período de 60 dias em que os tecidos ficaram em contato com o solo, a temperatura ambiente média foi de 20,29 °C, o pH medido do solo ao longo do período manteve-se constante em 7,0 e o peso do recipiente com o solo foi de 5,0 kg, sendo que quando este peso oscilava, era adicionado água para a reconstituição de sua umidade inicial.

Ao avaliar os resultados do comportamento dos tecidos em solo, percebeu-se que os tecidos cuja composição principal era à base de celulose, como é o caso dos tecidos de algodão, viscose e suas misturas, estes perderam grande quantidade de massa. O tecido com maior perda de massa foi o tecido plano misto de viscose com elastano, que apresentou perda de 96,3 % em massa, restando na sua composição somente parte do elastano. Também apresentaram relevantes perdas de massa o tecido de malha de viscose com elastano, com perda de 85,06 %, seguido do tecido plano de algodão com elastano, tecido de malha de 100% algodão e tecido plano de 100% algodão, com perdas de 85,06 %, 77,15 %, 76,67 % e 70,64 % respectivamente. O comparativo entre os tecidos de base celulósica antes e depois do período de degradação pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Comparativo entre os tecidos celulósicos antes e depois da degradação em solo. (a) Tecido plano de viscose/elastano; (b) Tecido de malha de viscose/elastano; (c) Tecido plano de algodão/elastano; (d) Tecido de malha de 100% algodão; (e) Tecido plano de 100% algodão.

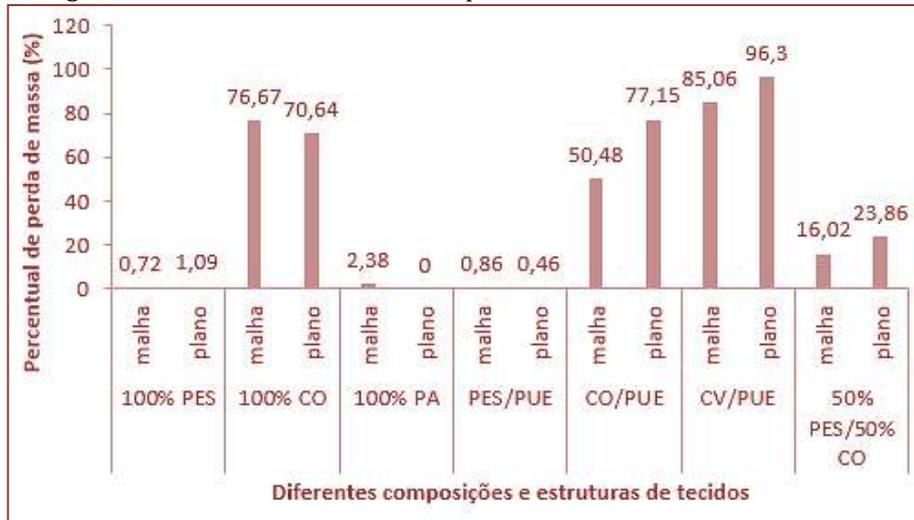


Quando são observados os resultados de perda de massa dos tecidos sintéticos, ou seja, os tecidos de poliéster e poliamida, bem como as suas misturas, percebe-se que a perda de massa é mínima. Como existem estimativas de que os tecidos sintéticos de poliéster demorem mais de 100 anos para que degradem em solo, os resultados que apontam para uma leve degradação podem indicar erro de pesagem, variação de umidade ou no caso da presença de elastano, uma leve degradação deste último elemento, que possui resistência menor, quando comparada as fibras de poliamida e de poliéster. Estes resultados podem ser observados na Figura 2.

Observou-se que a degradação máxima nas fibras sintéticas foi obtida no tecido de malha de 100% poliamida, onde encontrou-se um valor de 2,38%. Este dado corrobora com fontes que sinalizam uma degradação de cordas de nylon em um período aproximado de 30 anos.

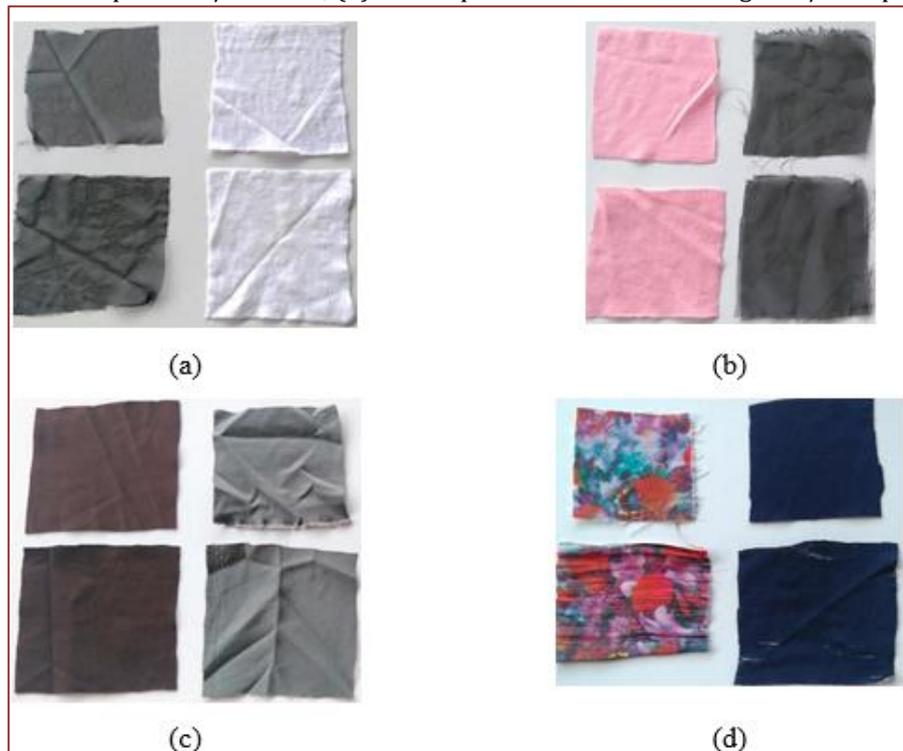
Também foi possível notar que as fibras sintéticas não degradam bem nas condições do estudo, diferente das fibras celulósicas, que são consumidas rapidamente pela microbiota presente no solo. Esta diferença se dá pela estabilidade das moléculas frente a ataques biológicos, neste caso, bacterianos.

Figura 2: Resultados da eficiência de perda de massa de tecidos em solo



Quando observa-se o resultado obtido na degradação dos tecidos mistos de 50% poliéster/50% algodão, é possível concluir, através da análise entre as fibras celulósicas e sintéticas, que a parcela que está sendo degradada é a de algodão, enquanto que a parcela sintética continua intacta. Considerando que no período de 60 dias a média de degradação dos tecidos de 100% algodão foi de 73,65%, era esperada uma degradação de aproximadamente 36% da massa total, porém este resultado foi inferior, ou seja, 16,02% na malha e 23,86% no tecido plano. Como a mistura entre as fibras é íntima, ou seja, as fibras são misturadas no processo de fiação, a presença do poliéster inibe o ataque das bactérias ao algodão, diminuindo a sua eficiência de degradação. Figura 3 apresenta um comparativo entre as fibras sintéticas, antes e após o processo de degradação.

Figura 3: Comparação entre os tecidos sintéticos antes e depois do ensaio de degradação em solo: (a) Tecido plano e malha de 100% Poliamida; (b) Tecido plano e malha de 100% Poliéster; (c) Tecido plano e malha de poliéster/elastano; (d) Tecido plano e malha de 50% algodão/50% poliéster.



4. CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostram que os artigos têxteis produzidos a partir de fibras celulósicas, como algodão e viscose, sofrem um processo de degradação em solo acelerado, o que indica um baixo impacto ambiental, pois em 60 dias a amostra teve a massa de celulose totalmente degradada.

Quando os tecidos produzidos com as fibras sintéticas, poliéster e poliamida são avaliados, percebe-se que esta perda de massa praticamente não ocorre, indicando sua resistência na degradação por bactérias. Estes resultados indicam que estes artigos devem ser tratados de forma especial, através de informações e educação ao consumidor e produtor para que evite a disposição destes de forma desordenada após seu uso. Técnicas de reciclagem e reutilização merecem ser estudadas para que se evitem impactos negativos e significativos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- [1] LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- [2] MCQUILLAN, H. Zero-waste pattern cutting process. 2010. Disponível em: <http://centerforpatterndesign.com/content/Zerowaste.pdf>. Acesso em: 12/abril/2015.
- [3] TONI, G. Mercado de Moda deve crescer 3,1% ao ano até 2021. 2018. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/noticias/mercado-de-moda-deve-crescer-31-ao-ano-ate-2021/>. Acesso em 17/novembro/2020.
- [4] BROEGA, A. C.; CARVALHO, C.; MORAES, C. Metodologia de Eco-Design no Ciclo da Moda: Reutilização e reciclagem do desperdício de vestuário. In: Anais do VI Congresso Nacional de Pesquisa em Design, 2011.

Capítulo 10

Apresentação de resultado recorde em ensaio bidirecional, prova de carga com células expansivas

Alysson Santos Resende

Fabricao Gianforte

José Antônio Pinheiro

Milton Golombek

Resumo: Este artigo tem o objetivo de apresentar os resultados e suas interpretações do ensaio bidirecional, prova de carga com células expansivas, executado em estaca escavada de grande diâmetro. A necessidade de aferição de desempenho em estacas com capacidades de carga elevadas determinada por norma faz com que se tenha custo elevados, com metodologias praticamente proibitivas nos quesitos segurança e execução. A metodologia do ensaio bidirecional, entretanto torna essa aferição possível, econômica e tecnicamente, possibilitando a obtenção de cargas de ensaio inimagináveis com a metodologia convencional. Dessa maneira uma obra de arte com grande importância para soluções viárias da cidade de São Paulo utilizou dessa tecnologia para obtenção de resultados que comprovassem o desempenho e a eficácia das soluções adotadas para sua fundação.

Palavras-Chave: Prova de carga, célula expansiva, Ensaio bidirecional, resultados.

1. INTRODUÇÃO

As provas de carga com células expansivas, ensaios bidirecionais, são ferramentas para avaliação do comportamento das fundações quando submetidas a esforços assim como os demais ensaios de campo de capacidade de carga: provas de carga estática e ensaio de carregamento dinâmico. O grande diferencial do mesmo é a facilidade de sua preparação, pois o equipamento é introduzido na estaca a ser ensaiada sem a necessidade de preparação de estruturas de reação, blocos de ensaio e outras necessidades demandadas por outros tipos de ensaios.

Em contrapartida ao ensaio convencional, os macacos hidráulicos especiais, células expansivas, são equipamentos de sacrifício, pois são concretados na estaca no momento de sua execução. Segundo a NBR 12131:2006, uma prova de carga consiste, basicamente, em aplicar esforços estáticos à estaca e registrar os deslocamentos correspondentes. Esses esforços podem ser axiais, de tração ou compressão, ou transversais. Esse é também o princípio do ensaio bidirecional com células expansivas onde o sistema de reação estável é a própria estaca seguindo o princípio da terceira lei de Newton: para toda ação haverá uma reação correspondente de mesma intensidade, direção, mas com sentido oposto.

O presente artigo apresenta resultados em uma prova de carga com células expansivas realizada em estaca escavada de grande diâmetro de uma obra de arte viária na Marginal do Rio Pinheiros, São Paulo/SP no Brasil. Serão apresentadas as características das estacas e dos ensaios bem como os gráficos gerados pelas provas de carga, suas interpretações e consequências para aferição do desempenho da fundação, eficácia do projeto e sua solução para execução e aprovação da obra.

2. CONCEPÇÃO DO PROJETO DE FUNDAÇÃO:

A utilização de Estacas Escavadas de Grande Diâmetro utilizando fluidos estabilizantes ou água, empregando perfuratrizes aparelhadas com sistema de circulação reversa (tipo Wirth) deram um grande avanço qualitativo e de segurança em relação aos tubulões a ar comprimido utilizando campânulas e camisa de concreto armado ou aço.

A condição de avançar vários metros em rocha alterada e rocha sã conferiram a possibilidade de mobilizar cargas de milhares de toneladas em estacas de diâmetros relativamente modestos no caso 180 a 200 cm, despertando tensões de compressão acima de 10 MPa em seções do concreto armado, ao final das provas de carga estáticas.

É corroborada, portanto, a utilização deste tipo de estaqueamento por parte do projetista estrutural da obra da ponte.

3. DEFINIÇÃO DE AFERIÇÃO DE DESEMPENHO:

A importância da obra, bem como a magnitude das cargas mobilizadas no estaqueamento, no caso de 26.000 kN no apoio AP3, nortearam a necessidade de execução de Prova de Carga Estática na Ponte.

A fim de garantir que os comprimentos finais das estacas estivessem compatíveis com o projeto, a execução das mesmas foi acompanhada "in loco" em cada um dos apoios pelos projetistas e houve uma efetiva direção técnica no projeto das Fundações.

Foi escolhida a região do apoio AP3 pelas facilidades para a montagem da Prova de Carga apresentada.

A previsão para o desenvolvimento das tensões de atrito lateral em rocha pouco alterada de até 600 kN/m² e de 400 kN/m² em alteração de rocha, nos estágios finais da Prova de Carga Estática. No caso da estaca em análise, observa-se 6,30 m em rocha e 15,0 m em alteração de rocha, no trecho não encamisado (pino). Com isso seria atingida a carga final de aproximadamente 55000 kN apresentando deformações verticais abaixo dos 10 mm.

Não foi considerada carga de ponta bem como a contribuição de atrito lateral no trecho superior, onde foi utilizada camisa de aço.

4. PROVA DE CARGA COM CÉLULA EXPANSIVA:

A prova de carga com células expansivas consiste na instalação das mesmas, previamente aferidas, dentro do fuste da estaca, engastadas a armação. Para o esquema de montagem busca-se o equilíbrio entre a resistência ao atrito lateral do fuste mais o peso próprio do mesmo contra o atrito lateral da ponta mais sua resistência. Para a realização do ensaio, aguarda-se a cura do concreto até se atingir a resistência mínima suficiente para sua realização, aproximadamente de 14 dias e que haja a interação entre solo-elemento de fundação. Os deslocamentos da ponta são medidos através de hastes metálicas previamente instaladas na ponta da estaca. O deslocamento do fuste é medido através do movimento ascendente da parte superior da estaca em dois pontos, acima das células e no topo da estaca para verificar encurtamento do elemento em concreto. Os extensômetros utilizados para medição dos deslocamentos apresentam leitura direta com precisão de 0,01 mm.

Os ensaios do estudo de caso apresentado foi do tipo carregamento rápido, conforme o item 3.5.3, da norma ABNT NBR 12131:2006 em estágios iguais e sucessivos limitados a 10% da carga de trabalho da estaca testada, sendo as cargas transmitidas utilizando-se um conjunto de 04 células expansivas, situadas no interior da estaca, reagindo a ponta contra seu respectivo fuste, solicitando-a a compressão verticalmente. Em cada estágio a carga deve ser mantida durante 10 minutos, independentemente da estabilização dos deslocamentos e devem-se promover estágios até se chegar a duas vezes a carga de trabalho.

5. O ENSAIO:

A estaca escolhida para ensaio era escavada com 2,0 m de diâmetro e com pino de 1,80 m de diâmetro a partir de 7,06 m de escavação com carga de trabalho de 26.000 kN. Foi executada na cidade de São Paulo em uma obra de arte viária na Marginal do Rio Pinheiros em São Paulo/SP.

O posicionamento das células expansivas é realizado com base na análise do solo e métodos semi-empíricos de capacidade de carga. Para o estado de São Paulo, o método Décourt-Quaresma apresenta, na maioria das vezes, resultados satisfatórios para análise.

Sendo assim, as células foram posicionadas em um ponto de equilíbrio em que o valor da resistência lateral acima das células seja igual à resistência lateral abaixo das células somada à resistência de ponta.

O comprimento escavado da estaca foi 30,56 metros até a cota do terreno e o comprimento concretado 27,50 m. Baseado no conhecimento prévio do solo e no método Décourt-Quaresma, as células foram posicionadas a 7,0 m da ponta da estaca, conforme detalhamento na Figura 01.

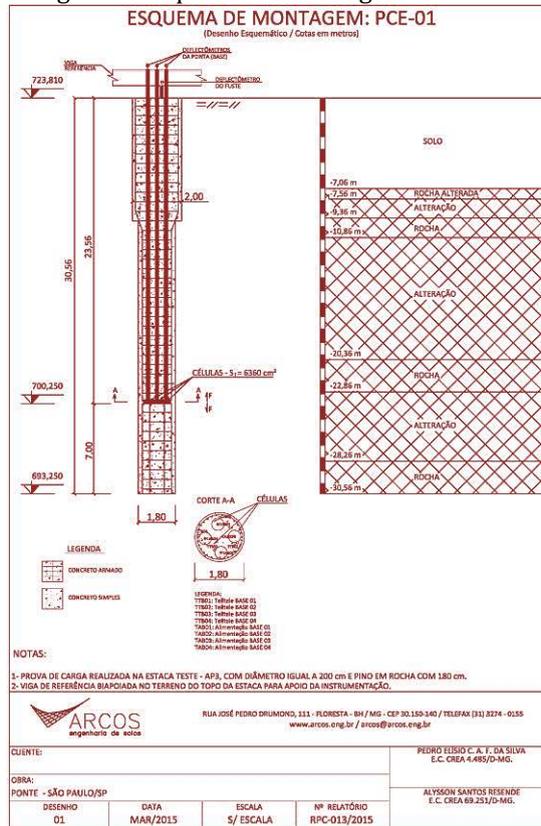
A área lateral compreendida entre o nível das células e a cota de arrasamento, considerando-se o comprimento concretado é 118,32 m², a área lateral abaixo da célula é 39,60 m² e a seção transversal da ponta 2,54 m².

Para que a carga prevista para ensaio, acima de 52.000 kN, fosse atingida, optou-se pela instalação de um conjunto de 04 células de 1590 cm² de área interna cada uma totalizando 6360 cm² de área total. Como se utiliza bomba hidráulica para transferir carga à estaca, o somatório da área deveria ser calculado de forma a não ultrapassar 5000 kN/cm² que era o limite de segurança do aparelho. A pressão foi distribuída igualmente para as 4 células através de “manifold” de distribuição.

5.1 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA:

O perfil individual de sondagem à percussão, mais próximo à estaca testada, apresentava solo até 7,06 m metros e variação de entre gnaisses pouco alterado e são, granolepidoblástico, com foliação inclinada e sub-horizontal com trechos muito alterados e não recuperados acompanhando a foliação e algumas fraturas até o final da escavação, conforme pode ser visto na Figura 01.

Figura 1. Esquema de montagem da estaca



5.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS:

A estaca era armada em toda a sua extensão. A armação era composta de 78 barras longitudinais de 16,0 mm, estribos de 10,0 mm a cada 20 cm.

O concreto utilizado possuía resistência à compressão de 25 MPa, fator água/cimento menor que 0,60, brita 0 como agregado.

5.3 RESULTADOS OBTIDOS:

O ensaio de carga com célula expansiva apresentou o comportamento descritos nas tabelas 01 e 01 e nas curvas carga x deslocamento apresentadas nas Figura 02, 03 e 04.

Para as cargas mobilizadas corrigidas para o fuste, devido ao carregamento ascendente, desconta-se o peso flutuante do mesmo considerando as densidades de concreto armado e água em 25 kN/m³ e 9,8 kN/m³, respectivamente, acima das células expansivas hidrodinâmicas. À carga corrigida da ponta é acrescido o peso próprio do concreto abaixo das células expansivas.

Tabela 1. Valores de carga x deslocamento durante carregamento.

OBRA						Comp. Ponta(m)	Comp. Fuste(m)	
Ponte - São Paulo / SP						7,00	20,15	
CARREGAMENTO:								
CARGA PONTA (kN) (*)		CARGA FUSTE (kN) (*)		CARGA TOTAL (kN) (*)		DESLOCAMENTOS (mm)	DESLOCAMENTOS (mm)	
corrigida	aplicada	corrigida	aplicada	corrigida	aplicada		PONTA	topo da estaca
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.590,12	1.144,80	589,58	1.144,80	2.179,70	2.289,60	-0,02	0,05	0,06
1.590,12	1.144,80	589,58	1.144,80	2.179,70	2.289,60	-0,02	0,05	0,06
2.734,92	2.289,60	1.296,61	2.289,60	4.031,53	4.579,20	-0,14	0,05	0,06
2.734,92	2.289,60	1.296,61	2.289,60	4.031,53	4.579,20	-0,15	0,06	0,06
3.879,72	3.434,40	2.441,41	3.434,40	6.321,13	6.868,80	-0,42	0,06	0,06
3.879,72	3.434,40	2.441,41	3.434,40	6.321,13	6.868,80	-0,46	0,07	0,06
5.024,52	4.579,20	3.586,21	4.579,20	8.610,73	9.158,40	-0,54	0,07	0,06
5.024,52	4.579,20	3.586,21	4.579,20	8.610,73	9.158,40	-0,62	0,07	0,06
6.169,32	5.724,00	4.731,01	5.724,00	10.900,33	11.448,00	-0,77	0,07	0,06
6.169,32	5.724,00	4.731,01	5.724,00	10.900,33	11.448,00	-0,80	0,07	0,06
7.314,12	6.868,80	5.875,81	6.868,80	13.189,93	13.737,60	-0,83	0,07	0,06
7.314,12	6.868,80	5.875,81	6.868,80	13.189,93	13.737,60	-0,87	0,08	0,07
8.458,92	8.013,60	7.020,61	8.013,60	15.479,53	16.027,20	-1,00	0,08	0,07
8.458,92	8.013,60	7.020,61	8.013,60	15.479,53	16.027,20	-1,07	0,10	0,12
9.603,72	9.158,40	8.165,41	9.158,40	17.769,13	18.316,80	-1,11	0,11	0,12
9.603,72	9.158,40	8.165,41	9.158,40	17.769,13	18.316,80	-1,15	0,11	0,12
10.748,52	10.303,20	9.310,21	10.303,20	20.058,73	20.606,40	-1,23	0,12	0,12
10.748,52	10.303,20	9.310,21	10.303,20	20.058,73	20.606,40	-1,29	0,14	0,14
11.893,32	11.448,00	10.455,01	11.448,00	22.348,33	22.896,00	-1,33	0,14	0,14
11.893,32	11.448,00	10.455,01	11.448,00	22.348,33	22.896,00	-1,37	0,17	0,20
13.038,12	12.592,80	11.599,81	12.592,80	24.637,93	25.185,60	-1,48	0,17	0,21
13.038,12	12.592,80	11.599,81	12.592,80	24.637,93	25.185,60	-1,52	0,17	0,24
14.182,92	13.737,60	12.744,61	13.737,60	26.927,53	27.475,20	-1,55	0,17	0,38
14.182,92	13.737,60	12.744,61	13.737,60	26.927,53	27.475,20	-1,62	0,19	0,40
15.327,72	14.882,40	13.889,41	14.882,40	29.217,13	29.764,80	-1,70	0,19	0,46
15.327,72	14.882,40	13.889,41	14.882,40	29.217,13	29.764,80	-1,83	0,19	0,52
16.472,52	16.027,20	15.034,21	16.027,20	31.506,73	32.054,40	-1,87	0,19	0,54
16.472,52	16.027,20	15.034,21	16.027,20	31.506,73	32.054,40	-1,93	0,19	0,59
17.617,32	17.172,00	16.179,01	17.172,00	33.796,33	34.344,00	-1,99	0,19	0,66
17.617,32	17.172,00	16.179,01	17.172,00	33.796,33	34.344,00	-2,01	0,19	0,83
18.762,12	18.316,80	17.323,81	18.316,80	36.085,93	36.633,60	-2,08	0,27	0,89
18.762,12	18.316,80	17.323,81	18.316,80	36.085,93	36.633,60	-2,12	0,31	0,89
19.906,92	19.461,60	18.468,61	19.461,60	38.375,53	38.923,20	-2,18	0,31	1,03
19.906,92	19.461,60	18.468,61	19.461,60	38.375,53	38.923,20	-2,25	0,31	1,05
21.051,72	20.606,40	19.613,41	20.606,40	40.665,13	41.212,80	-2,35	0,32	1,14
21.051,72	20.606,40	19.613,41	20.606,40	40.665,13	41.212,80	-2,38	0,32	1,51
22.196,52	21.751,20	20.758,21	21.751,20	42.954,73	43.502,40	-2,44	0,32	1,55
22.196,52	21.751,20	20.758,21	21.751,20	42.954,73	43.502,40	-2,51	0,32	1,57
23.341,32	22.896,00	21.903,01	22.896,00	45.244,33	45.792,00	-2,59	0,33	1,63
23.341,32	22.896,00	21.903,01	22.896,00	45.244,33	45.792,00	-2,63	0,33	1,63
24.486,12	24.040,80	23.047,81	24.040,80	47.533,93	48.081,60	-2,79	0,35	1,66
24.486,12	24.040,80	23.047,81	24.040,80	47.533,93	48.081,60	-2,86	0,35	1,66
25.630,92	25.185,60	24.192,61	25.185,60	49.823,53	50.371,20	-2,97	0,36	1,77
25.630,92	25.185,60	24.192,61	25.185,60	49.823,53	50.371,20	-3,02	0,37	1,77
26.775,72	26.330,40	25.337,41	26.330,40	52.113,13	52.660,80	-3,14	0,37	1,90
26.775,72	26.330,40	25.337,41	26.330,40	52.113,13	52.660,80	-3,19	0,37	1,91
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,31	0,37	2,06
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,36	0,39	2,06
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,44	0,39	2,06
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,50	0,41	2,06
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,53	0,41	2,06
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,79	0,41	2,06
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,80	0,41	2,06

LEGENDA

L. PONTA = Comprimento da ponta, abaixo das células expansivas.
L. FUSTE = Comprimento do fuste, acima das células expansivas.
A.L. FUSTE = Atrito lateral do fuste, acima das células expansivas.
(*) Nas cargas corrigidas, o peso flutuante do fuste, considerando as densidades de concreto armado e água em 25 kN/m ³ e 9,8 kN/m ³ respectivamente, acima da célula expansiva hidrodinâmica, foi descontado das cargas mobilizadas para o fuste, devido ao carregamento ascendente. À carga da ponta foi acrescido o peso próprio do concreto abaixo da célula expansiva.

Tabela 2. Valores de carga x deslocamento durante descarregamento.

OBRA	Comp. Ponta (m)	Comp. Fuste (m)
Ponte - São Paulo / SP	7,00	20,15

DESCARREGAMENTO

CARGA PONTA (kN)(*)		CARGA FUSTE (kN)(*)		CARGA TOTAL (kN)(*)		PONTA	DESLOCAMENTOS (mm)	
corrigida	aplicada	corrigida	aplicada	corrigida	aplicada		topo da estaca	acima da célula
27.920,52	27.475,20	26.482,21	27.475,20	54.402,73	54.950,40	-3,80	0,41	2,06
22.450,92	22.005,60	21.012,61	22.005,60	43.463,53	44.011,20	-3,79	0,34	2,02
22.450,92	22.005,60	21.012,61	22.005,60	43.463,53	44.011,20	-3,79	0,34	2,02
16.981,32	16.536,00	15.543,01	16.536,00	32.524,33	33.072,00	-3,79	0,34	2,02
16.981,32	16.536,00	15.543,01	16.536,00	32.524,33	33.072,00	-3,79	0,34	2,02
11.511,72	11.066,40	10.073,41	11.066,40	21.585,13	22.132,80	-3,79	0,34	2,02
11.511,72	11.066,40	10.073,41	11.066,40	21.585,13	22.132,80	-3,79	0,34	2,02
6.042,12	5.596,80	4.603,81	5.596,80	10.645,93	11.193,60	-3,79	0,34	2,02
6.042,12	5.596,80	4.603,81	5.596,80	10.645,93	11.193,60	-3,79	0,34	2,02
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,78	0,30	1,99
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,78	0,29	1,99
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,78	0,27	1,97
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,78	0,26	1,94

LEGENDA

Ø = Diâmetro da estaca
L. PONTA = Comprimento da ponta, abaixo das células expansivas.
L. FUSTE = Comprimento do fuste, acima das células expansivas.
A.L. FUSTE = Atrito lateral do fuste, acima das células expansivas.

(*) Nas cargas corrigidas, o peso flutuante do fuste, considerando as densidades de concreto armado e água em 25 kN/m³ e 9,8 kN/m³ respectivamente, acima da célula expansiva hidrodinâmica, foi descontado das cargas mobilizadas para o fuste, devido ao carregamento ascendente. À carga da ponta foi acrescido o peso próprio do concreto abaixo da célula expansiva.

Figura 2. Curva1 - carga x deslocamento da estaca testada com medição no topo da estaca.

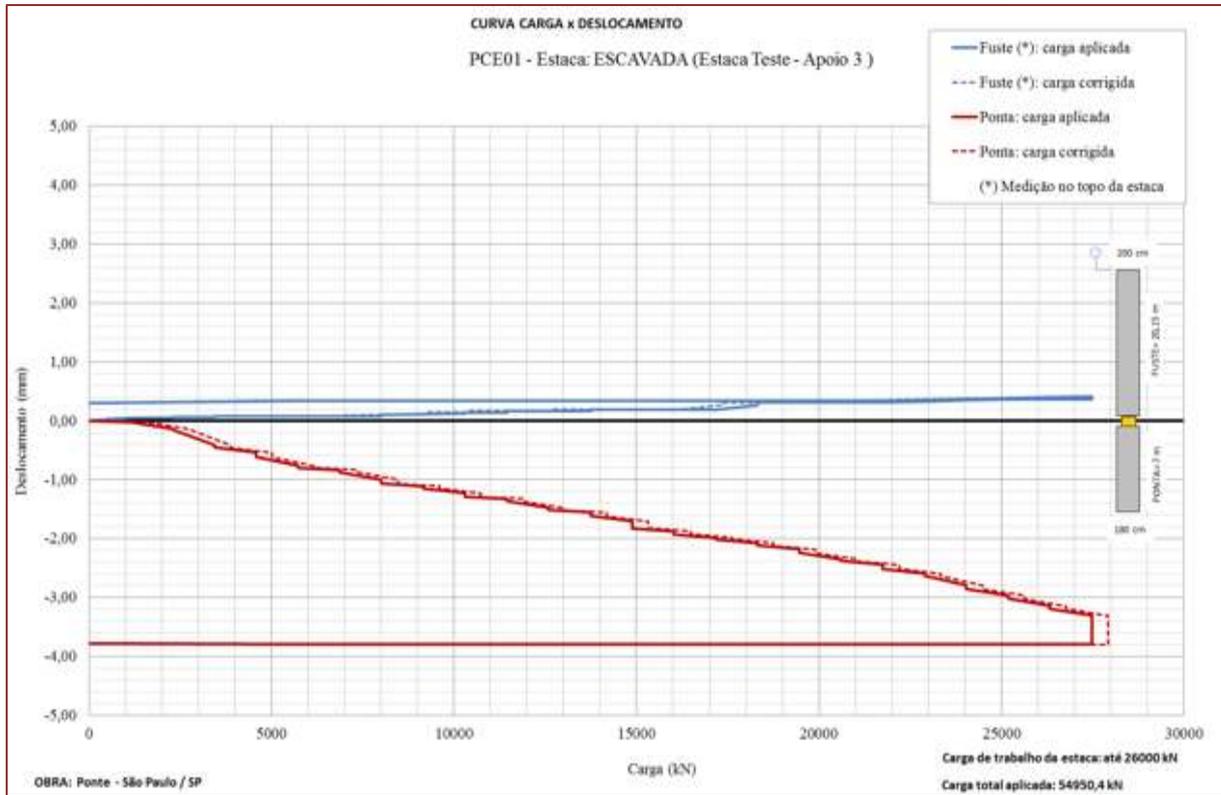


Figura 3. Curva2 - carga x deslocamento da estaca testada com medição acima das células.

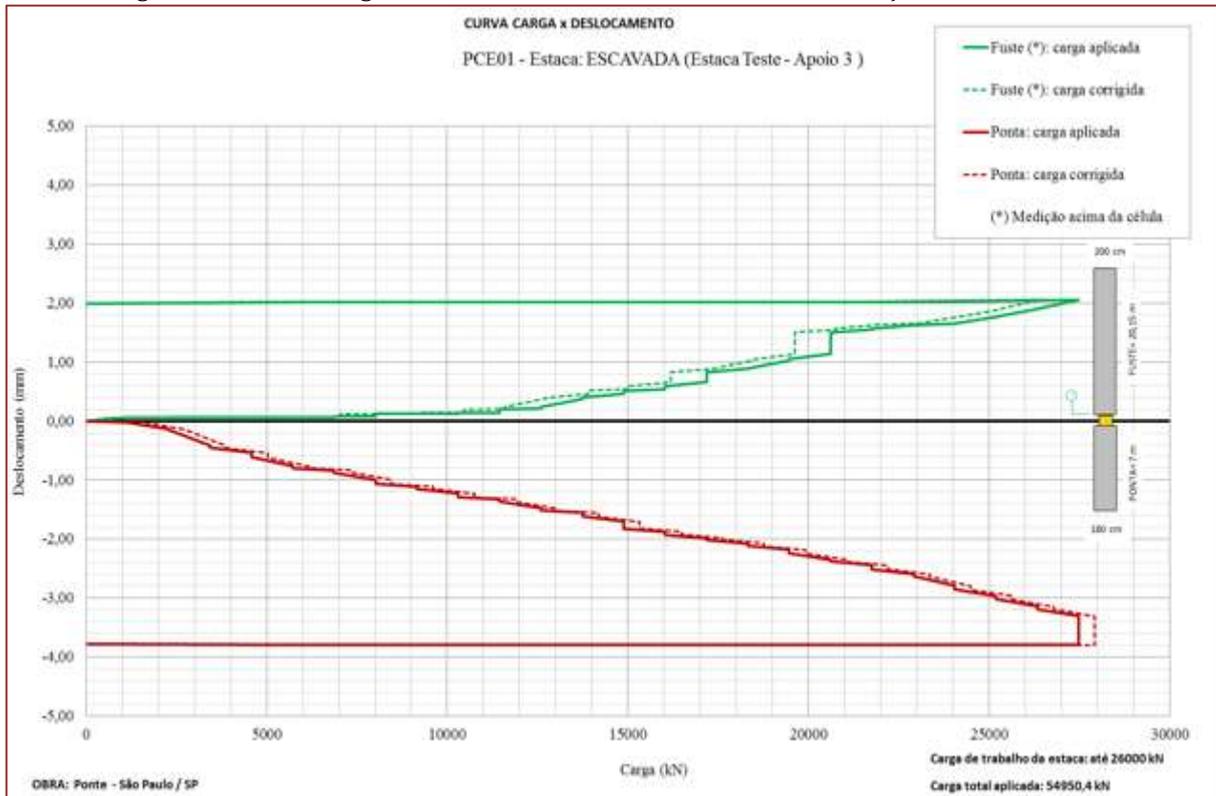


Figura 4. Curva3 - carga x deslocamento da estaca testada com as duas medições.



6. ETAPAS ILUSTRADAS DO ENSAIO

Toda da sequência do ensaio foi acompanhada e registrada por fotos apresentadas a seguir que demonstram a sequência de montagem, execução do ensaio e recuperação da estaca nas figuras de 5 a 17.

Figura 5. Içamento do suporte para células expansivas.



Figura 6. Instalação do primeiro tramo de armação.



Figura 7. Fixação do suporte para células expansivas na armação.



Figura 8. Fixação do suporte para células expansivas na armação inferior.



Figura 9. Instalação da armação com o suporte para células expansivas na perfuração.



Figura 10. Montagem das barras de referência para execução do ensaio



Figura 11. Barraca de proteção para instrumentação do ensaio.



Figura 12. Visão geral da obra e do ensaio.



Figura 13. Detalhamento da instrumentação e das barras de referência.



Figura 14. Detalhe do manômetro da bomba registrando a pressão aplicada.



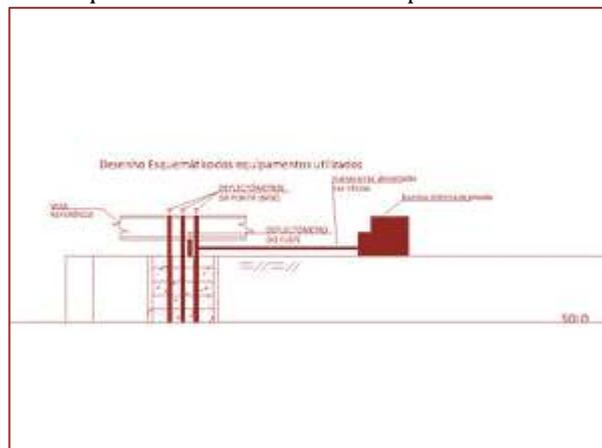
Figura 15. Injeção da calda de cimento na estaca após o término do ensaio.



Figura 16. Detalhe da calda de cimento injetada em um tubo e saindo em outro após percolar a fissura gerada pelo ensaio.



Figura 17. Desenho esquemático indicando os componentes externos do ensaio.



7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com Da Silva (1983) a carga total aplicada a uma estaca submetida a prova de carga bidirecional é o somatório das cargas aplicadas no trecho acima e abaixo das células.

Para prever a carga de ruptura a partir dos resultados de uma prova de carga bidirecional, soma-se as parcelas de cargas (trecho inferior + trecho superior) cujos deslocamentos são iguais. Como os valores obtidos de deslocamentos foram muito pequenos, não foi possível nesse caso apresentado fazer essa previsão.

Dessa forma, considera-se que a prova de carga atingiu a carga total de 54.950,4 kN, apresentando deslocamento vertical de 3,78 mm no trecho inferior de 7,0 m e de 0,26 mm no trecho superior de 23,80 m.

O resultado foi considerado satisfatório e dentro da previsão inicial para 10 mm de recalque.

A carga de trabalho nominal da estaca foi 26.000 kN cujo FS foi de 2,11, atendendo aos requisitos de desempenho previsto na Norma Brasileira NBR 6122/2010 para esta obra.

8. CONCLUSÃO

A execução de Prova de Carga Estática é essencial para a aferição das premissas de projeto e previsões de desempenho, atestando a boa qualidade em todas as atividades nas diversas etapas nas Fundações desta obra.

Em estacas de grande capacidade de carga, como a do estudo de caso abordado nesse artigo, a utilização da metodologia com células expansivas viabiliza financeiramente e tecnicamente a prova de carga estática uma vez que não há custos com sistemas de reação complexos e de complicada execução como “cargueiras” ou conjunto de tirantes, estacas de reação, barras de ancoragem e vigas de grandes dimensões. O sistema além de possuir menor custo, ocupa menos espaço, é mais seguro e se obtém o resultado com maior agilidade.

A utilização das provas de carga bidirecionais com células expansivas devem ser consideradas, portanto, como uma opção para comprovação da eficácia das fundações em estacas de maior porte.

AGRADECIMENTOS

A elaboração desse estudo de caso só foi possível devido ao profissionalismo das seguintes empresas:

Equipe Malbertex – Projetista da Ponte. Equipe Consultrix – Direção Técnica das Fundações.

Equipe de Produção e Engenharia da Veríssimo Serviços de Fundações e Engenharia LTDA.

Equipe da Arcos Engenharia de Solos.

REFERÊNCIAS

- [1] ABMS/ABEF. Fundações Teoria e Prática, 2ª edição, editora PINI, 1999, São Paulo, 750p.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS
- [3] TÉCNICAS. NBR 6122:2010 - Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS
- [5] TÉCNICAS. NBR 12131:2006 - Estacas – provas de carga estática – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2006.
- [6] Arcos Engenharia de Solos. – Disponível em <<http://www.arcos.eng.br/>>, acesso em 04 de outubro de 2017.
- [7] DA SILVA, P. E. C. A. F. Célula Expansiva Hidrodinâmica. Uma Nova maneira de executar provas de carga. 1 ed. Belo Horizonte: Arcos – Arquitetura, Construções Ltda., 1983. 106 p.

Capítulo 11

Ensaio teórico da potência de um sistema de aquecimento de água híbrido solar térmico e eólico

Matheus Vilela Novaes

Franklin Delano Porto Júnior

Resumo: O chuveiro elétrico é considerado um dos grandes responsáveis pelo consumo de energia elétrica residencial, porém a necessidade de se obter água aquecida faz parte da vida do consumidor. Logo, torna-se cada vez mais necessário, o emprego de alternativas sustentáveis para suprimento desta demanda e diversificação da matriz energética. Sob este contexto, nasce a proposta deste trabalho, o qual apresenta o estudo da viabilidade energética de implantação de um sistema de aquecimento de água utilizando o potencial solar térmico com complementaridade do potencial eólico no IFBA campus Vitória da Conquista. A comparação e avaliação entre os métodos terão como foco as características climáticas do sudoeste da Bahia. Para a elaboração deste trabalho, foi necessária o levantamento dos potenciais solar e eólico no sudoeste da Bahia, no local de estudo. A partir disso foi possível estimar o quanto cada fonte seria capaz de gerar mensalmente em média, cujos resultados foram confrontados com a necessidade mínima de energia exigida para suprir tal atividade, evidenciando com clareza a contribuição de cada uma das fontes. Estima-se, portanto, alcançar diagnósticos motivadores para uso de sistemas híbridos constituídos por coletor solar e aerogerador. Além disso, objetiva-se estudar sistemas complementares de obtenção de energia na instituição, iniciando a difusão de técnicas e conhecimentos da utilização em conjunto de diferentes fontes de energia. E a fim de estudar a influência das de geração na coleta de energia, propõem-se a análise de três cenários com diferentes valores de eficiência para o coletor solar, e o aerogerador agindo como complemento.

Palavras-chave: Energia solar térmica. Energia eólica. Sistema híbrido. Viabilidade energética.

1. INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades atuais, sendo um fator determinante para o conforto e qualidade de vida, de atividades simples da rotina atual aos avanços tecnológicos, sua presença se faz primordial. Os sistemas de aquecedores de água são responsáveis por contribuir por boa parte do consumo dessa energia em uma residência. Pesquisar sobre novos métodos de geração de energia é uma forma de minimizar o consumo exigido principalmente no horário de ponta em que os reflexos serão positivamente notados. Substituir os tradicionais sistemas de aquecimento de água por um método alternativo através de energias renováveis é uma forma de economia para o consumidor.

A substituição desses sistemas tradicionais pelo aquecimento solar pode reduzir o gasto com energia elétrica mensalmente em até 35% (IPEC, 2019), assim, o aquecedor solar juntamente com o aerogerador pode suprir essa necessidade de calefação, além da diminuição do impacto ambiental com o consumo de energias provenientes de fontes não renováveis, e a redução da dependência energética face às fontes tradicionais.

No interior baiano, conforme o Atlas Solar Bahia (2018), há uma complementaridade entre a produção de energia a partir de fontes solar e eólica, onde observa-se que o vento é sempre maior durante a noite e menor ao longo do dia, ao contrário dos níveis elevados de radiação solar, que ocorrem próximos ao período de menor vento. Além disso, é possível observar tal complementaridade no regime anual também, de forma que os meses de invernos apresentam menores valores acumulados de irradiação próximos aos picos anuais de velocidade média do vento. Logo, a geração simultânea com a utilização das duas fontes possibilita a redução da variação no fornecimento de energia se comparada com a geração utilizando uma delas isoladamente.

O sistema híbrido, pelo o qual pretende-se realizar o estudo teórico da análise da viabilidade energética, é constituído, basicamente, pelo coletor solar, aerogerador, e reservatório térmico. Em geral, o modelo de aquecimento, principalmente o de energia solar, possui custo de coleta nulo e operacional desprezível, sendo um tipo de energia encontrada com grande disponibilidade, porém com baixa densidade, requerendo grandes áreas de captação (BAPTISTA, 2006).

Sendo assim, o trabalho conta com o objetivo de estudar sistemas complementares de obtenção de energia na nossa instituição, iniciando o desenvolvimento e a difusão de técnicas e conhecimento da utilização em conjunto de várias fontes de energia na região de Vitória da Conquista - BA. A extensão dos conhecimentos gerados no campus poderá servir então para tentar acabar com a barreira da falta de informação, e contribuir com a emancipação do estudo e noções sobre energias renováveis, principalmente solar e eólica, e a sua complementaridade.

A pesquisa refere-se à apresentação do estudo teórico desse método de aquecimento de água por meio de um sistema de aquecimento solar térmico, com a viabilidade energética para substituição do uso complementar da energia elétrica, proveniente da rede, pela energia eólica, no IFBA campus Vitória da Conquista, Bahia.

2. METODOLOGIA

O local escolhido para análise do projeto está localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia situado na região sudoeste da Bahia, no município de Vitória da Conquista. De acordo com o Google Maps (2018), o local possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: -14.841519° e Longitude: -40.877114°.

Como a finalidade do sistema proposto é o aquecimento de água, a energia a ser utilizada será a energia térmica, e para calculá-la será usada a seguinte fórmula para o calor sensível:

$$Q = mc(T_f - T_i) \quad (1)$$

Onde m é a massa do volume de água [kg], c é o calor específico da água (4186 J/kg.K), T_f é a temperatura que pretende alcançar com o sistema de aquecimento (°C ou K) e T_i é a temperatura inicial da água, ou seja, a temperatura ambiente (°C ou K).

Assim, faz-se necessário o conhecimento das temperaturas médias do local. Dessa forma, na Figura 1 abaixo são apresentadas as temperaturas médias, mínimas e máximas mensais do município de Vitória da Conquista – BA.

Figura 1 - Temperaturas médias, mínimas e máximas mensais para o município de Vitória da Conquista – BA.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	21.5	21.8	21.2	20.2	18.6	17.6	17.5	18.3	19.9	20.9	21.1	20.8
Temperatura mínima (°C)	16.7	16.8	16.6	15.7	13.8	12.7	12.2	13	14.7	16	16.4	16.2
Temperatura máxima (°C)	26.4	26.8	25.9	24.8	23.4	22.6	22.9	23.7	25.1	25.9	25.8	25.4

Fonte: Climate-data.org (2019) (adaptado).

Assim, o mês mais quente do ano no município é Fevereiro com uma temperatura média de 21.8 °C, e o mês mais frio é julho com uma temperatura média de 17.5 °C (CLIMATE-DATA.ORG, 2019).

Além disso, outro fator determinante para o cálculo é a temperatura final que espera-se atingir. Dessa forma, segundo Guimarães e Prado (2017), a temperatura ideal para o banho é aquela que se assemelha à temperatura corporal, ou seja, em torno de 37°C, o que equivale ao banho morno. Sendo assim, levando em consideração possíveis perdas de calor, defini-se a temperatura final como sendo 40°C. Para realização dos cálculos, será adotado, também, um volume de água de 250 litros (0,25 m³) para cada dia do mês, considerando cada mês com seus respectivos dias, e fevereiro com 28 dias.

Dando continuidade ao trabalho, o programa SunData 3.0 desenvolvido pela CRESESB, destinado ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional, foi empregado para calcular a irradiação, que será a potência solar térmica utilizada. O programa é limitado a certos pontos do mapa, então foram tomados os dados do local mais próximo do desejado.

Dessa forma, os valores de irradiação solar diária média mensal são apresentados a seguir na Figura 2.

Figura 2 - Irradiação solar diária média mensal no local de estudo com diferentes ângulos de inclinação

Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Plano Horizontal	0° N	5,98	6,02	5,41	4,73	4,17	3,70	3,94	4,58	5,51	5,65	5,41	6,09	5,10
Ângulo igual a latitude	15° N	5,52	5,77	5,45	5,05	4,69	4,25	4,49	5,00	5,69	5,51	5,06	5,56	5,17
Maior média anual	12° N	5,63	5,85	5,47	5,00	4,60	4,16	4,40	4,93	5,67	5,56	5,15	5,68	5,18
Maior mínimo mensal	28° N	4,94	5,34	5,27	5,12	4,94	4,56	4,78	5,16	5,61	5,17	4,58	4,92	5,03

Fonte: SunData 3.0 (2019)

Ao analisar os dados da figura anterior, é possível observar que o ângulo de inclinação que possibilita uma maior disponibilidade de energia solar é 12°N. Dessa forma, os dados para esse plano inclinado serão tomados para estudo, uma vez que no dimensionamento de coletores solares busca-se a maior eficiência energética possível.

Entretanto, os dados apresentados são os valores da energia disponível que atinge a superfície, mas os coletores solares absorvem apenas uma pequena parcela dessa energia.

Segundo Inmetro (2018), a eficiência de coletores solares convencionais disponíveis no mercado (€) varia de 0,398 a 0,981, ou seja, esses coletores conseguem absorver entre 39,8% e 98,1% da energia solar que atinge a superfície. Posto isso, buscou-se estudar diversas situações com diferentes eficiências para o coletor solar, definindo, assim, três cenários com os valores de eficiência de 40%, 50% e 60%.

Além disso, a fim de obter a potência eólica disponível no local, utilizou-se a Equação 2 para obter os valores mensais a ser captada pelo aerogerador.

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 C_p \eta \quad (2)$$

Onde:

P – Potência da turbina eólica [W].

ρ – Massa específica do ar [kg/m^3].

A – Área da seção transversal ($\frac{\pi D^2}{4}$) [m^2], em que D é o diâmetro do rotor.

V – Velocidade cinética do vento [m/s].

C_p – Coeficiente de aproveitamento aerodinâmico.

η – Eficiência do aerogerador.

Dessa forma, com auxílio do programa desenvolvido pelo CRESESB, que utiliza os dados oriundos do “Atlas do Potencial Eólico Brasileiro” e busca por coordenadas, conforme Figura 3, de acordo com a sazonalidade, pôde-se obter as médias de velocidade do vento a uma altura de 50 metros.

Figura 3 - Dados de vento a 50 m de altura no local de estudo

Atlas do Potencial Eólico Brasileiro		Dados de vento a 50 m de Altura				
Grandeza	Unidade	Dez-Fev	Mar-Mai	Jun-Ago	Set-Nov	Anual
velocidade média do vento	m/s	5,14	5,55	6,72	6,09	5,88
fator c		5,8	6,26	7,52	6,86	6,63
fator k		2,25	2,38	3,05	2,54	2,5
densidade de potência	W/m ²	143	171	259	216	197

Fonte: (ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO, 2001) (adaptado).

Dessa forma, o principal fator de influência da potência eólica que é a velocidade do vento já foi encontrando, restando determinar outros fatores como a massa específica média do ar, o diâmetro do aerogerador, o coeficiente de potência e a eficiência do conjunto gerador/transmissões mecânicas e elétrica.

Segundo Ferreira (2006), a massa específica do ar do município de Vitória da Conquista – BA é em média 1,12 kg/m^3 .

Assumiram-se os outros aspectos que definem a potência eólica do local como sendo o coeficiente de potência igual a 0,5, e a eficiência do aerogerador 0,96. Além disso, como o campus possui um aerogerador com 1m de diâmetro, este foi levado em consideração para calcular a potência eólica a ser captada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com dados da matriz energética do local de estudo levantados, como o potencial de geração solar térmica e potencial de geração eólica, montou-se três cenários de geração distintos, onde para cada cenário foram escolhidos diferentes valores para a eficiência do coletor solar, e são apresentadas as principais informações a respeito das características de cada fonte de geração estudada. Com a quantidade de potência instalada, foi possível calcular o quanto cada fonte seria capaz de gerar de energia em cada mês do ano, bem como, seu valor acumulativo anual. Utilizando os dados da Figura 2 calculou-se a irradiação solar média mensal para duas placas de 1m², e por meio dos dados apresentados na Figura 3, foram calculados os valores de potência eólica para um período de 24 horas (diário). Cada um dos cenários a serem analisados são apresentados a seguir.

3.1. ESTUDO DA COMPLEMENTARIDADE - CENÁRIO 1

Nesse primeiro caso, assumiu-se a eficiência do coletor $\varepsilon = 0,4$. Assim, os resultados foram calculados para cada mês são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados obtidos da potência demandada, potência por fonte ($\varepsilon = 0,4$) e o balanço da potência total mês a mês (W/dia) – Cenário 1.

Mês	Potência Demandada	Potência Solar ($\varepsilon = 0,4$)	Potência Eólica	Potência Gerada	Total
Janeiro	5375,28	4504,00	688,05	5192,05	-183,23
Fevereiro	5288,111	4680,00	688,05	5368,05	79,94
Março	5462,44	4376,00	866,18	5242,18	-220,26
Abril	5753,00	4000,00	866,18	4866,18	-886,82
Mai	6217,89	3680,00	866,18	4546,18	-1671,71
Junho	6508,44	3328,00	1537,58	4865,58	-1642,86
Julho	6537,50	3520,00	1537,58	5057,58	-1479,92
Agosto	6305,06	3944,00	1537,58	5481,58	-823,47
Setembro	5840,17	4536,00	1144,41	5680,41	-159,75
Outubro	5549,61	4448,00	1144,41	5592,41	42,80
Novembro	5491,50	4120,00	1144,41	5264,41	-227,09
Dezembro	5578,67	4544,00	688,05	5232,05	-346,62

Fonte: Autoria Própria.

Além dos valores mensais, também foi calculado o total acumulado de demanda e geração durante um ano, os resultados encontrados constam na Tabela 2.

Tabela 2 - Demanda e geração de energia elétrica por fonte pelo período de um ano - Cenário 1.

Potência Anual (MW/ano)	
Potência Demandada	2,128
Potência Solar	1,510
Potência Eólica	0,387
Potência Gerada	1,897

Fonte: Autoria Própria.

Finalmente, foi realizado um balanço anual de energia elétrica gerada pelas fontes solar térmica e eólica e pela demanda de energia elétrica no local de estudo, a Tabela 3, demonstra os resultados alcançados.

Tabela 3 - Balanço de energia elétrica pelo período de um ano- Cenário 1.

Saldo de potência anual (MW)	-0,231
Percentual de complementaridade (%)	89,15

Fonte: Autoria Própria

A Tabela 3 ainda indica que com as potências instaladas para o cenário 1, durante o período de um ano, as fontes solar térmica e eólica seriam capaz de suprir mais de 89% da demanda exigida, representando que seriam necessários pouco mais de 231kW/ano provenientes da rede. Nesse cenário, apenas em dois meses do ano (Fevereiro e Outubro) as fontes de energia conseguiriam suprir as necessidades mínimas, requerendo um consumo extra da energia da rede ou de outra fonte para os demais meses.

3.2. ESTUDO DA COMPLEMENTARIDADE - CENÁRIO 2

Nesse segundo caso, o cenário de geração por meio de energia solar térmica teve como valor de eficiência para os coletores 0,5, e os demais dados mantiveram-se, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Dados obtidos da potência demandada, potência por fonte ($\varepsilon = 0,5$) e o balanço da potência total mês a mês (W/dia) – Cenário 2.

Mês	Potência Demandada	Potência Solar ($\varepsilon = 0,5$)	Potência Eólica	Potência Gerada	Total
Janeiro	5375,28	5630	688,05	6318,05	942,77
Fevereiro	5288,11	5850	688,05	6538,05	1249,94
Março	5462,44	5470	866,18	6336,18	873,74
Abril	5753,00	5000	866,18	5866,18	113,18
Maio	6217,89	4600	866,18	5466,18	-751,71
Junho	6508,44	4160	1537,58	5697,58	-810,86
Julho	6537,50	4400	1537,58	5937,58	-599,92
Agosto	6305,06	4930	1537,58	6467,58	162,53
Setembro	5840,17	5670	1144,41	6814,41	974,25
Outubro	5549,61	5560	1144,41	6704,41	1154,80
Novembro	5491,50	5150	1144,41	6294,41	802,91
Dezembro	5578,67	5680	688,05	6368,05	789,38

Fonte: Autoria Própria.

Novamente calculou-se o consumo de energia anual, bem como a geração das fontes complementares e sua totalidade, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 - Demanda e geração de energia elétrica por fonte pelo período de um ano - Cenário 2.

Potência Anual (MW/ano)	
Potência Demandada	2,128
Potência Solar	1,888
Potência Eólica	0,387
Potência Gerada	2,275

Fonte: Autoria Própria.

Para o balanço anual desse cenário, é visto que a demanda de potência instalada estipulada supriria a matriz elétrica em sua totalidade, conforme é apresentado na Tabela 6. Para tanto, em três meses (maio, junho e julho) a média diária fica abaixo do valor requerido, pois são meses que a temperatura média cai muito, exigindo uma quantidade de energia maior para o aquecimento e a irradiação solar diminui bastante também. Dessa forma, faz-se necessário a utilização de outras fontes para complementar esse cenário durante esse período.

Tabela 6 - Balanço de energia elétrica pelo período de um ano- Cenário 2.

Saldo de potência anual (MW)	0,147
Percentual de complementaridade (%)	106,91

Fonte: Autoria Própria.

É importante ressaltar, no entanto, que apesar da perspectiva do não suprimento da demanda em um pequeno período de tempo, as fontes que seriam provedoras da energia atenderiam mais do que toda a expectativa anual, assim, nos meses em que a geração fosse maior que o consumo, parte da energia elétrica gerada pelo aerogerador para complementar o sistema poderia ser utilizada para outros fins, demonstrando a importância no estudo e implementação dessas fontes complementares.

3.3. ESTUDO DA COMPLEMENTARIDADE – CENÁRIO 3

Para o cenário 3 foi fixado que a eficiência do coletor solar seria de 60%, considerando as mesmas potências requerida e eólica. Desta forma, obtêm-se os resultados apresentados na Tabela 7, que ilustra o consumo mensal médio de energia e a geração das duas fontes, mostrando o balanço de energia, ou seja, a diferença entre o consumo e a produção.

Tabela 7- Dados obtidos da potência demandada, potência por fonte ($\epsilon = 0,6$) e o balanço da potência total mês a mês (W/dia) – Cenário 3.

Mês	Potência Demandada	Potência Solar ($\epsilon=0,6$)	Potência Eólica	Energia Gerada	Total
Janeiro	5375,28	6756,00	688,05	7444,05	2068,77
Fevereiro	5288,11	7020,00	688,05	7708,05	2419,94
Março	5462,44	6564,00	866,18	7430,18	1967,74
Abril	5753,00	6000,00	866,18	6866,18	1113,18
Maio	6217,89	5520,00	866,18	6386,18	168,29
Junho	6508,44	4992,00	1537,58	6529,58	21,14
Julho	6537,50	5280,00	1537,58	6817,58	280,08
Agosto	6305,06	5916,00	1537,58	7453,58	1148,53
Setembro	5840,17	6804,00	1144,41	7948,41	2108,25
Outubro	5549,61	6672,00	1144,41	7816,41	2266,80
Novembro	5491,50	6180,00	1144,41	7324,41	1832,91
Dezembro	5578,67	6816,00	688,05	7504,05	1925,38

Fonte: Autoria Própria.

E ainda é possível realizar uma análise do consumo e geração no decorrer de um ano, como apresenta a Tabela 8.

Tabela 8 - Demanda e geração de energia elétrica por fonte pelo período de um ano - Cenário 3.

Potência Anual (MW/ano)	
Potência Demandada	2,128
Potência Solar	2,265
Potência Eólica	0,387
Potência Gerada	2,652

Fonte: Autoria Própria.

Assim, a Tabela 9, representa o balanço de energia para o 3º cenário, ou seja, para este caso, as duas fontes de energia supririam 124,62% da curva total de demanda de energia, o que demandaria mais de 2,128 MW da rede elétrica.

Tabela 9 - Balanço de energia elétrica pelo período de um ano- Cenário 3.

Saldo de potência anual (MW)	0,5246
Percentual de complementaridade anual (%)	124,62

Fonte: Autoria Própria.

Esse cenário, como era de se esperar, foi o mais satisfatório dos três apresentados, uma vez que a eficiência do coletor é a mais favorável. Em todos os meses do ano, o sistema híbrido proposto conseguiu suprimir as necessidades projetadas. No mês de junho, os valores de consumo e demanda se aproximaram muito um do outro devido a baixa irradiação solar nesse período onde inicia-se o inverno e as temperaturas caem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os resultados obtidos é possível inferir que através da metodologia proposta foi possível atingir os objetivos deste trabalho. Por meio do referencial teórico adquiriu-se a base necessária para o alcance dos objetivos, contribuindo para a construção dos cenários que demonstraram a possibilidade de aplicação da complementaridade usando as fontes solar térmica e eólica para um sistema de aquecimento de água em substituição do tradicional chuveiro elétrico.

As análises apresentadas demonstram o potencial conquistado para fontes de energias renováveis, as quais possuem uma série de vantagens se comparadas às fontes tradicionais de geração de energia elétrica, como o baixo impacto ambiental e a sua constante renovação.

A complementaridade se torna propícia à medida que cada fonte apresenta um melhor potencial em determinada época do ano. A fonte solar térmica demonstra valores mais promissores de irradiação para o verão, ao passo que a fonte eólica é mais vantajosa nos meses de inverno por apresentar ventos com maiores velocidades. Logo, há a possibilidade de atender a demanda de consumo de energia elétrica mesmo em períodos de estiagem, nos meses secos, e em períodos em que o céu se encontra nublado.

Conforme os cenários retratados, os resultados são promissores podendo contribuir para suprir partes das necessidades energéticas de uma residência. O primeiro cenário, portando um coletor solar com eficiência de 40%, ainda que munindo 89,15% do consumo anual proposto, é uma possibilidade expressiva de implementação do sistema, pois reduz mais de quatro quintos dos custos com energia elétrica com chuveiro elétrico que é um grande consumidor.

O segundo cenário mostrou que em uma escala anual, toda a demanda energética seria suprida, e apenas nos meses mais frios e nublados, quando os níveis de irradiação caem muito, faz-se necessário a utilização da energia elétrica proveniente da rede. Mesmo assim, esse sistema com um coletor solar sendo capaz de absorver 50% da energia solar disponível, conseguiu gerar cerca de 6,91% a mais da necessidade energética durante um ano.

O terceiro cenário evidenciou a possibilidade de instalação de um grande potencial solar térmico e eólico, o produto desta aplicação demonstrou que as duas fontes renováveis conseguem suprir toda a demanda de energia do sistema em todos os meses do ano utilizando um coletor com eficiência de 0,6, conseguindo gerar mais de 124%, um percentual muito representativo e significativo. Além disso, nos meses em que a geração de energia excedesse as necessidades, parte dessa energia poderia ser utilizada para outros fins, principalmente a elétrica proveniente do aerogerador, diminuindo ainda mais o consumo de energia elétrica mensal.

Esse trabalho mostrou que além dos fatores climáticos, como o vento e a irradiação solar, que são fundamentais para a geração de energia, fatores como a eficiência dos sistemas de transformação dessa energia afetam diretamente os resultados a serem obtidos, podendo comprometer todo o processo se os mecanismos não forem devidamente dimensionados.

A exatidão da pesquisa obteria melhores resultados com a utilização de dados mais precisos com relação à energia eólica, como, por exemplo, os potenciais para torres com altura de 10 metros, pois esses sistemas descentralizados são instalados em altitudes mais próximas do solo, logo acima das residências.

A estrutura de geração de eletricidade possui uma tendência mundial para a implementação das fontes renováveis. Este estudo comprova a capacidade de complementação entre fontes de geração de energia, e o estudo sobre sistemas complementares de obtenção de energia na nossa instituição, iniciando-se o desenvolvimento e a difusão de técnicas e conhecimento da utilização em conjunto de várias fontes de energia, contribuindo com a emancipação do estudo e noções sobre energias renováveis, principalmente solar e eólica, e a sua complementaridade. Dessa forma, outros estudos devem ser realizados para o desenvolvimento de tecnologias que aperfeiçoem a geração de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1] Atlas do Potencial Eólico Brasileiro: Potencial Eólico. 2001. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=atlas_eolico. Acesso em: 31 dez. 2018.
- [2] Atlas Solar Bahia. 2018. AWS Truepower, Camargo Schubert Engenheiros Associados, FIEB/SENAI CIMATEC.— Curitiba. p. 78.
- [3] BAPTISTA, Alessandra. Análise da viabilidade econômica da utilização de aquecedores solares de água em resorts no Nordeste do Brasil. 2006. Tese (Mestrado) - Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- [4] CLIMATE-DATA.ORG. Clima Vitória da Conquista. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/vitoria-da-conquista-293/>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- [5] FERREIRA, Candido Requião. Potencial de bombeamento eólico: uma metodologia de análise. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- [6] GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 08 dez. 2018.
- [7] GUIMARÃES, Gabriela; PRADO, Carolina. Banho quente, frio ou morno: qual é a melhor temperatura para o seu corpo?. *UOL*. 2017. Disponível em: <https://vivabem.uol.com.br/noticias/redacao/2017/09/13/banho-quente-frio-ou-frio-qual-e-a-melhor-temperatura-para-o-seu-corpo.htm>. Acesso em: 02 jan. 2019.

- [8] INMETRO. Coletor solar aplicação banho e piscina. 2018. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/Coletor-Solar-Banho-PBE-2018.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2018.
- [9] IPEC. Aquecedores de baixo custo. Disponível em: <https://www.ecocentro.org/o-ipecc/tecnologias/%20agua/aquecedor-solar-de-baixo-custo>. Acesso em: 03 jan. 2019.
- [10] SunData 3.0: Potencial Solar. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 19 jan. 2019.

Capítulo 12

O desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil: Fatores que inibem sua massificação

Hortência Nathânia Silva Câmara

Ana Lúcia Dantas

Resumo: Diante da conscientização massiva de que o futuro da humanidade depende cada vez mais de um meio ambiente autossustentável, uma das palavras de ordem em encontros de lideranças mundiais tem sido o desenvolvimento de fontes de energias renováveis e limpas. Demandas que em princípio seriam de longo prazo, foram antecipadas pelas crises energéticas vividas pelos meios convencionais de geração de energia, com ênfase nas crises do petróleo e hídrica. Essas demandas mundiais também são refletidas no Brasil. Assim, surge a crescente necessidade de descentralizar a matriz energética brasileira e investir em fontes alternativas de geração de energia. Considerando a duração solar do dia (período de visibilidade do Sol) no território brasileiro, especialmente na região Nordeste, onde são medidos altos índices de incidência solar, a energia solar fotovoltaica surge como uma possibilidade muito promissora. Em razão disso, esta pesquisa tem como objetivo analisar o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil e conhecer os fatores técnicos, econômicos e legais que limitam sua difusão. Para tal, nos utilizaremos da pesquisa bibliográfica, pois ela nos permite abordar a temática sob a ótica de diversos autores, e da pesquisa documental, uma vez que ao longo desta pesquisa alguns documentos como a Resolução Normativa, nº 482 de 17 de abril de 2012 e o Convênio ICMS nº 16 foram analisados. As análises aqui realizadas demonstram que o Brasil possui amplo potencial ambiental para a exploração da energia solar fotovoltaica, energia considerada limpa por apresentar bem menos impacto ao meio ambiente quando comparada com outras. Todavia, essa forma de energia ainda possui tecnologia cara, do ponto de vista econômico, e o alto custo de aquisição do sistema em conjunto com a baixa eficiência de conversão fotovoltaica tem sido um dos fatores que de certa forma tem dificultado a expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil. Além disso, as ausências de políticas públicas para a popularização dessa tecnologia e de uma legislação específica que incentive investimentos privados também são fatores que contribuem fortemente para a limitação do seu uso e distribuição.

Palavras-chave: energias alternativas; energia solar fotovoltaica; políticas de incentivo; Resolução Normativa nº 482/2012.

1. INTRODUÇÃO

Em uma sociedade capitalista, marcada pelo consumo desenfreado e pela produção em massa, a geração de energia tem se tornado um dos principais problemas enfrentados pelos governos do mundo todo, eis que a ampliação da matriz energética é condição primária para que o atual modelo econômico não entre em declínio. Nesse contexto, é indispensável buscar o desenvolvimento de novos meios de energia como forma de evitar que o Brasil entre em um colapso energético e ambiental, visto que os meios convencionais de gerar energia são excessivamente caros e agressores ao meio ambiente.

Apenas a título de contextualização, de acordo com o Ministério de Minas e Energia, em 2014, a matriz energética brasileira ainda assume uma estrutura desigual, na medida em que as fontes primárias e renováveis representam apenas 39,4% do seu potencial. Este número é ínfimo se considerarmos a localização geográfica privilegiada, a imensa biodiversidade e o grande potencial energético que o Brasil possui. Some-se a isso o fato de que as energias hidrelétricas, termoelétricas e nucleares, bases da nossa matriz, além de onerosas, não atendem as exigências ambientais, sendo consideradas poluidoras e nocivas à saúde, principalmente no que se refere à energia nuclear.

Nesse viés, surge uma série de novos desafios que demandam uma nova postura dos setores técnicos e dos setores burocráticos do Estado. De um lado, cabe à Ciência desenvolver e ampliar as ferramentas necessárias para garantir uma energia mais limpa, renovável e mais acessível; do outro, cabe ao Governo subsidiar e difundir essa nova forma de energia, conferindo incentivos econômicos à classe produtora dos insumos indispensáveis à geração dessa energia, bem como adequar a legislação em vigor, derrubando, principalmente, barreiras burocráticas que dificultam o acesso e a difusão da energia solar fotovoltaica.

Ademais, mostra-se indispensável para a manutenção do nosso crescimento econômico e social métodos mais justos para distribuir energia, a exemplo da geração distribuída, através da qual se descentraliza das grandes usinas a produção e distribuição de energia, facultando ao consumidor final os meios hábeis para produzir o suficiente ao seu consumo. É demonstrado neste trabalho o quanto é impreterível a difusão dessa prática, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, uma vez que diminui a dependência das fontes tradicionais, tornando-nos potenciais autossuficientes na produção de energia.

Para tanto, temos como foco o potencial energético do sistema solar fotovoltaico e os benefícios da sua difusão tendo em vista que a energia solar é um recurso renovável e inesgotável, principalmente em tempos de aquecimento global, fenômeno que está alterando o regime de chuvas, provocando uma sazonalidade nas precipitações, o que chega a comprometer a geração de energia por meio de hidrelétricas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica e documental com vistas a nos permitir abordar a temática contextualizada com as ideias desenvolvidas por outros autores no intento de aglutinar os estudos então apresentados. Para alcançar este objetivo nos utilizaremos de trabalhos, como artigos científicos, monografias, disposições legais, livros e revistas especializadas que abordem e discutam o desenvolvimento da energia solar no Brasil, assim como os fatores que possam dificultar o seu uso e distribuição.

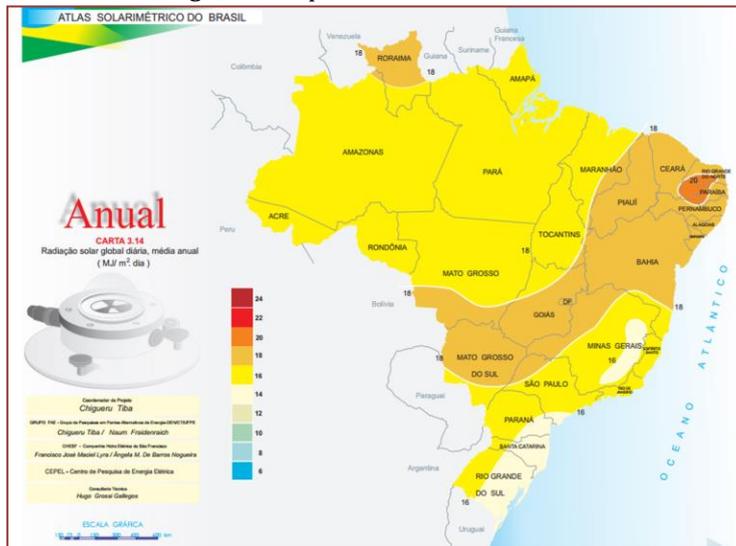
No que concerne à pesquisa documental, esta se justifica, pois, um dos nossos objetivos, como já foi mencionado, é analisar as leis que regulamentam o uso e distribuição da energia solar fotovoltaica no Brasil. Assim sendo, fez-se a leitura e análise de documentos reguladores, como por exemplo, o Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015 e a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 e demais atos administrativos que versem sobre o uso da energia solar no país.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é um país com geografia privilegiada, haja vista que a maior parte do território brasileiro se localiza próximo a linha do Equador, razão de não haver grandes variações de radiação solar durante o dia. No que diz respeito à incidência solar, especialmente a região nordeste é a mais favorecida, cuja radiação solar varia entre 5700 e 6100 Wh/m²dia de acordo com a estação do ano (SOLARIR).

O mapa solarimétrico abaixo (ver Figura 1) apresenta os índices médios de incidência solar anual no território brasileiro, com medidas em MJ/m².dia (mega joule por metro quadrado dia).

Figura 1. Mapa solarimétrico do Brasil

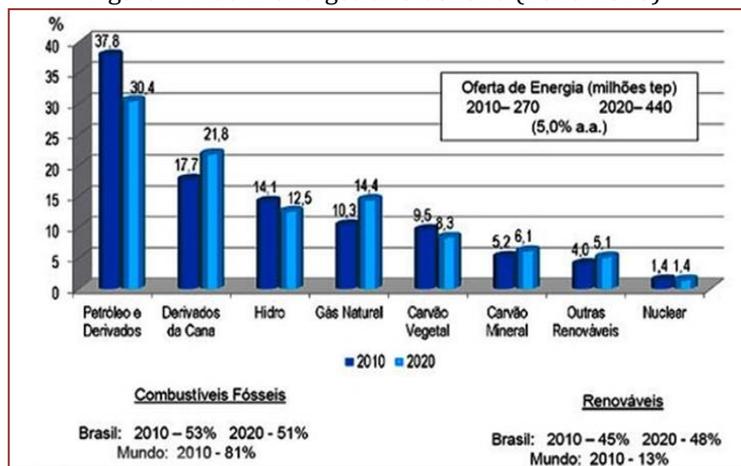


O Sul do Brasil é a região menos privilegiada do país, com incidência solar igual a 4250 kWh/m² (PEREIRA et. al., 2006, p.31 apud SILVA, 2015, p. 16), superior a países que são grandes investidores nessa fonte energética, a exemplo da Alemanha – maior investidor em sistemas fotovoltaicos –, cujo valor de insolação varia entre máxima insolação é menor ou igual a 3500 Wh/m² (VILLALVA, 2015. p. 31).

Outro ponto que merece destaque é o fato dos maiores índices de radiação solar no Brasil serem medidos nos meses de setembro, outubro e novembro, período em que os afluentes brasileiros apresentam níveis mais baixos. Assim, os investimentos em energia solar possibilitam complementar o regime hídrico de geração de energia.

Diferentemente de outros países do globo, no Brasil a matriz energética é bem diversificada, embora as usinas hidrelétricas assumam um papel mais preponderante na geração de energia elétrica conforme mostra a Figura 2.

Figura 1. Matriz energética brasileira (2010-2020)



Fazendo uma análise do gráfico pode-se inferir que os investimentos em fontes renováveis de energia estão aumentando, uma vez que a oferta de energias renováveis tem apresentado um crescimento gradual ao longo dos anos em detrimento as fontes tradicionais de energia, como o petróleo e as hidrelétricas, por exemplo. Isso nos faz pensar que é necessário não somente investimentos financeiros, mas principalmente investimentos políticos que alavanquem a participação de fontes alternativas no cenário energético brasileiro.

Nesse contexto, é possível destacar o amplo potencial energético que o Brasil possui para investir na geração de energia elétrica por meio da fonte solar, como forma de ampliar ainda mais o número de fontes renováveis que constituem a matriz energética brasileira e garantir autossuficiência energética, haja vista o crescimento e desenvolvimento de um país estão diretamente relacionados com a quantidade de energia elétrica que ele produz.

No entanto, apesar do cenário favorável ao desenvolvimento dessa forma de geração de energia, no Brasil, o pleno acesso às fontes renováveis, com ênfase na energia solar, ainda é um paradigma revestido de inúmeros fatores, tanto de ordem técnica quanto de ordem legal, que, somados, obstaculizam a produção e, conseqüentemente, o acesso à energia solar fotovoltaica.

É sabido que o sistema solar fotovoltaico é composto por elementos que, em conjunto, transformam a energia solar em energia elétrica. Dentre os elementos constituintes deste sistema, encontram-se as células fotovoltaicas, insumos indispensáveis para a eficiência do sistema.

As células fotovoltaicas são fabricadas a partir de vários tipos de materiais e por diferentes processos, permitindo que a eficiência de conversão solar varie de uma para outra. De acordo com GREEN et al. (2000 apud ANEEL 2015): “Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25%”. Se pensarmos em 25% como a máxima eficiência veremos que a tecnologia empregada para a fabricação das células é insuficiente, pois apenas $\frac{1}{4}$ da luz solar é efetivamente transformada em energia elétrica.

Dessa maneira, para gerar uma determinada quantidade de energia elétrica, é necessária uma maior área disponível para instalação dos painéis fotovoltaicos, tendo em vista a baixa eficiência conversão de energia. Além disso, a eficiência está diretamente atrelada ao custo do sistema, pois células mais eficientes requerem menor número de placas solares para gerar a mesma quantidade de energia.

Diante disso, é nítido que um dos impasses para se investir em energia solar está associado à eficiência de conversão solar. Se compararmos as melhores células fotovoltaicas com a eficiência dos sistemas eólicos, por exemplo, veremos que a tecnologia dos sistemas fotovoltaicos precisa ser aperfeiçoada para gerar quantidade de energia satisfatória. De acordo com Betzb (apud MARTINS; GUARNIERI e PEREIRA, 2007), a potência máxima a ser extraída a partir da potência disponível, ou seja, a eficiência do sistema eólico é de aproximadamente 59%, um número que representa mais que o dobro da eficiência de conversão das células fotovoltaicas produzidas em laboratório a partir do silício monocristalino.

Apesar disso, Condliffe (2016) relata que os mais novos estudos relacionados a células fotovoltaicas propõem que, em teoria, elas poderão atingir o dobro de sua eficiência e isso pode representar menores custos de aquisição do sistema.

Embora essa pesquisa apresente os possíveis avanços no que diz respeito a ampliação da eficiência de conversão das células fotovoltaicas, para que essa técnica seja empregada em escala comercial, é preciso baratear a tecnologia envolvida no processo de fabricação das camadas nanofotônicas.

À vista do exposto, considerando a baixa eficiência, ao menos para uso em massa, da energia solar fotovoltaica em detrimento de outras energias renováveis, em especial a energia eólica, nota-se que, ao menos em um primeiro momento, os incentivos para a produção deste meio de energia devem abarcar o consumo individual, seja doméstico ou comercial, cuja demanda fica restrita a uma quantidade determinada de energia, enquanto não se aperfeiçoa a eficiência das células fotovoltaicas para difusão coletiva.

Outro ponto que dificulta a massificação dos sistemas solares fotovoltaicos é o custo de aquisição que, embora ainda sejam considerados onerosos os preços médios estão apresentando um significativo decréscimo, visto que na década de 1980 o preço do watt custava US\$ 22, enquanto que em 2010 esse valor passou para US\$ 1,5 (UCZAI, 2012) e em 2015 US\$ 0,36 (DIAMANDIS, P. 2014).

Nesse contexto, Zilles (2015, p. 68) pontifica que o crescimento da produção das células fotovoltaicas vem reduzindo os custos de fabricação e, correlato, o preço do watt disponibilizado, possibilitando uma redução total de até 20% do preço de geração. A título ilustrativo, Uczai (2012) explica que o preço turn-key (custo total de instalação de um sistema pronto para operar) de um sistema spot, instalação fotovoltaica conectada à rede, na Alemanha, custa entre 2.500€ a 3.200€/kW instalado, valor que ao longo dos anos decaiu em, aproximadamente, 57%.

No Brasil, o custo médio de produção por megawatt/hora varia entre R\$ 241,50 (duzentos e quarenta e um reais e cinquenta centavos) a R\$ 1.204,00 (um mil e duzentos quatro reais) (UCZAI, 2012), sendo relevante asseverar que os locais com condições propícias à geração de energia solar já apresentam preços mais competitivos, inclusive em paridade com os preços cobrados pelas distribuidoras de energia elétrica,

conforme exposto na Nota Técnica nº 0025/2011-SRD-SRC-SCG-SEM-SER-SPE/ANEEL (SILVA, 2015, p. 52).

Nesse mesmo sentido, a mencionada norma técnica chegou a conclusão que a energia fotovoltaica, pelo sistema de geração distribuída, seria competitiva, ao menos no ano de 2012, para residências localizadas nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Rio de Janeiro, Bahia, Mato Grosso, Ceará e Mato Grosso do Sul.

No que concerne à regulamentação das exações tributárias incidentes sobre a produção de energia solar através da geração distribuída, o Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) editou o Convênio nº 6, de 5 abril de 2013, fixando orientação no sentido de que o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias Serviços e (ICMS), taxado na alíquota de 25%, deve incidir sobre o consumo bruto, ou seja, a energia tributada não é aquela efetivamente consumida mas todo o aglomerado produzido, ainda que posta à disposição das empresas concessionárias.

A alta tributação a ser arcada pelo contribuinte dificulta sobremaneira a viabilidade da energia solar distribuída, tendo em vista que o custo do megawatt/hora seria de, aproximadamente, R\$ 700,00 (setecentos reais), rompendo o ciclo de benefícios econômicos individuais para a geração desta modalidade de energia, conquanto, muito embora o preço dos insumos apresente queda ao longo dos anos, os altos índices tributários incidentes sobre a produção obstam os benefícios dos painéis solares fotovoltaicos.

Outro fator que contribui para obstaculizar a viabilidade da energia solar fotovoltaica são as quedas pontuais nas tarifas de energia elétrica motivadas pelo interesse das concessionárias em prorrogar a prestação dos serviços de transmissão e distribuição de energia elétrica, reguladas pela Lei nº 12.783/2013 e pela Lei nº 9.074/1995.

À parte disso, ainda se descortina a viabilidade de painéis fotovoltaicos tendo em vista que os custos de produção da energia hidrelétrica estão se acentuando em virtude da crise hídrica que assola o país, caso o reajuste da energia convencional se dê no importe de 30% (SILVA, 2015, p. 25).

Do ponto de vista legal, trataremos de duas normatizações acerca da produção e distribuição da energia solar fotovoltaica, são elas: o Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015 e a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. O primeiro dispõe sobre a isenção de ICMS nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, nos Estados de Goiás, Pernambuco e São Paulo, vejamos o art. 1º, *in litteris*:

Cláusula primeira: Ficam os Estados de Goiás, Pernambuco e São Paulo autorizados a conceder isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora à unidade consumidora, na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, estabelecido pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. *uras: Por favor, use figuras de boa qualidade (fotografias, gráficos) e coloridas, pois os anais do evento serão fornecidos de forma eletrônica.*

Extraí-se do aludido dispositivo que a compensação dos créditos se dará quando a unidade consumidora injetar na rede elétrica a mesma quantidade de energia que consome ou possuir créditos de energia ativa, isto é, energia excedente armazenada na rede elétrica.

Ponto obscuro que repousa no texto em análise é o motivo de o benefício estudado ser conferido apenas nas unidades produtoras dos Estados de Goiás, Pernambuco e São Paulo, eis que não consta justificativa sobre o real motivo de estas três unidades da federação terem sido escolhidas como beneficiárias em detrimento das demais.

Dentre os tributos que são desonerados, encontra-se, também, a Contribuição para a Formação do Patrimônio do Servidor Público – PIS/PASEP e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS, conforme se observa do excerto trasladado a seguir:

Cláusula segunda: O benefício previsto neste convênio fica condicionado:

I - à observância pelas distribuidoras e pelos microgeradores e minigeradores dos procedimentos previstos em Ajuste SINIEF;

II - a que as operações estejam contempladas com desoneração das contribuições para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/PASEP e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS.

A despeito da Resolução Normativa nº 482/2012, muitos foram os avanços trazidos para traçar o âmbito de produção e geração da energia solar fotovoltaica, em especial porque, pela primeira vez, surgiu regulamentação sobre o tema e as especificidades que orbitam o seu entorno.

Foi por meio desta resolução que houve a normatização de conceitos importantes para o nosso estudo. Vejamos a abordagem do art. 2º:

Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.) (grifo nosso)

IV - melhoria: instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, visando manter a prestação de serviço adequado de energia elétrica; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

V - reforço: instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, para aumento de capacidade de distribuição, de confiabilidade do sistema de distribuição, de vida útil ou para conexão de usuários; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VI - empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VII - geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.) (grifo nosso)

VIII - autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.) (grifo nosso)

Como os institutos tratados são auto explicativos, nos deteremos à análise dos conceitos mais importantes para o desenvolvimento do trabalho. Primeiramente, nos debruçamos sobre o conceito de sistema compartilhado de energia, tratado no inciso III, do ato normativo em tela. Por intermédio desse sistema, o usuário-produtor injeta na rede elétrica a energia que produz, a título de empréstimo gratuito, para, posteriormente, ser compensado do seu consumo de energia ativa.

Desta forma, o interessado em instalar painéis fotovoltaicos firma com a distribuidora Acordo Operativo, atestando a sua vontade de gerar a própria energia, responsabilizando-se pela aquisição e instalação dos equipamentos, cabendo à empresa concessionária providenciar a integração do sistema fotovoltaico à rede elétrica. Feito isto, toda a energia gerada é incorporada ao sistema de distribuição, tendo o consumidor-produtor abatido dos seus créditos o seu consumo mensal. A este processo, dá-se o nome de sistema compartilhado de energia.

Já a geração compartilhada diz respeito a reunião de pessoas residentes na mesma circunscrição de distribuição que se reúnem para gerar a própria energia e integrá-la à rede, originando créditos de energia ativa para ser distribuídos entre os produtores.

No que concerne ao autoconsumo remoto, este se caracteriza quando um indivíduo tem mais de uma titularidade de unidade produtora de energia, na mesma área de concessão, onde o excedente será compensado entre as respectivas unidades. De forma simples, significa dizer que uma mesma pessoa tem, sob sua titularidade, mais de uma unidade produtiva de energia e utiliza os créditos para compensar o consumo de ambos ou uma só, podendo, inclusive, transferir os créditos de uma unidade produtora para outra.

Explicados os conceitos, cabe pontuar duas observações. A primeira é que o sistema compartilhado, assim como a geração compartilhada, só pode ser efetuado na mesma circunscrição territorial, ou seja, na mesma unidade federativa, sendo vedado, portanto, a transmissão de energia compartilhada entre estados-membros. A segunda é que a compensação dos créditos de energia ativa só pode ser consumada quando todos os produtores cooperam para a formação da energia, ou seja, somente pode ocorrer a partilha de energia produzida autonomamente entre aqueles que aderem ao sistema fotovoltaico, de forma que se proíbe a transmissão de energia a quem seja alheio à produção da mesma.

Outro ponto da resolução que merece destaque é a disposição contida no art. 5º, § 2º, segundo o qual todos os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de minigeração distribuída deve se dar às expensas do consumidor, vejamos:

Art. 5º. Omissis.

§2º Os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de minigeração distribuída devem fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor. (grifo nosso)

Observa-se assim que, por expressa previsão normativa, o consumidor-produtor é deveras onerado, eis que as benfeitorias aplicadas no sistema de distribuição ficam a cargo deste e não da distribuidora, dificultando, ainda mais, a difusão deste meio de energia.

Por última observação, diga-se que os créditos de energia ativa só ficam disponíveis para uso do consumidor por até 60 (sessenta) meses após a sua produção, expirando-se após esse prazo sem nenhum direito de indenização ao produtor, haja vista que armazenar energia compartilhada na rede elétrica é, como assevera o art. 2º, III, um empréstimo gratuito para a distribuidora.

Com base nas informações apresentadas ao longo dessa pesquisa, percebemos que é necessário o aperfeiçoamento de fatores técnicos, econômicos, e legais para que a energia solar fotovoltaica passe a ser difundida do país. Dessa forma, é de fundamental importância a criação de incentivos governamentais que fortaleça e assegure a massificação da implantação de sistemas fotovoltaicos em residências, indústrias, shoppings e demais empreendimentos comerciais. No Brasil os programas de incentivos ainda não são suficientes para garantir que pelo menos boa parte do nosso potencial seja explorado.

4. CONCLUSÃO

Diante de tudo que outrora foi apresentado percebemos que a energia solar fotovoltaica, embora bem disseminada em países como a Alemanha, ainda encontra grandes dificuldades de massificação no Brasil. Pudemos identificar que apesar de sermos extremamente beneficiados com o longo período diário de

incidência solar, alguns fatores contribuem negativamente para essa expansão. Entre esses fatores, podemos destacar fatores técnicos, onde esse sistema ainda apresenta uma baixa eficiência.

Verificamos que mesmo as melhores células fotovoltaicas apresentam uma eficiência de apenas 25%. Essa dificuldade técnica acaba contribuindo para a elevação do custo, na implantação do sistema. Já que nesse caso, há a necessidade de um número maior de células. Do ponto de vista econômico, constatamos que o alto custo de um sistema solar fotovoltaico também tem sido um fator impeditivo para a expansão desse sistema, como fonte de energia, no Brasil.

Constatamos ainda que os investimentos em políticas governamentais que contribuam para a maximização da produção de energia elétrica por meio da fonte solar ainda são incipientes.

Além dos fatores técnicos e econômicos que de certa forma colocam a energia solar fotovoltaica em desvantagem no nosso país, outro fator que tem criado dificuldades na ampliação do número de sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil tem sido nossa legislação.

Os vínculos criados pela Resolução Normativa nº 482 da ANEEL, que determina como deve ser o sistema de compensação e compartilhamento de energia e dá outras competências, limita que a energia produzida só pode ser compartilhada em residências pertencentes a mesma pessoa física ou jurídica. Essa vinculação acaba por dificultar a disseminação desse sistema.

Torna-se necessário comentar que essa resolução não é específica para os sistemas solares, pois abrange também as energias hidráulica, eólica, e biomassa. Sendo assim, a linguagem jurídica utilizada nos documentos acaba por dificultar o acesso dessas informações, haja vista que nem todas as pessoas possuem um grau de escolaridade suficiente para compreender as informações contidas nesses documentos.

Por tudo isso, é indispensável que o governo invista não somente em ciência, tecnologia e inovação, mas também aprimore a legislação brasileira de modo que ela, ao invés de limitar, contribua para a disseminação de investimentos em sistema solares fotovoltaicos e, em consequência, ajude no desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL. Resolução Normativa, nº 482 de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em: 01 mai. 2016
- [2] BRASIL. Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015. Disponível em: <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv016_15> Acesso em 01 mai. 2016
- [3] CONDLIFFE, Jamie. Nova célula solar transforma luz em calor e pode até mesmo dobrar a eficiência. Maio 2016. Disponível em: <<http://m.gizmodo.uol.com.br/celula-solar-transforma-luz-em-calor/>> Acesso em: 03 jun. 2016
- [4] GREENPACE. Deixe o Tapajós viver. 2016. Disponível em: <http://www.tapajos.org/?utm_source=referral&utm_medium=p3&utm_campaign=tapajos_vivo&utm_content=botao&_hstc=218051913.37ce467d6848281098e3c50489283db7.1460996961645.1460996961645.1460996961645.1&_hssc=218051913.1.1460996961645&_hsfp=1824048203> Acesso em: 18 abr. 2016
- [5] MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A. e PEREIRA, E.B. O aproveitamento da energia eólica. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 30, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301304.pdf>> Acesso em 27 abr. 2016
- [6] MME. Resenha Energética Brasileira. 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Ener%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>> Acesso em: 24 abr. 2016
- [7] PLANALTO. Decreto nº 5.163/2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM> Acesso em: 13 mar. 2016
- [8] PLANALTO. Lei nº 110.848/2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm> Acesso em: 13 mar. 2016
- [9] SENADO. Saque do FGTS para gerar energia em casa é aprovado pela Comissão de Infraestrutura. 2016. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2016/02/24/saque-do-fgts-para-gerar-energia-em-casa-e-aprovado-pela-comissao-de-infraestrutura>> Acesso em 01 mai. 2016
- [10] SILVA, R. M. ENERGIA SOLAR NO BRASIL: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas da Consultoria Legislativa/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos> Acesso em: 08 abr. 2016

- [11] SOLARIR, Brasil. Potencial solar e eólico. Disponível em: <<http://www.brasilsolair.com.br/potencial-solar-e-eolico>> Acesso em 08 abr. 2016
- [12] UCZAI, P. ENERGIAS RENOVÁVEIS: RIQUEZA RENOVÁVEL AO ALCANCE DA SOCIEDADE. In: Série cadernos de altos estudos; nº 10. 273 p. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/a-camara/altosestudios/pdf/energias-renovaveis-riqueza-sustentavel-ao-alcance-da-sociedade>> Acesso em: 05 abr. 2016
- [13] VILLALVA, M. G. Energia Solar Fotovoltaica Conceitos e Aplicações: Sistemas Isolados e Conectados à rede. 2. ed. rev. e atual. Érica, São Paulo, 2015.
- [14] ZILLES, R. et al. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Oficina de Textos, São Paulo, 2012.

Capítulo 13

Elaboração de um plano de prevenção e combate a incêndio em uma empresa e definição da bomba hidráulica para os hidrantes - Estudo de caso Artigo

Pedro Andreson de Almeida

Frederico Romel Maia Tavares

Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça

João Batista Mendes Barbosa

Maria Juliana Ferreira Leite

Resumo: O Plano de Prevenção Contra Incêndio (PPCI) é um plano obrigatório, demandado e exigido por órgão público, necessário para todas as edificações existentes. Tem como finalidade proteger a vida dos ocupantes e as edificações. Também deve-se levar em consideração a importância das bombas hidráulicas para abastecimento dos hidrantes para o combate de incêndio. O presente estudo tem como objetivo principal apresentar um projeto de combate a incêndio mostrando o dimensionamento completo da instalação, utilizar procedimentos de acordo com as normas existentes e vigentes no estado do Ceará e por fim realizar teste de pressão hidrostática na instalação. Foram realizados todos os dimensionamentos de sinalização de emergência, iluminações de emergência, aparelhos extintores e hidrantes. Nos testes da pressão hidrostática, concluiu-se que a bomba utilizada supera a necessidade de utilização do projeto contra incêndio, já que a bomba quando solicitada trabalha com folga garantindo sua eficiência e eficácia, fazendo com que salve vidas e a edificação.

Palavras chaves: PPCI, Hidrantes, Pressão Hidrostática.

1. INTRODUÇÃO

A Prevenção e Combate a Incêndios surgiu já na pré-história, quando o homem começou a utilizar o fogo para as mais variadas atividades: aquecimento, preparo de alimentos, têmpera de metais, etc. Durante sua evolução, constatou-se que os seres humanos sempre tentaram dominar as forças da natureza. Porém, a exemplo de tantas outras, o fogo, que tantos préstimos faz ao homem, quando fora de controle possui uma capacidade imensa de destruição, através dos denominados incêndios. Seus efeitos são destruidores, na forma de perdas patrimoniais e também humanas (GOMES, 2014).

A proteção contra incêndio deve ser encarada como uma obrigação e necessidade de proteger acima de tudo as vidas humanas, e secundariamente o patrimônio envolvido; independente do seu custo financeiro. A construção de qualquer tipo de edificação mais segura deve ser um dever indeclinável e ético do projetista, executor da obra e do empreendedor, independente das exigências legais (FAGUNDES, 2013).

O Plano de Prevenção Contra Incêndio (PPCI) é um plano obrigatório, demandado e exigido por órgão público, e necessário para todas as edificações existentes, em construção ou em reforma. É utilizado para as diversas categorias de imóveis, desde as residenciais até as industriais. O PPCI tem como objetivo proteger a vida dos ocupantes e as edificações através de ações que evitem a propagação do fogo e reduzam os danos materiais causados em uma situação de incêndio. Além disso, é responsável pela adequação correta dos sistemas de combate ao fogo, como os equipamentos, sinalizações e demais equipamentos para prevenção e proteção contra incêndio (PALMA, 2016).

Atualmente, com o objetivo de preservar e proteger as pessoas e o patrimônio público ou privado, em cada estado brasileiro existe uma legislação específica, composta por Normas Técnicas, Leis, Portarias e Resoluções do Corpo de Bombeiros, a qual norteia e orienta a elaboração dos projetos de prevenção e proteção contra incêndio.

No entanto, vale salientar que a consciência da importância da prevenção de incêndios não deve ser apenas dos profissionais ligados à área, como arquitetos, engenheiros, bombeiros e profissionais da saúde, mas ser inerente a todos, sendo vitais campanhas com ênfase em conhecimentos básicos (os riscos do fogo, os perigos de brincadeiras com fogos de artifícios e balões, riscos elétricos, riscos dos produtos químicos domésticos, entre outros) e treinamento básico (uso correto de extintores, mangotinhos, formas de propagação do fogo, procedimento de emergência, rotas de fuga, etc.). “O incêndio existe onde a prevenção falha” (FERIGOLO, 1977, p. 7).

A elaboração do plano de prevenção contra incêndio se faz de extrema importância para qualquer tipo de edificação, seja ela comercial, residencial ou industrial. Visto que a edificação estudada a qual será descrita neste trabalho ainda não possui o seu PPCI, faz-se necessário a elaboração do mesmo, observando e respeitando as Normas, Leis e Decretos, visando a adequação desta edificação e a proteção e segurança de quem frequenta o local. Também levando em consideração a seriedade dos testes de pressão hidrostática nas bombas que abastecem os hidrantes, para que os mesmos supram as necessidades da edificação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PRINCIPAIS CAUSAS E FATORES QUE INFLUENCIAM O INCÊNDIO

Segundo Ferigolo (1977) é vital, tanto no estudo de prevenção quanto de extinção do fogo, conhecer como o calor pode ser transmitido. Essa transmissão de energia se processa através do ar atmosférico ou da própria estrutura do corpo combustível e dos líquidos e gases nas suas proximidades. Uma das principais causas que justificam esse trabalho é o crescimento das cidades e necessidade de intervenção rápida e precisa no combate ao incêndio. (PORTUGAL ET AL., 2014, p. 42). O calor se propaga sempre dos pontos mais quentes para os mais frios de três maneiras diferentes e ressaltando que, em algumas situações, podemos ter mais de uma forma de propagação envolvida na transmissão do fogo. Um incêndio pode ocorrer em qualquer lugar desde que haja uma situação favorável para o descontrole do fogo. O “tetraedro” do fogo é constituído pelos quatro elementos necessários para a reação química de combustão, são eles:

Combustível; Comburente; Fonte de calor; e Reação em cadeia (MONTINI; GOMAZAKO, 2014, p.4). As causas de um incêndio podem ser classificadas em três grupos (FERIGOLO, 1977, p. 20):

- Causas naturais: não dependem da vontade do homem. Exemplos: raios, vulcões, terremotos, calor solar, combustão espontânea, etc.

- Causas acidentais: muito variáveis. Exemplos: chamas expostas, eletricidade, balões, etc.
- Causas criminosas: fraudes para receber seguros, queima de arquivo, crimes passionais, piromania, etc.

Seito et al. (2008, p. 43), autor do livro *Segurança Contra Incêndio no Brasil (2008)* comenta que não existem dois incêndios iguais, pois são vários os fatores que concorrem para seu início e desenvolvimento, podendo-se citar:

- a) Forma geométrica e dimensões da sala ou local;
- b) Superfície específica dos materiais combustíveis envolvidos;
- c) Distribuição dos materiais combustíveis no local;
- d) Quantidade de material combustível incorporado ou temporário;
- e) Características de queima dos materiais envolvidos;
- f) Local do início do incêndio no ambiente;
- g) Condições climáticas (temperatura e umidade relativa);
- h) Aberturas de ventilação do ambiente;
- i) Aberturas entre ambientes para a propagação do incêndio.

2.2. CLASSES DE INCÊNDIOS

Para se combater um incêndio usando os métodos adequados (extinção rápida e segura), há a necessidade de entendermos quais são as características que definem os combustíveis. Essa classificação foi elaborada pela NFPA - Associação Nacional de Proteção a Incêndios/EUA, e adotada pelas seguintes instituições: IFSTA - Associação Internacional para o Treinamento de Bombeiros/EUA;

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas/BR; e Corpos de Bombeiros/BR.

Classe A - Sólidos Combustíveis, o método de extinção utilizado é o resfriamento. Exemplos: madeira, papel, borracha, cereais, tecidos;

Classe B - Líquidos e Gases Combustíveis, o método de extinção é por abafamento. Exemplos: GLP, óleos, gasolina, éter, butano etc;

Classe C - Materiais Energizados, métodos de extinção que incluem agentes extintores que não conduzam eletricidade. Exemplos: transformadores, motores, interruptores etc;

Classe D - Metais Pirofóricos, método de extinção através de abafamento, não devendo nunca utilizar água; Exemplos: rodas de magnésio, potássio, alumínio em pó, titânio, sódio etc;

Classe K - Óleos e Gorduras, método de extinção é o abafamento e jamais utilizar a água, pois essa classe reage perigosamente com água. Exemplos: incêndios em cozinhas quando a banha, a gordura e os óleos são aquecidos;

Classe E - Materiais químicos e radioativos. Como essa nova classe ainda não é reconhecida internacionalmente, não nos aprofundaremos nela.

2.3. EQUIPAMENTOS PARA PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

2.3.1. SINALIZAÇÃO E ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Araújo e Guberovich (2008) afirmam que todo o sistema de iluminação e sinalização de emergência viabiliza a saída das pessoas, e seu planejamento é peça fundamental para garantir um fluxo ordenado de pessoas, devendo ser planejado em conjunto com o projeto da edificação.

A NBR 10898 define iluminação de emergência como iluminação que deve clarear áreas escuras de passagens, horizontais e verticais, incluindo áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais e normais, na falta de iluminação normal, já a NBR 13434-1 comenta sobre a sinalização de emergência e que seu objetivo é reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes, e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio.

2.3.2. SISTEMAS MANUAIS E AUTOMÁTICO PARA COMBATER INCÊNDIOS

De acordo com a NBR 12693 – Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio, esses equipamentos são de acionamento manual, constituído de recipiente e acessórios contendo o agente extintor, que pode ser a base de água, pós-químicos ou gases, destinado a combater princípios de incêndio, podendo ser encontrado na forma portátil ou sobre rodas. A seguir, o quadro 1 apresenta os tipos de aparelhos extintores mais comuns e sua relação com as classes de incêndio. Legenda: A – Adequado; P – Proibido; NR – Não recomendado.

Quadro 1 – Aparelhos extintores mais comuns e sua relação com as classes de incêndio

Tipos mais comuns de extintores	Classes de incêndio			
	A	B	C	D
Água	A	P	P	O agente extintor deverá ser compatível com o metal
Espuma	A	A	P	
CO ₂	NR	A	A	
Pó BC	NR	A	A	
PóABC	A	A	A	

Fonte: CBM/GO (2016).

Os hidrantes e mangotinhos são considerados sistemas sob comando, porque dependem da ação humana para funcionar. Estes sistemas são formados por uma rede de canalização, fixa em geral externa as paredes da edificação com o objetivo de conduzir a água do reservatório até o ponto onde o fogo deve ser combatido (BRENTANO, 2004).

Chuveiros automáticos (Sprinklers) são constituídos por uma rede de dispositivos uniformemente distribuídos nos ambientes que devem ser protegidos e que fazem a aspersão da água sobre o foco de incêndio, com determinada densidade e área de cobertura em função da pressão, do tipo de dispositivo e do orifício de passagem da água (BRENTANO, 2004, p. 45). Os autores Oliveira, Guimarães, Gonçalves (2008, p. 239) relatam que a eficácia do sistema de sprinklers, é reconhecida devido a rápida ação para controlar e extinguir um foco de incêndio em seu estágio inicial.

2.4. INSTALAÇÕES DE BOMBA NO SISTEMA COM HIDRANTES

A instalação dos hidrantes é dividida em quadro subsistemas: reserva da água, pressurização, comando e distribuição. O sistema de reserva de acordo com Brentano (2007) é composto por reservatório, que pode ser do tipo elevado, no nível do solo, semi-enterrado ou enterrado. Tem como principal função reservar um volume de água destinado exclusivamente ao combate de incêndio durante um determinado tempo.

Após esse tempo considera-se que o Corpo de Bombeiros tenha chegado ao local e atue no combate. O autor Macintyre (1997) também comenta sobre a NBR 13714 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, onde destaca que quando o reservatório atender a outros abastecimentos deve ser construído de maneira que possibilite sua limpeza sem interrupção total do suprimento de água do sistema, ou seja, mantendo pelo menos 50% da reserva de incêndio (reservatório com duas células interligadas), e as tomadas de água destes devem ser instaladas de modo que garanta o volume que reserve a capacidade efetiva para o combate.

O sistema de pressurização, conforme a NBR-13714 tem a função de manter o sistema pressurizado e compensar pequenas perdas de pressão, em uma faixa pré-estabelecida. No sistema de comando o acionamento pode ser manual, por meio de botoeira de comando do tipo liga e desliga ou automático, por meio de chave de fluxo ou de pressostato.

A chave de fluxo aciona o sistema automaticamente pelo deslocamento de água na tubulação, quando da abertura de um hidrante, e o pressostato aciona o sistema devido a uma variação de pressão hidráulica na rede, desta forma acionando a bomba de incêndio.

O sistema de distribuição é composto pela tubulação, os hidrantes e mangotinhos. Conforme Creder (2006) a tubulação consiste em um conjunto de tubos, conexões e de outros componentes hidráulicos como: válvulas de fechamento e de manobra destinados a guiar a água, do reservatório até aos hidrantes ou mangotinhos.

2.5. DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS SOB COMANDO - HIDRANTES

Os sistemas de hidrantes e mangotinhos são os sistemas hidráulicos mais usuais nas edificações com área superior a 750m², e são divididos em três tipos pela NBR 13714. A figura 9 abaixo apresenta a classificação dos tipos de sistemas de hidrantes e mangotinhos.

Tabela 1 – Classificação dos tipos de sistemas de hidrantes e mangotinhos

Sistema	Tipo	Mangueira		Esguicho		Número de Saídas	Vazão l/min
		Diâmetro mm	Comprimento máximo m	Tipo de Jato	Diâmetro mm		
Magotinho	1	25 ou 32	30	Regulável	–	1	80 ou 100
Hidrantes	2	40	30	Regulável ou Compacto	_16	2	300
Hidrantes	3	65	30	Regulável ou Compacto	25	2	900

Fonte: ABNT (2000).

A NBR 13714 determina que em qualquer edificação, o dimensionamento deve consistir na determinação do caminhamento das tubulações, dos diâmetros, dos acessórios e dos suportes, nos quais são extremamente necessários e suficientes para garantir o funcionamento dos sistemas. A distribuição dos hidrantes e mangotinhos deve ser feita de tal forma que qualquer parte da edificação a ser protegida possa ser alcançada por um sistema tipo 1 ou dois sistemas tipo 2 ou 3, considerando o comprimento das mangueiras e desconsiderando o alcance dos jatos de água (SIMON E BACK, 2015).

Macintyre (1997) apresenta detalhadamente como o cálculo hidráulico das tubulações deve ser executado, vejamos a seguir:

1º Passo: Utilizar a “Fórmula Universal” da perda de carga

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g} \quad ((1))$$

2º Passo: Utilizar Hazen-Williams

$$J = 605 * Q^{1,85} * C^{-1,85} * d^{-4,87} * 10^5 \quad (2)$$

A velocidade da água no tubo de sucção das bombas de incêndio não deve ser superior a 4 m/s, e na tubulação a 5m/s a qual deve ser calculada pela equação:

3° Passo: Calcular a velocidade da água

$$V = \frac{Q}{A} \tag{3}$$

Tabela 2 - Fator "C" de Hazen Williams

Material de Canalização	Coeficiente de Atrito Fator "C"		
	Novas	Canalização	
		+/- 10 anos	+/- 20 anos
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100	-	-
Ferro fundido ou dúctil com revestimento de cimento	140	120	105
Ferro fundido ou dúctil com revestimento de asfalto	140	-	-
Ferro fundido com revestimento epóxi	140	130	120
Aço preto (para sistema de canalização seca)	100	-	-
Aço preto (para sistema de canalização molhada)	120	-	-
Aço Galvanizado	120	100	-
Cobre	150	135	130
PVC, poliuretano, fibra de vidro com epóxi	150	135	130
Mangueira de Incêndio	140	-	-

Fonte: Brentano (2004)

4° Passo: Calcular o valor mínimo da quantidade de água para o reservatório.

$$V = Q * t \tag{4}$$

Para a determinação do tipo de sistema a ser adotado deve-se classificar a edificação conforme o grupo e ocupação definidos na NBR 13714, mostrada na tabela 3 abaixo. E somente as edificações com área construída superior a 750m² e/ou altura superior a 12m devem ser protegidas por sistema de hidrante ou mangotinhos.

Tabela 3- Classificação das edificações e suas respectivas vazões

Classes	Edificações	Descarga (l/min)
A	Escolas, residências e escritório	250
B	Oficinas, fábricas, armazéns e depósitos	500
C	Depósito combustíveis inflamáveis, refinarias, etc	900

Fonte: Macintyre(1997)

5° Passo: Calcular a potência da bomba

$$N = \frac{\gamma * Q * hmt}{75 * \eta} \tag{5}$$

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa está classificada como aplicada, descritiva, qualitativa e estudo de caso. Segundo Ganga (2012), Aplicada porque procura gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigida a solução de problemas específicos. Descritiva por realizar um levantamento e descrever características de determinada população ou fenômeno (HASEGAWA, 2017). Qualitativa por que se fundamenta principalmente em análises qualitativas, mesmo sendo usado alguns dados quantitativos (GANGA, 2012).

Estudo de caso por permitir segundo Cauchick Miguel *et al.*, (2011), a possibilidade do desenvolvimento de novas teorias e aumento do entendimento sobre eventos reais. A elaboração do projeto de segurança contra incêndios em foi realizada conforme método proposto em Brentano (2007) e definição da bomba hidráulica de acordo com Macyntire (1997), bem como o uso das atuais normas sobre incêndio vigentes no Ceará.

Inicialmente foi realizado uma pesquisa em bases de dados para fundamentar por meio da revisão teórica na qual foram referenciadas normas para elaboração do projeto. Foram realizadas visitas a empresa estudada para a coleta de dados iniciais, bem como do acompanhamento da execução do projeto e testes no funcionamento da instalação e da bomba hidráulica definida para a instalação.

Os testes de pressão hidrostática foram realizados no local após o término do projeto de instalação. A verificação foi dada pela pressão antes e após a bomba ser ligada e o manômetro da bomba que mostrar se a pressão atingida atendia ou não as necessidades da bomba projetada.

4. ESTUDO DE CASO

A edificação analisada é uma escola, enquadra-se na classificação de edificação como escolas em geral (E-1), possui apenas 2 pavimentos e cada um de primeiro andar. A área do terreno é de 18.499,00 m² e 5.500,76 m² de área construída e apenas 1 andar. Possui baixo risco (300 MJ/m²) e uma altura de 10,2 m, sendo considerada uma edificação medianamente baixa (Tipo III). Possui um bloco administrativo, onde encontra-se a parte administrativa, recepção e salas de aulas. E no bloco de lazer, uma academia, piscinas, quadras abertas e um campo de futebol com sala de apoio.

A NBR 10898 (Sistema de iluminação de emergência) específica às características mínimas para as funções a que se destina o sistema de iluminação de emergência a ser instalado em edificações ou em outras áreas fechadas, na falta de iluminação natural ou falha da iluminação normal instalada.

No projeto estudado foi utilizado um Bloco Autônomo de Iluminação de Emergência Standard ou IP67, acendimento automático na falta de energia, com bateria individual de níquel-cádmio da Legrand ou similar com área de cobertura de 33,00m² em atendimento a NBR 10898. Instaladas de forma a possibilitar a evacuação segura do local em caso de emergência. A figura 10 mostra o modelo do bloco autônomo.

Para acionador manual foi instalado Acionador Manual Endereçável Rearmável Analógico para sistema endereçável analógico que permite a utilização de caixas embutidas padrão, incorpora tampa de proteção para evitar ativação acidental e chave para rearme. Possui LED que permite a visualização do estado do dispositivo. Conecta-se diretamente ao laço de detecção analógico com dois fios. O modelo foi o MI-MCP-FLEX-I, que possui isolador de curto circuito incorporado, devendo ser adotado à cada 20 dispositivos de campo no laço.

Para o avisador de incêndio foi instalado Avisador Áudiovisual Endereçável Analógico de baixo consumo na cor vermelha para sistema endereçável analógico. Conecta-se diretamente ao laço de detecção, com disponibilidade de até três níveis de volume e 32 tons. As instalações sobrepostas foram instaladas com Caixa de Montagem de Perfil Profundo para Avisador - Ref SDBR, fabricante Morley.

As instalações sobrepostas externas foram instaladas com Caixa de Montagem de Perfil Profundo para Avisador IP65 - Ref WDBR. Para a central de alarme da escola analisada, foi utilizada uma Central Endereçável Analógica de Detecção de Incêndios de 4 laços de detecção, com 198 endereços (99 sensores + 99 módulos), sendo 99 sensores e 99 módulos por linha de detecção, 2 circuitos para avisadores sonoros e visuais supervisionados, 2 relés de indicações gerais (alarme e falha), um relé programável, saída de alimentação auxiliar fixa e rearmável 24 V/CC - 250mA, 2 botões de comando e 2 LEDs de indicação para funções programáveis, display gráfico em LCD 240 x 64 pixels, entrada para cabo de programação USB e saída RS485 para interligação de painéis repetidores.

Para a instalação de aparelhos extintores na escola analisada, já que a mesma possui risco baixo de acordo com sua classificação, os aparelhos foram instalados na altura de 1,60m e a tabela a seguir, apresenta a distribuição dos extintores em cada ambiente necessário, o tipo de extintor e sua capacidade de extinção.

Tabela 4 - Distribuição dos aparelhos extintores por tipo e capacidade extintora

Nome/ Descrição	Tipo e capacidade extintora		
	Co (5:BC) - 6kg	H2O (2-A) - 6kg	Pó ABC (2A:20B:C) - 6kg
Bloco administrativo térreo	-	-	3
Bloco administrativo superior	-	-	3
Recepção	1	-	-
Academia	1	-	1
Bloco oficina	2	-	1
Coordenação	3	-	-
Refeitório	-	-	2
Casa de gás (refeitório)	-	-	2
Guarita	1	1	-
Bloco educacional térreo	9	1	4
Bloco educacional superior	3	-	5
Casa de gás (bloco educacional)	-	-	2

Fonte: Os autores

O sistema de proteção por hidrante no local foi dimensionado de acordo com a NBR 13714 em relação a quantidades e dimensões, sendo assim o sistema possui 13 caixas de incêndios de ferro galvanizado como determina a NBR 5580 com o diâmetro da tubulação de 2.1/2" e a localização do hidrante de recalque é junto ao meio-fio da calçada da entrada principal da avenida. O hidrante de recalque deve ser identificado pelos lados interno e externo na cor vermelha e as letras "HID" no seu interior na cor branca. HR na entrada principal da edificação.

Em relação a canalização preventiva o reservatório apoiado possui 12,3 m³ e cada reservatório elevado possui 15,14m³, com uma vazão por cada jato d'água de 150l/min e a pressão mínima da canalização é 10 mca (ou 0,98 bar) e a pressão máxima de 100 mca (ou 9,8 bar). O cálculo da potência da bomba foi determinado a partir de trechos de recalque (20 trechos) e sucção (4 trechos) e assim realizado detalhadamente o cálculo hidráulico das tubulações utilizando primeiramente a fórmula universal da perda de carga nos trechos de recalque e sucção e aplicando na equação de Hazen - Williams para posteriormente ser calculado a potência necessária da bomba (cálculo apresentado no item 2.6) para que a mesma consiga atingir a necessidade de abastecimento dos hidrantes quando necessário.

Primeiro foram calculados principalmente as vazões, diâmetros e velocidades nos trechos para obterem-se as pressões que os trechos conseguiriam atingir. Nas tabelas 5 e 6, a seguir apresentam-se todas as informações necessárias como vazões, diâmetros até altura e desníveis dos trechos de recalque e sucção para o cálculo da potência da bomba.

Tabela 5 – Medidas dos trechos de recalque

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc (m/s)	Comprimento			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a)	
				Tubo	Eqv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	5.15	60.00	1.82	1.50	0.00	1.50	0.0721	0.11	0.40	0.00	33.48	33.37
2-3	5.15	60.00	1.82	0.50	5.20	5.70	0.0721	0.41	0.40	0.00	33.37	32.96
3-4	5.15	60.00	1.82	0.65	0.90	1.55	0.0721	0.11	0.40	0.65	33.61	33.50
4-5	5.15	60.00	1.82	0.50	0.90	1.40	0.0721	0.10	-0.25	0.00	33.50	33.39
5-6	5.15	60.00	1.82	14.40	3.40	17.80	0.0721	1.28	-0.25	0.00	33.39	32.11
6-7	5.15	60.00	1.82	4.00	0.90	4.90	0.0721	0.35	-0.25	0.00	32.11	31.76
7-8	5.15	60.00	1.82	32.00	3.40	35.40	0.0721	2.55	-0.25	0.00	31.76	29.21
8-9	2.50	60.00	0.88	1.00	3.40	4.40	0.0189	0.08	-0.25	0.00	29.21	29.12
9-10	2.50	60.00	0.88	1.45	0.90	2.35	0.0189	0.04	-0.25	-1.45	27.67	27.63
10-11	2.50	60.00	0.88	1.80	0.40	2.20	0.0189	0.04	1.20	-1.80	25.83	25.79
11-12	2.50	60.00	0.88	8.60	0.90	9.50	0.0189	0.18	3.00	0.00	25.79	25.61
12-13	2.50	60.00	0.88	1.30	3.36	4.66	0.0189	0.09	3.00	-1.30	24.31	24.22
13-14	2.50	60.00	0.88	1.80	0.40	2.20	0.0189	0.04	4.30	-1.80	22.42	22.38
14-15	2.50	60.00	0.88	7.95	0.90	8.85	0.0189	0.17	6.10	0.00	22.38	22.21
15-16	2.50	60.00	0.88	2.15	0.90	3.05	0.0189	0.06	6.10	0.00	22.21	22.15
16-17	2.50	60.00	0.88	17.25	0.90	18.15	0.0189	0.34	6.10	0.00	22.15	21.81
17-18	2.50	60.00	0.88	1.80	0.90	2.70	0.0189	0.05	6.10	1.80	23.61	23.56
18-19	2.50	60.00	0.88	0.20	0.90	1.10	0.0189	0.02	4.30	0.00	23.56	23.54
19-20	2.50	60.00	0.88	0.00	20.00	20.00	0.0189	4.71	4.30	0.00	23.54	18.83

Fonte: Os autores

Tabela 6 – Medidas dos trechos de sucção

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc (m/s)	Comprimento			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a)	
				Tubo	Eqv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	5.15	60.00	1.82	12.20	1.90	14.10	0.0721	1.02	14.00	12.20	33.22	32.21
2-3	5.15	60.00	1.82	1.40	0.40	1.80	0.0721	0.13	1.80	1.40	33.61	33.48
3-4	5.15	60.00	1.82	0.00	0.00	0.00	0.0721	0.00	0.40	0.00	33.48	33.48

Fonte: Os autores

Após a coleta de todos os dados necessários para o cálculo da potência da bomba, com a obtenção dos valores foram criadas as curvas de rendimento e altura manométrica que podem ser criadas em gráficos separados ou em um único gráfico, dependendo do fabricante que será escolhido. Essas três variáveis caracterizam as condições de funcionamento de uma bomba. A tabela 7 apresenta os dados das três variáveis nos trechos de sucção e recalque.

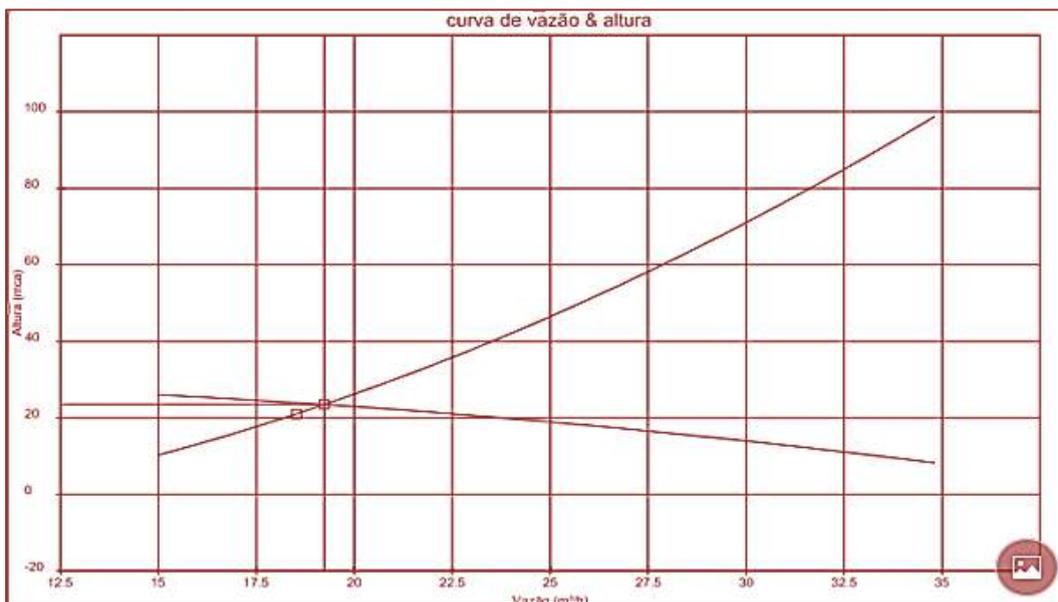
Tabela 7 - Altura Manométrica, vazão do projeto e pressão necessária

Altura Manométrica (m.c.a)							Vazão de projeto (l/s)	Npsh disponível (m.c.a)
Altura	Perda	Recalque Mangueira	Esguicho	Sucção Altura	Perda	Total		
3.90	6.42	4.33	0.00	12.50	1.15	21.02	5.15	22.55

Fonte: Os autores

Do projeto em questão os dados encontrados foram atribuídos as curvas de moto-bombas de fabricantes conhecidos para a escolha da ideal para atender a necessidade projetadas, a figura 1 apresenta os dados de projeto sobreposto a curva da moto-bomba que atende as necessidades do projeto.

Figura 1 - Curva característica da bomba hidráulica



Fonte: Os autores

Assim, finalizado o cálculo da bomba projetada, ela possuirá as características apresentadas na tabela 8.

Tabela 8 - Características da bomba hidráulica projetado

Tipo	Altura Manométrica	Vazão	Potência	Diâmetro de Sucção	Diâmetro de Descarga	Rotação Nominal	Rotação Tensional
Bomba Centrífuga Trifásica	22,55 mca ou 2,16 bar	18.396m/h	3 CV	2.1/2"	2.1/2"	3.500 rpm	380V/ 60HZ

Fonte: Os autores.

Após a conclusão da instalação do projeto de combate a incêndio, foram realizados os testes de pressão hidrostática da bomba hidráulica, para ter a garantia de que a bomba supriria totalmente a necessidade dos hidrantes da instalação. Foram utilizados manômetros de alta precisão localizado no ponto final da mangueira do hidrante mais desfavorável em relação a perca de carga.

A imagem a seguir, apresenta as pressões hidrostáticas encontradas. A foto a esquerda mostra a medição de pressão antes do pleno funcionamento da bomba, porém a pressão de aproximadamente de 1,0 bar encontrada se dá devido ao desnível geométrico do reservatório de água para o hidrante onde foram aferidas as medições de pressão, ou seja, a instalação da bomba e a caixa de incêndio instalada estão instaladas no pavimento superior a uma altura de 3,5m em relação ao pavimento térreo e o reservatório de água possui altura em relação ao térreo de 13,5m, sendo assim, possui um desnível de 10m que provoca a pressão de 1 bar em relação aos seus níveis. A imagem a direita apresenta a pressão encontrada de 4 bar após o funcionamento completo da bomba, ou seja, quando ela atingiu seu pleno funcionamento e

podemos concluir assim que o valor encontrado da pressão hidrostática da bomba supri totalmente e com folga a necessidade da instalação projetada.

Figura 2 - Pressões hidrostáticas da bomba hidráulica



Fonte: Os autores

Pode-se concluir, que a bomba em pleno funcionamento aumentou a pressão um pouco acima da sua capacidade manométrica que era de 24 mca, com vazão de 18,6 m³/h. Atribui-se essa diferença por a curva da bomba ser ascendente e quanto menor a vazão menor a pressão. E por não existir vazão, já que é apenas teste e em funcionamento de projeto existiria vazão e a pressão cairia proporcionalmente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PPCI) é um processo obrigatório e de extrema relevância para a sociedade conforme foi visto e analisado anteriormente nas pesquisas bibliográficas. Algumas das finalidades são preservar vidas humanas e proteger os patrimônios públicos e privados.

Como se pode constatar, a prevenção e combate a incêndio nas edificações não só abrange a atuação dos profissionais de Engenharia e Arquitetura no dimensionamento dos sistemas, mas também precisa contar com o comprometimento e constante aperfeiçoamento dos órgãos públicos de fiscalização e normatização e, principalmente com o interesse e participação da sociedade em geral, a fim de garantir a preservação de vidas. O Brasil apresenta uma variedade muito grande de normas, leis, decretos, instruções técnicas, portarias, entre outros, no que diz respeito à área de incêndio, tanto em nível federal quanto estadual e municipal. Algumas são mais detalhadas, mais atuais, outras mais antigas e um tanto incompletas. Não há uma legislação unificada e isto acaba por dificultar e deixar muitas brechas para interpretações, o que termina levando a erros e conseqüentemente, maiores riscos.

Em relação as bombas de combate a incêndio, vale a pena ressaltar sua extrema importância em um PPCI, sendo esta projetada para manter a sua capacidade de acionamento imediato mesmo após longos períodos de inatividade. Característica própria de todos os equipamentos utilizados para a prevenção e o combate a incêndios, é fundamental que as motobombas possuam a capacidade de serem ativadas e utilizadas apenas nos momentos excepcionais, quando necessárias.

Com isso, deixa-se claro que a bomba utilizada supera a necessidade de utilização do projeto contra incêndio, já que a bomba quando for solicitada trabalhará com folga garantindo sua eficiência e eficácia, fazendo com que salve vidas e a edificação.

Por tanto, conclui-se que os objetivos do trabalho foram atingidos os quais eram apresentar um projeto de combate a incêndio utilizando todas as normas técnicas vigentes no Estado do Ceará, definindo a potência da bomba hidráulica para atender a necessidade do projeto e por fim testar se a pressão da bomba era adequada para atender a demanda das instalações.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, C. H.; GUBEROVICH, A. T. Iluminação de emergência. In: SEITO, A. I.; GILL, A. A.; PANNONI, F. D.; ONO, R.; SILVA, S. B.; CARLO, R. D.; SILVA, V. P (Org). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 215-221.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13714 – Sistemas de hidrantes e demangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.
- [3] BRENTANO, Telmo. Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações. Ed 4. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.
- [4] BRENTANO, Telmo. Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios nas Edificações - 3 ed. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.
- [5] CAUCHICK MIGUEL, P. A. et al. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 280 p.
- [6] CORPO de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Fundamentos de Combate a Incendios. CBM/GO. Goiás, 2016.
- [7] CREDER, Hélio. 2006. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Editora Livros Técnicos e Científicos S A (LTC) 6 Editora Livros Técnicos e Científicos S. A. (LTC), 6ª Edição Edição,423p.
- [8] FAGUNDES, Fabio. Plano de prevenção e combate a incêndios: Estudo de caso e edificação residencial multipavimentada. 2013. 71 f. Monografia (Departamento de Ciências Exatas e Engenharias) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, URNRS, Santa Rosa, 2013.
- [9] FERIGOLO, Francisco Celestino. Prevenção de incêndio. Porto Alegre: Sulina, 1977.
- [10] GOMES, Taís. Projeto de prevenção e combate à incêndio. Monografia (Departamento de Estruturas e Construção Civil) Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2014.
- [11] HASEGAWA, Haroldo Lhou; Metodologia do Trabalho Científico. In: VENANZI, Délvio; SILVA, Orlando Roque; Introdução à Engenharia de Produção: conceitos e casos práticos. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 469 p. Cap 13: Pg. 432 a 456.
- [12] MACINTYRE, Archibald Joseph. Bombas e Instalações de Bombeamento – 2 ed. - Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. 1997.
- [13] MONTINI, G. M. B. B; GOMAZAKO, M. S; Risco de incêndio, causas, prevenções e cuidados, 5º Congresso Científico da Semana Tecnológica, IFSP 20-24 de outubro de 2014, Bragança Paulista, SP, Brasil
- [14] NBR 10898: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.
- [15] NBR 10898: Sistemas de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.
- [16] NBR 12693: Sistemas de proteção por extintor de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.
- [17] NBR 13434 – 1: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Rio de Janeiro, 2014.
- [18] NBR 13434: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico - parte 2: símbolos e suas formas, dimensões e cores. Rio de Janeiro, 2004.
- [19] NBR 13714: Sistemas de hidrantes e enroladores para extinção de incêndios. Rio de Janeiro, 2000.
- [20] NBR 14276: Brigada de incêndio - requisitos. Rio de Janeiro, 2006.
- [21] NBR 17240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio – projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 2010.
- [22] NBR 5419: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005.
- [23] OLIVEIRA, Lúcia Helena de; GUIMARÃES, Áderson Pereira; GONÇALVES, Orestes M. Sistemas de combate a incêndio com água. In: SEITO, Alexandre Itiu et al. (Coord.). A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- [24] PALMA, José Carlos Fleck. A importância do PPCI para a sociedade: Avaliação baseada na percepção dos profissionais, usuários das edificações e idealizador da lei Kiss. 2016. 81 f. Monografia (Departamento de Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do SUL, UFRGS, Porto Alegre, 2016.
- [25] PORTUGAL, A.C.X; COSTA, F.P.; FREIRE,J.R.S; BOTH, A.R. Análise da eficiência da rede de hidrantes urbanos de incêndio existente em Campo Grande-MS,
- [26] Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN, v1, n.1, 2012.
- [27] SEITO, Alexandre Itiu et al. A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- [28] SIMON, A. G; BACK; Cálculo de vazão para dimensionamento da reserva técnica de incêndio considerando perdas de carga, Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC - como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil, Criciúma –SC, 2015.

Capítulo 14

Estudo de diferentes tipos de estruturas de embalagens poliméricas para aplicação em sachê de ketchup

Márcio Roberto Citrangulo

Resumo: O sachê é uma embalagem flexível que tem por finalidade envasar e proteger o produto pronto para o consumo. Este trabalho aborda as estruturas delaminadas dessas embalagens e suas respectivas funções, quais equipamentos utilizados durante o processo de fabricação e as análises necessárias para qualificar esse produto. As três amostras obtidas foram caracterizadas por análises de espessura, microscopia e calorimetria diferencial (DSC). As variações observadas nos filmes não limitaram a aplicação final dos mesmos, que cada cliente possui uma necessidade particular para seu produto, região de fornecimento, processo produtivo e produto envazado e sendo produzidas conforme especificado pelo cliente, mantendo as características e propriedades dos sachês.

Palavras-chave: Sachês; Estruturas; Ketchup; Polietileno; Embalagem.

1. INTRODUÇÃO

O uso de materiais plásticos nas embalagens de alimentos cresce constantemente. Apesar de no início existir uma oposição ao uso desse material, eles se consolidaram junto ao mercado de embalagem para alimentos, obtendo uma grande economia nesse setor.

Embalagem para alimento é, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2020), o invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinada a cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter matérias-primas, produtos semielaborados ou produtos acabados. As principais funções que a embalagem deve exercer são proteção, conservação, informação, e a função relacionada ao serviço ou à conveniência na utilização do produto.

As embalagens flexíveis são obtidas a partir de polímeros orgânicos ou inorgânicos de alta massa molar, constituídos de unidades estruturais unidas entre si por ligações covalentes formando cadeias lineares ou ramificadas, classificadas como termoplásticos, material que tem a capacidade de ser moldado em condições especiais de calor e pressão (Tribst, Soares E Augusto, 2008).

Tais embalagens flexíveis, cujos formatos dependem da forma física do produto acondicionado em seu interior, têm a capacidade de embalar e selar hermeticamente os produtos por meio de máquinas de envase especiais. Os sachês devem ter propriedades mecânicas especiais, como a característica de selagem por pressão fria ou quente, protegendo os produtos de agentes internos e externos. Assim, estes materiais se destacam pela flexibilidade que oferecem ao dimensionamento de suas propriedades e pela relação otimizada de massa de embalagem/quantidade de produto acondicionado (Barão, 2011).

As embalagens flexíveis podem ser monocamadas ou multicamadas, que são embalagens de um, dois ou mais tipos de materiais para aproveitar as características de cada um (Jorge, 2013).

Segundo Jorge (2013) as embalagens multicamadas têm por objetivo a integração de propriedades de diferentes materiais termoplásticos em uma única embalagem, de modo a atender as exigências de conservação, de proteção, de visual e custo do produto acondicionado, entre outras, como as propriedades relativas à selagem, termoformação e impressão. A composição das camadas varia de acordo com o tipo de produto a ser embalado, necessidade de barreira e custo do material, bem como das combinações de propriedades e do nível de eficiência desejados.

Segundo Fernandes (1987), quando dois ou mais materiais são combinados, eles não somente contribuem para a estrutura formada com as suas características próprias, como também podem conferir benefícios adicionais, tais como: maior durabilidade, rigidez e maquinação. A união desses materiais pode ocorrer por laminação.

Os materiais componentes de uma laminação podem ser divididos em duas classes principais: substratos, constituídos por papel, celofane, polímeros sintéticos e folhas de alumínio; e a classe dos produtos aplicados, depositados sobre os substratos por meio de processos específicos. Destacam-se dentre eles, as tintas, os vernizes, os hot melts, os primers, os adesivos, as resinas plásticas, as dispersões aquosas e outros (Barão, 2011).

A laminação por extrusão, utilizando polietileno, é amplamente empregada em embalagem de alimentos. O PE fundido sai da extrusora e é aplicado entre dois substratos. Após a solidificação, o PE atuará como adesivo (Sarantópoulos, 2002).

Segundo Barão (2011) as propriedades do plástico após resfriado são as mesmas de antes do aquecimento, não ocorrendo a formação de ligações cruzadas.

Os termoplásticos são os polímeros mais empregados nas embalagens de alimentos, como por exemplo os sachês. Estas podem ser fabricadas em vários formatos, medidas, cores e com diversas matérias-primas (PEAD, PEBD, PEBDL, PP). Essas embalagens se aderem à forma do produto, podem ser classificadas como embalagens flexíveis os sacos ou sacarias, pouches, stand-up-pouches, filmes encolhíveis (shrink) para envoltórios ou para unitização, filmes esticáveis (stretch) para envoltório ou para amarração de carga na paletização, sacos de rafia, etc. (Barão, 2011).

O polietileno (PE) é conhecido como o material plástico transparente mais vendido e de menor preço no mundo. Sua densidade é a principal característica, pois, quanto maior a densidade, maior sua resistência mecânica, à temperatura e de barreira. E quanto menor a sua densidade, maior a sua resistência ao impacto. Sua resistência e flexibilidade são fatores essenciais para as opções de embalagem (Cabral, 1984).

Sendo considerado quimicamente o polímero mais simples de todos, o PE é representado pela fórmula estrutural $[-CH_2-CH_2-]_n$ e produzido a partir do eteno ($CH_2=CH_2$) como monômero. Foi sintetizado pela primeira vez pelo químico alemão Hans Von Pechmann, que, acidentalmente, o preparou em 1898 durante o aquecimento de diazometano. É um polímero de cor branca, semicristalino, flexível e cujas propriedades são acentuadamente influenciadas pela quantidade relativa das fases amorfa e cristalina (Sampaio, 2019).

O sachê exerce um papel fundamental na conservação do alimento industrializado, sendo adaptado e moldado, através de um processamento térmico e hermeticamente fechado, resistindo à variação de temperaturas no decorrer do processo, bem como alterações de volume do produto, sem perigo de deformar ou estourar durante o processo (Jorge, 2013).

Geralmente os sachês são utilizados para condimentos como ketchup, mostarda, maionese, vinagre e shoyo. O alimento é embalado de maneira simples em pequenas quantidades, sendo disponibilizados para consumo imediato. Normalmente, esse tipo de produto é constantemente manuseado e, por isso, a embalagem para sachê é uma grande aliada para que a consistência líquida seja mantida.

Considerando as informações apresentadas, esse estudo tem por objetivo analisar as estruturas de amostras de sachês de diferentes fornecedores, e apresentar de forma quantitativa os resultados obtidos a partir das análises realizadas.

Nesse estudo, serão utilizadas embalagens flexíveis transparentes, fabricadas com polímeros de baixa densidade, com a finalidade de serem aplicados em sachês de ketchup, sendo apresentadas suas principais características e aplicações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Foram utilizadas três amostras de sachês, fornecidas por diferentes fornecedores, durante esse estudo. As amostras utilizadas foram identificadas como AMOSTRA 1, AMOSTRA 2 e AMOSTRA 3, conforme ilustra a figura 1.

Figura 1. Amostras utilizadas



Métodos

Delaminação para obtenção dos filmes

Através da delaminação dos sachês foi possível retirar a amostra do filme para o estudo. Os filmes foram confeccionados em um fabricante de embalagens na cidade de Sorocaba, em equipamento de coextrusão.

Esses filmes foram extrusados em três camadas, dispostas da seguinte forma: polietileno de baixa densidade/ polietileno de baixa densidade linear/ polietileno de baixa densidade, da parte externa para a parte interna do filme, respectivamente.

Análise de espessura total

A fim de quantificar as espessuras dos filmes planos, as amostras de sachês foram submetidas à análise de espessura total. Utilizou-se como equipamento de análise um especímetro digital, marca Mainard.

Tabela 1. Análises da espessura total

	Análise 1 (mm)	Análise 2 (mm)	Análise 3 (mm)	Média das Análises (mm)	Média Ponderada (mm)	Desvio Padrão (mm)
AMOSTRA 1	0,036	0,036	0,039	0,0370	0,0375	0,00173
AMOSTRA 2	0,083	0,082	0,079	0,0813	0,0807	0,00208
AMOSTRA 3	0,091	0,09	0,088	0,0897	0,0892	0,00153
PESO	1	2	3			

Realizou-se as medições em cada ponto traçado ao longo do filme, considerando as regiões mais importantes de análise. Os valores de espessura total foram obtidos pela média aritmética entre 3 amostras de cada produto analisado.

Microscopia Ótica

Para medir a espessura de cada camada de material presente nas estruturas dos filmes, foi realizado o ensaio de microscopia. Esta análise foi realizada no equipamento microscópio ótico, marca Olympus, modelo BX51M. Foram obtidas fotomicrografias em cortes de secções transversais dos filmes multicamadas.

Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)

Devido à versatilidade e alta significância das saídas analíticas, o DSC é o método mais empregado para análises térmicas. Pode ser definida como uma técnica que mede as temperaturas e o fluxo de calor associado com as transições dos materiais em função da temperatura e do tempo. Tais medidas fornecem informações qualitativas e quantitativas sobre mudanças físicas e químicas que envolvem processos endotérmicos (absorção de calor), exotérmicos (liberação de calor) ou mudanças de capacidade calorífica,

As análises de DSC foram realizadas no laboratório do fabricante do filme, localizado em Sorocaba, sendo que a metodologia foi baseada na norma ASTM D 3418. Foi utilizado o equipamento DSC 60 (Shimadzu).

As amostras foram condicionadas à temperatura de 300°C por um minuto e então resfriadas à razão de 10°C/min. até 25°C. As curvas de aquecimento para identificar a temperatura de fusão dos polímeros presentes no filme foram geradas para uma faixa de aquecimento de 0 a 300°C a uma taxa de aquecimento de 10°C/min. sendo utilizado nitrogênio como gás de purga.

O método de ensaio consiste em aquecer ou arrefecer uma amostra a uma taxa controlada, sob ação de um gás de purga específico com fluxo controlado, e monitoramento contínuo com dispositivo de detecção adequado para observar a diferença de entrada de calor entre o material de referência e um material de ensaio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espessura Total

Com a análise da espessura total das amostras, obtiveram-se os dados comparativos das alterações das espessuras. Foram realizadas três análises em cada amostra, onde foi possível obter os valores apresentados na tabela 1, referentes às espessuras encontradas nas amostras 1, 2 e 3 e a média.

Analisando comparativamente as espessuras das amostras, verificou-se uma variação de 4,5% aproximadamente, essa variação é proveniente do processo de extrusão, onde os fatores de temperatura ambiente, temperatura de processo, calibração de equipamentos da máquina extrusora, diversidade de matérias primas e mão de obra operacional, podem influenciar, mas se faz necessário uma tolerância máxima e mínima aceitável pelo cliente, sendo nesse caso $\pm 7\%$, não prejudicando as características finais do produto e também uma melhor estabilidade no processo. Cada cliente possui sua tolerância aceitável de processo, não existe uma norma ou padrão para essa determinação.

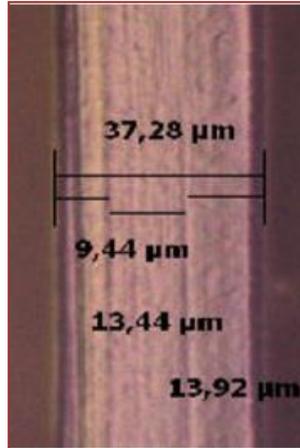
Microscopia

Com a análise de microscopia, obtiveram-se imagens das amostras 1, 2 e 3, em fotografias de cortes de secções transversais, possibilitando a visualização e a medição de cada camada de material presente nas estruturas dos filmes. A figura 2 apresenta as camadas que compõem o filme da AMOSTRA 1, 2 e 3, sendo os valores obtidos apresentados na tabela 2.

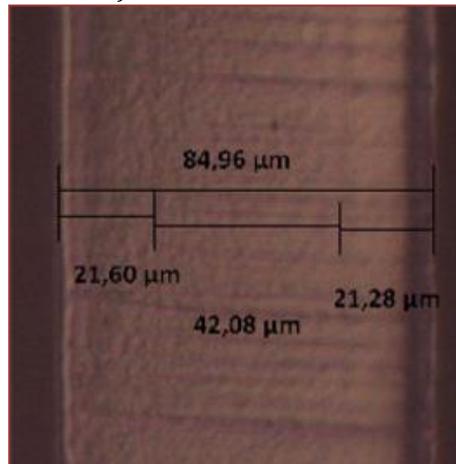
Na análise de microscopia ótica foi possível observar que não foi respeitado a espessura determinada teoricamente de cada camada, porém não interferiu na espessura total do filme. A tabela 6 apresenta a comparação desses resultados encontrados.

Figura 2. Microscopia óptica: a) amostra 1; b) amostra 2 e c) amostra 3.

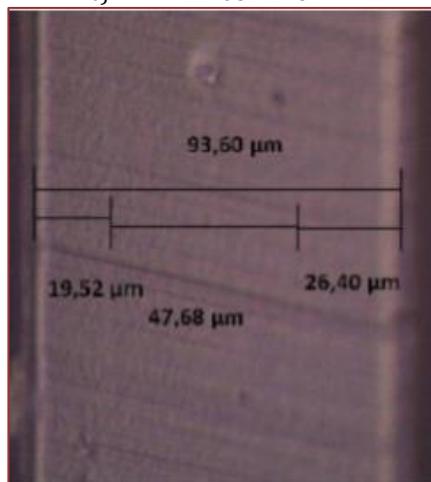
a) AMOSTRA 1



b) AMOSTRA 2



c) AMOSTRA 3



Essa variação pode ocorrer durante o alongamento do material amolecido, quando ocorre o alinhamento das moléculas, devido a mudanças de temperaturas e diferentes matérias primas utilizadas na produção (Sampaio, 2019).

Outro fator importante é a falta de atenção e cuidado durante o processo, quando o operador não segue as instruções descritas na ordem de produção.

Tabela 2. Resultados encontrados em comparativo com o especificado

AMOSTRA 1				
ESP.	ENC.	%	ESPEC.	%
1	9,92	26,61	11,40	30,00
2	13,44	36,05	15,20	40,00
3	13,92	37,34	11,40	30,00
ESP.TOTAL	37,28	100,00	38,00	100,00
AMOSTRA 2				
ESP.	ENC.	%	ESPEC.	%
1	21,6	25,42	25,50	30,00
2	42,08	49,53	34,00	40,00
3	21,28	25,05	25,50	30,00
ESP.TOTAL	84,96	100,00	85,00	100,00
AMOSTRA 3				
ESP.	ENC.	%	ESPEC.	%
1	19,52	20,85	28,20	30,00
2	47,68	50,94	37,60	40,00
3	26,4	28,21	28,20	30,00
ESP.TOTAL	93,6	100,00	94,00	100,00

Legenda: Espessura (ESP), Encontrado (ENC), Especificado (ESPEC).

3.1. DSC

Com o objetivo de identificar os materiais presentes nas estruturas das amostras, foi utilizada a análise de calorimetria diferencial de varredura para determinação dos picos das temperaturas de fusão dos materiais. A fusão é uma transformação endotérmica, de primeira ordem, característico de polímeros semicristalinos (Canevarolo Jr, 2006).

Os resultados de DSC obtidos para as três amostras são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados obtidos na análise de DSC (Endo↓).

Amostra	T _m (°C)	PEBD (%)	PEBDL (%)
1	107,32	122,21	45,54
2	107,87	119,11	49,73
3	108,62	121,26	46,33

A perda de forma sólida da amostra 1 iniciou a cerca de 75° C, que é a temperatura de transição vítrea, à medida que a temperatura aumenta a taxa de fluxo de calor também aumenta até atingir para o ponto de pico a 107,32°C que é o ponto de fusão do PEBD, enquanto o PEBDL atingi o pico a 122,21°C que é seu ponto de fusão, processo endotérmico e transição de primeira ordem.

Para a amostra 2, os polímeros começaram a perder sua forma sólida a cerca de 75° C, que é a temperatura de transição vítrea, à medida que a temperatura aumenta a taxa de fluxo de calor também aumenta até atingir para o ponto de pico a 107,87°C que é o ponto de fusão do PEBD, enquanto o PEBDL atingi o pico a 119,11°C que é seu ponto de fusão, processo endotérmico e transição de primeira ordem.

E por fim, para a amostra 3, os polímeros começaram a perder sua forma sólida a cerca de 75° C, que diz ser a temperatura de transição vítrea, à medida que a temperatura aumenta a taxa de fluxo de calor também aumenta até atingir para o ponto de pico a 108,62°C que é o ponto de fusão do PEBD, enquanto o PEBDL atingi o pico a 121,26°C que é seu ponto de fusão, processo endotérmico e transição de primeira ordem.

A tabela 4 apresenta as temperaturas de fusão (T_m) para alguns polímeros, onde é possível comparar seus dados com as temperaturas de fusão da análise DSC e assim comprovar a matéria prima utilizada na produção dos filmes.

Tabela 4. Temperaturas de fusão para os polímeros

MATERIAL	T_m (°C)
Polietileno de baixa densidade (PEBD)	115
Polietileno de baixa densidade (PEBDL)	120
Polietileno de alta densidade (PEHD)	137
Polipropileno (PP)	175
Polietileno tereftalato (PET)	265
Poliamida (Nylon)	265

Fonte: Adaptado de Canevarolo (2006).

Comparando as três amostras, comprova-se que as estruturas dos filmes plásticos coextrusados das amostras 1, 2 e 3 realmente eram compostas pelos materiais informados quando da coextrusão dos filmes. Na tabela 7 são apresentados os resultados das análises de DSC que através do software do equipamento é informado a porcentagem aproximada dos polímeros utilizados, considerando a porcentagem de participação das áreas do gráfico através da integração das mesmas.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que as variações observadas na espessura das embalagens plásticas flexíveis não limitam a aplicação final desses materiais, visto que sempre existirá uma tolerância máxima e mínima aceitável, seja de processo produtivo (fornecedor), ou uma especificação técnica do cliente, uma vez que o produto final não apresente qualidade inferior aos padrões exigidos.

Os filmes utilizados na laminação para a fabricação do sachê, mesmo com variação de espessura, não sofreram interferência no produto, onde a especificação do cliente contempla uma tolerância de $\pm 7\%$ para os respectivos produtos.

As embalagens estudadas não apresentaram alterações na matéria prima, sendo produzidas conforme especificado, mantendo as características e propriedades dos sachês.

Os resultados obtidos recomendam alterações quando ao processo de coextrusão, informando os operadores e o controle de qualidade para seguir com as espessuras das camadas conforme solicitado teoricamente pelo cliente. Faz-se necessário uma conferência no setor de desenvolvimento de novos produtos afim de confirmar que as informações da porcentagem das camadas contemplam a ordem de produção.

REFERÊNCIAS

- [1] BARÃO, M. Z. Embalagens para produtos alimentícios. TECPAR - Instituto de Tecnologia do Paraná, 2011.
- [2] CABRAL, A. C. D. Apostila de embalagem para alimentos. Campinas, p. 335. 1984.
- [3] CANEVAROLO JR, S. V. Ciência dos Polímeros. 2ª. ed. São Paulo: Artliber, 2006.
- [4] FERNANDES, M. H. C.; GARCIA, E. E. C.; PADULA, M. Migração de componentes de embalagens plásticas para alimentos. Campinas: CETEA/ITAL, 1987.
- [5] JORGE, N. Embalagens para alimentos. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2013.
- [6] SAMPAIO, M. S. Obtenção e caracterização de compósitos de polietileno. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2019.
- [7] SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. E. A. Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas: CETEA/ITAL, 2002.
- [8] TRIBST, A.; SOARES, B.; AUGUSTO, P. Papel da embalagem na integridade dos alimentos. São Paulo: Instituto Racine, 2008.

Capítulo 15

Filmes poliméricos semicondutores à base de grafeno modificado com aminoácido

Thaíses Brunelle Santana de Lima

Elmo Silvano de Araújo

Patricia Lopes Barros de Araújo

Resumo: O uso de uma matriz polimérica com aditivos carbonáceos pode levar à obtenção de materiais poliméricos extrinsecamente condutores que possuem uma gama de aplicações em distintas áreas da indústria eletrônica, como baterias, sensores, materiais optoeletrônicos, revestimentos e embalagens antiestáticos, entre outros. A modificação do grafeno com aminoácido é uma rota simples que possibilita a obtenção de um aditivo com boa dispersão em água, podendo ser inserido em uma matriz de poli (álcool vinílico) (PVA), resultando em um compósito usado na formação de filmes semicondutores, mesmo com baixas concentrações do aditivo. Este trabalho apresenta os filmes obtidos com a combinação desses materiais através de um estudo de suas propriedades térmicas, elétricas e espectroscópicas.

Palavras-chave: Compósitos poliméricos. Grafeno. Semicondutores.

1. INTRODUÇÃO

O grafeno apresenta excelentes propriedades elétricas, térmicas e ópticas, sendo largamente utilizado em diversos campos da ciência e engenharia de materiais^[1,2,3]. Por outro lado, os materiais poliméricos, como o PVA, devido suas boas propriedades mecânicas e ópticas, já são amplamente usados na indústria como em revestimentos, tintas, adesivos, embalagens e materiais da construção civil. A união dessas características, além do baixo custo de produção e variadas formas de processamento, pode levar a à obtenção de compósitos com distintas aplicações como materiais semicondutores^[4,5,6]. Materiais com essas características têm sido bastante estudado contra interferências eletromagnéticas e proteção antiestática. Como por exemplo, Zhang e colaboradores^[7] propõem uma técnica de fabricação de microesferas de poliestireno ligadas covalentemente a nanotubos de carbono, resultando em microesferas semicondutoras que podem ser usadas em impressões 3D e com efeitos contra descargas eletrostáticas. Neste mesmo sentido, o grafeno tem sido considerado um promissor aditivo em diferentes matrizes poliméricas, podendo ser modificado/funcionalizado para uma melhor interação matriz-carga^[8,9,10]. O grafeno pode ser obtido por diferentes rotas, sendo a redução química do óxido de grafeno (GO) uma das mais eficientes que consiste na inserção de grupos funcionais oxigenados na superfície do grafite natural, preparando um GO solúvel em água e que pode ser esfoliado obtendo-se as folhas do grafeno. Após a oxidação é possível realizar a modificação na superfície das folhas, o que permite a dispersão e interação mais homogênea dessa carga numa matriz polimérica. Entretanto, com a oxidação, o grafite perde suas características condutoras, sendo necessária uma redução química do GO para garantir a obtenção de folhas de grafeno condutoras^[11,12]. Neste trabalho foi utilizado o método de Mallakpour e colaboradores^[13] para modificar as folhas do óxido de grafeno com o aminoácido fenilalanina e para que essa carga recuperasse sua característica condutora, ela foi reduzida quimicamente com o aminoácido L-cisteína^[14]. Esse grafeno modificado e reduzido foi incorporado à uma matriz polimérica de PVA, preparando filmes compósitos que foram analisados quanto ao seu comportamento térmico, elétrico e espectroscópico.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1. MATERIAIS

Grafite em flocos, PVA hidrolisado (M_n 89 - 98 $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$), fenilalanina e L-cisteína foram obtidos da Sigma Aldrich e utilizados como recebidos. Ácido sulfúrico (H_2SO_4), Ácido Nítrico (HNO_3) e Álcool etílico absoluto foram obtidos da Cinética Química. Os demais reagentes utilizados foram hidróxido de sódio (NaOH), nitrato de sódio (NaNO_3) e permanganato de potássio (KMnO_4) da Dinâmica Química.

2.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Óxido de grafeno (GO): Para obtenção do GO, o grafite natural passou por um processo de intercalação numa solução com ácidos sulfúrico e nítrico (4:1), sob agitação magnética por 16 horas. Esse grafite intercalado sofreu expansão ao ser exposto à radiação micro-ondas e depois foi colocado numa solução de etanol 70% e água deionizada (1:1) sendo esfoliado através de ultrassonicação, com o objetivo de separar as folhas do grafeno. O material obtido foi colocado em solução de ácido sulfúrico com permanganato de potássio e nitrato de sódio, sob agitação magnética, à 0°C. Em seguida acrescentou-se água destilada e peróxido de hidrogênio e a solução foi aquecida até atingir 90°C. Por fim, o material passou por várias lavagens com água deionizada, secagem a 80°C por 24 horas.
- Modificação e Redução do GO: 0,1 g de GO foram suspensos em 10 mL de água e inseridos 0,3 g do aminoácido fenilalanina. Nesta mistura foi acrescentada uma solução aquosa de hidróxido de sódio e toda solução ficou sob agitação magnética por 24 horas, a 80°C. Depois, a solução foi lavada com etanol, filtrada e seca à 80°C e o material obtido (GF) passou pela redução com L-cisteína. Sendo assim, o GF foi colocado em solução aquosa com pH aproximadamente 7, e ficou sob agitação por 72h. Sendo, por fim, lavado com água, filtrado e seco a 80° por 24 horas, para se obter o grafeno modificado e reduzido - RGF.
- Compósitos Poliméricos: Como matriz polimérica, o PVA foi misturado com 0,5 e 1% de massa da carga de grafeno, formando um total de 1 g de mistura matriz/aditivo que foi colocada em 10 mL de água, essa solução ficou sob agitação por 24 h, a 90°C depois foi derramada numa placa de Petri de 10 cm e deixada, à temperatura ambiente por 7 dias, para total evaporação do solvente. O mesmo procedimento foi realizado para o PVA puro para fins de comparação.

2.3. CARACTERIZAÇÃO

- Espectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR, em inglês – *Fourier Transform InfraRed*) – com o objetivo de observar as possíveis interações químicas entre o óxido de grafeno com os aminoácidos e as matrizes poliméricas, foi utilizado o equipamento FTIR modelo 4600 da Jasco, com acessório de refletância total ATR, no intervalo de número de onda 4000 a 500 cm^{-1} .
- Análise Termogravimétrica (TGA- do inglês, *Thermogravimetric Analysis*) – O comportamento térmico das amostras foi analisado com o equipamento TGA/DSC 2 STARe da System-Mettler Toledo, usando fluxo de nitrogênio (50mL/min), no intervalo de 25 a 1000°C.
- Medidas Elétricas: As medidas de resistência elétrica dos filmes foram realizadas utilizando um Eletrômetro (Electrometer KEITHLEY 6517B), em filmes de espessura (t) de $\approx 0,01\text{cm}$, pela técnica de duas pontas posicionadas a uma distância (d) de $\approx 0,2\text{cm}$ entre os eletrodos. A condutividade elétrica volumétrica foi calculada pela equação:^[15]

$$\sigma_v (S / \text{cm}) = \frac{d \cdot \cosh^{-1}(d / d_0)}{2,27 \cdot R \cdot t^2} \quad (1),$$

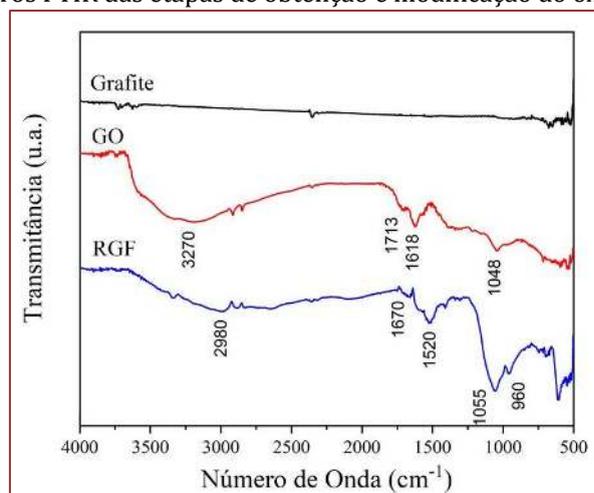
Onde R (em Ω) e d_0 são a resistência elétrica superficial medida e o diâmetro da área de contato do eletrodo/filme, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO (FTIR)

Todas as etapas de preparação e modificação do grafite foram analisadas pelo FTIR-ATR. Na Figura 1 observa-se que, para o grafite, o espectro não apresenta nenhum pico significante; por outro lado, após a o processo de oxidação nota-se a presença de bandas relacionadas a grupos funcionais oxigenados, como em 3270 cm^{-1} que pode ser atribuída às vibrações O-H, em 1048 cm^{-1} uma banda associada às vibrações de estiramento C-O, e ainda tem-se uma deformação de C=O de carboxilas em 1713 cm^{-1} . A modificação com o aminoácido pode ser confirmada pela formação de amidas secundárias observadas em 1520 cm^{-1} , além do pico em 1670 cm^{-1} atribuída ao estiramento de carbonila de amidas (C=O). Também são observados grupos amins aromáticos em 960 cm^{-1} e C-OH em 606 cm^{-1} e, devido a à redução química, é possível observar que houve uma redução significativa na intensidade de grupos hidroxila. Isto mostra que houve uma redução dos grupos excedentes, mas ainda com resíduos do processo de oxidação do grafeno, como pode ser visto a presença de grupos C-O^[13,16].

Figura 1 - Espectros FTIR das etapas de obtenção e modificação do óxido grafeno.



Devido à boa dispersão do grafeno em água, filmes homogêneos dos compósitos PVA/RGF foram obtidos sem a necessidade do uso de solventes orgânicos. A Figura 2 mostra a imagem dos filmes feitos com PVA puro e dos compósitos preparados usando GO e RGF como aditivo. Observa-se a baixa dispersão do GO no polímero; por outro lado, com a modificação com fenilalanina tem-se uma melhoria considerável na incorporação desse aditivo no PVA. Utilizando esse aditivo na forma reduzida, além da boa dispersão, tem-se um material com sua característica semicondutora restabelecida. A análise FTIR-ATR também foi utilizada para observar possíveis mudanças estruturais no PVA com a inserção do grafeno. Na Figura 3, o espectro do PVA revela bandas que estão de acordo com o que já foi relatado na literatura^[17]. Observa-se um intenso pico em 3248 cm^{-1} , referente ao estiramento de grupos OH; em 2909 cm^{-1} tem-se uma banda vibracional que indica estiramento assimétrico de CH_2 , bem como os picos em 1653 e 1082 cm^{-1} que, respectivamente, podem ser atribuídos a estiramentos de ligações C=O e a ligações C-O advindas de grupos acetatos remanescentes do PVA. Adicionalmente, as bandas em 1415 e 1327 cm^{-1} , podem estar relacionadas a vibrações de ligações C-H. Com a inserção do aditivo, em diferentes concentrações, não há uma alteração significativa no espectro do compósito quando comparado ao PVA puro, apenas pequenos deslocamentos nas bandas encontradas no PVA e um aumento gradual na intensidade dos picos existentes. Como a concentração de aditivo é muito pequena, alterações estruturais na matriz polimérica não podem ser detectadas pela análise com infravermelho.

Figura 2 - Filmes de (a) PVA puro, compósitos de (b) PVA/GO e (c) PVA/RGF.

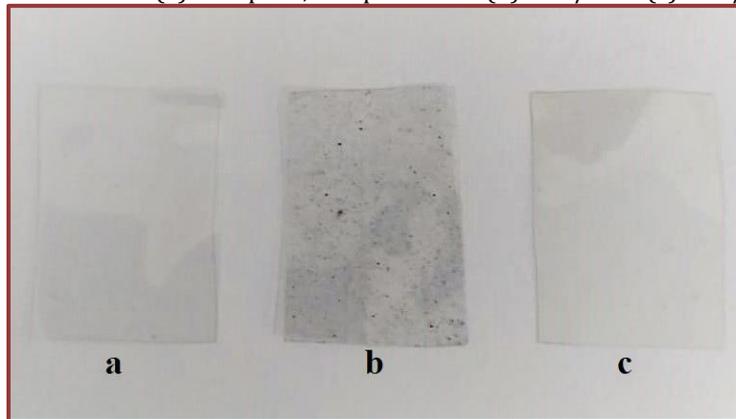
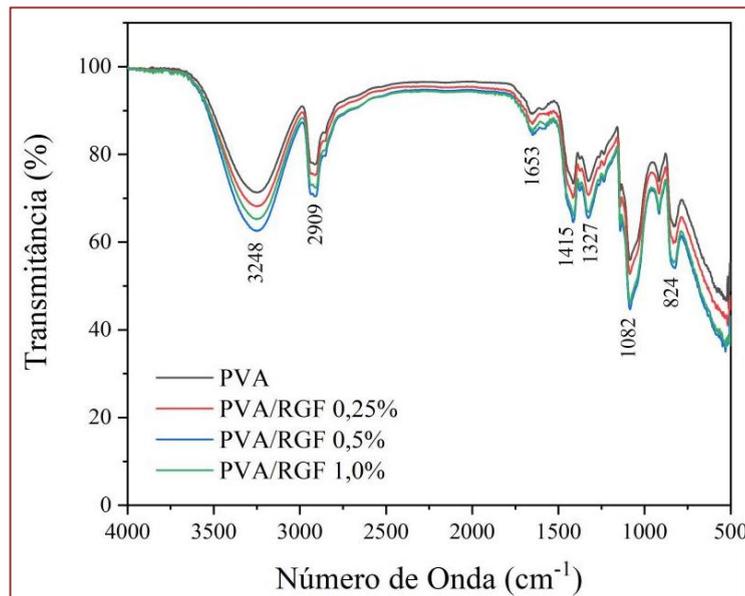


Figura 3: Espectros FTIR do PVA e compósitos PVA/RGF com diferentes concentrações de aditivo.



3.2. ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA

Através da análise termogravimétrica foi possível obter dados do comportamento térmico tanto da carga de grafeno, antes e após a modificação, quanto dos filmes poliméricos. A Figura 4 apresenta os termogramas da carga de grafeno e, como esperado, o grafite natural mostra-se estável termicamente para altas temperaturas. Com a oxidação, o GO possui diferentes grupos oxigenados na superfície e borda de suas folhas, o que favorece a perda de massa. Uma pequena perda inicial antes de 100°C é observada e está associada à perda de água do material que se torna muito hidrofílico com a oxidação. Acima dos 200°C é observada uma maior e gradual perda de massa devido a degradação desses grupos funcionais oxigenados na superfície do óxido^[14]. Após a modificação e redução com os aminoácidos o termograma apresenta uma única etapa de degradação onde há perda de quase 60% da massa do material, ocorrendo após os 230°C. Os parâmetros térmicos encontrados para cada etapa de degradação térmica desses materiais são encontrados na Tabela 1, a saber, temperatura inicial de degradação (T_{onset}), temperatura de máxima degradação ($T_{máx}$) e percentual da perda de massa (Δm) para cada etapa de degradação das amostras. Na Figura 5 é possível analisar os termogramas dos filmes de PVA e notam-se duas etapas de degradação bem definidas. Abaixo de 100°C ocorre uma leve variação na massa que está relacionada à evaporação da água usada na preparação do filme. A primeira e mais acentuada etapa de degradação do PVA ocorre por volta de 260°C e indica a perda dos grupos laterais hidroxilas e cisões da cadeia principal; A segunda etapa, acima de 400°C, indica a degradação de grupos residuais da polimerização e da eliminação de compostos voláteis formados na primeira etapa^[18]. Um comportamento muito parecido é observado para os compósitos, nas diferentes concentrações, mostrando que o as características térmicas do PVA são mantidas com a inserção dessas concentrações do aditivo. Todos os parâmetros obtidos para esses filmes são listados na Tabela 2.

Figura 4: Termograma do grafite e do óxido de grafeno (GO) antes e após a modificação com a fenilalanina (RGF).

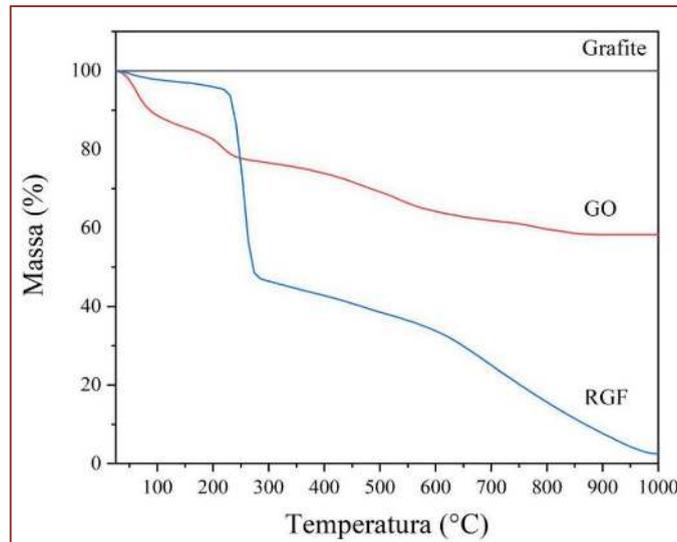


Tabela 1: Parâmetros térmicos do aditivo grafeno antes e após modificação com fenilalanina.

Sistema	1ª Etapa da degradação			2ª Etapa da degradação		
	T_{onset} (°C)	$T_{máx}$ (°C)	Δm (%)	T_{onset} (°C)	$T_{máx}$ (°C)	Δm (%)
GO	44,8	61,8	8,9	202,8	220,3	13,1
RGF	238,4	253,7	56,9			

Figura 5: Termograma dos filmes de PVA e seus compósitos com diferentes concentrações do aditivo RGF.

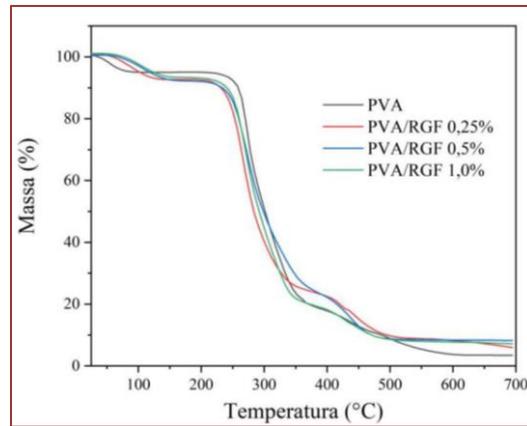


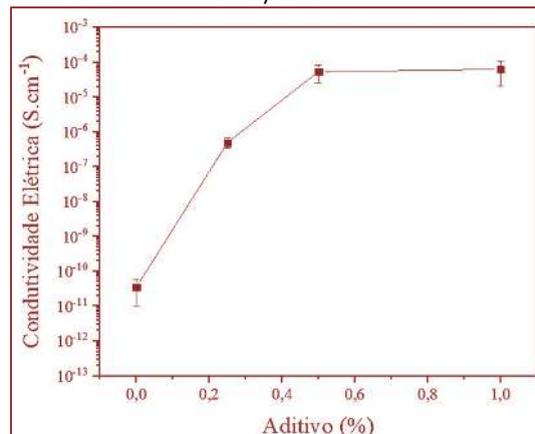
Tabela 2: Parâmetros térmicos do PVA e seus compósitos.

Sistema	1ª Etapa da degradação			2ª Etapa da degradação		
	T _{onset} (°C)	T _{máx} (°C)	Δm (%)	T _{onset} (°C)	T _{máx} (°C)	Δm (%)
PVA	268,9	280,3	78,0	428,7	442,7	10,0
PVA/RGF 0,25%	250,9	265,8	67,0	454,1	464,6	12,4
PVA/RGF 0,5%	246,1	265,2	69,0	428,4	446,2	13,3
PVA/RGF 1,0%	251,5	270,2	72,5	427,0	446,0	10,2

3.3. COMPORTAMENTO ELÉTRICO

A obtenção de um compósito com boa interação entre uma matriz isolante e um aditivo condutor levou a obtenção de filmes com propriedade de um material semiconductor. Essa característica foi verificada pelo cálculo da condutividade superficial a partir das medidas de resistência elétrica dos filmes com espessura de aproximadamente 100 μm. Como visto na Figura 6, os filmes preparados a partir dos compósitos PVA/grafeno, apresentaram um significativo aumento de condutividade quando comparados ao PVA puro que é intrinsecamente isolante. Assim tem-se filmes com uma condutividade da ordem de 10⁻⁶ S.cm⁻¹ que, de acordo com a literatura^[19], encontra-se na faixa dos semicondutores. Sendo o PVA um polímero bastante conhecido para uso em tintas e adesivos, por exemplo, a obtenção desses compósitos semicondutores apresenta a possibilidade desses filmes serem usados para embalagens de proteção antiestáticas ou proteção contra descargas eletrostáticas, como também para tintas antiestáticas. Uma vez que materiais para essas finalidades precisam apresentar condutividade elétrica entre 10⁻⁶ e 10⁻¹⁰ S.cm⁻¹, os filmes obtidos possuem características semiconductoras e com propriedades de uma matriz polimérica flexível e transparente.

Figura 6: Medidas de condutividade elétrica em função da concentração de aditivo no compósito PVA/RGF.



4. CONCLUSÃO

Através de métodos já apresentados na literatura, foi possível realizar modificação e redução do óxido de grafeno que mostrou-se eficiente para obtenção de um aditivo com excelente dispersão em água, tornando possível uma boa incorporação na matriz de PVA, sem a necessidade de serem usados solventes orgânicos. Além disso, com a recuperação da característica condutora do GO, quando incorporado ao polímero, o aditivo permitiu a fabricação de filmes poliméricos finos, homogêneos e semicondutores, com boa estabilidade térmica e com uma gama de possibilidade de aplicações. Uma vez que as características de boa formação de filmes do PVA foram mantidas, suas aplicações em tintas, revestimentos e embalagens, podem ser exploradas com a vantagem de incorporar uma propriedade semicondutora ao produto final. Desta forma, permitindo a utilização desses materiais como tintas, embalagens de proteção antiestática, ou revestimento para blindagem eletromagnética.

REFERÊNCIAS

- [1] Wu, Q.; Xu, Y.; Yao, Z.; Liu, A.; Shi, G. *ACS Nano*, 4, 4, 1963–1970, 2010.
- [2] Kumar, N.; Choi, H.J.; Shin, Y.; Chang, D.; Dai, L.; Baek, J.B. *ACS Nano*, 6, 2, 1715–1723, 2012.
- [3] Zhang, H.; Zhang, G.; Tang, M.; Zhou, L.; Li, J.; Fan, X.; Shi, X.; Qin, J. *Chemical Engineering Journal*, 353, 381–393, 2018.
- [4] Potts, J. R.; Dreyer, D. R.; Brelawski, C. W.; Ruoff, R. S. *Polymer*, 52(1): 5-25, 2011.
- [5] Mohd Radzuan, N. A; Sulong, A.B; Sahari, J. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2015.
- [6] Ponnamma, D.; Guo, Q.; Krupa, I.; Al-Maadeed, M. A. S.; Thomas, V. K. T; Sadasivuni, K. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17(6), 3954-3981, 2015.
- [7] Zhang, M.; Zhang, C.; Du, Z.; Li, H.; Zou, W. *Composites Science And Technology*, 138, 2012.
- [8] Lin, J.H.; Lin, Z.I.; Pan, Y.J.; Huang, C.L.; Chen, C.K.; Lou C.W. *Composites, Part B* 89, 424 - 431, 2016.
- [9] Afzal, H.; Mitu, S.S.; Al-Harhi, M.A. *Surfaces and Interfaces*, 13, 65-78, 2018.
- [10] Lou, C.W.; Lin, Z.; Pan, Y.J.; Hsieh, C.T.; Huang, C.; Lin, J. *Asia-Pacific Engineering and Technology Conference*, 2017.
- [11] Guo, S.; Dong, S. *Chem Soc Rev*, 40(5), 2644–72, 2011.
- [12] Kim, H.; Abdala, A. A.; Macosko, C. W. *Macromolecules*, 43, 6515–6530., 2010.
- [13] Mallakpour, S.; Abdolmaleki, A.; Borandeh, S. *Appl. Surf. Sci.*, 307, 533–542, 2014.
- [14] Chen, D.; Li, L.; Guo, L. *Nanotechnology*, 22, 2011.
- [15] Blythe, A. R. *Electrical properties of polymers*, Cambridge University Press, London, 132-139, 1979.
- [16] Drewniak, S.; Muzyka, R.; Stolarczyk, A.; Pustelny, T.; Kotyczka-Morańska, M.; Setkiewicz, M. *Sensors*, 16, 103, 2016.
- [17] Abdulla, S.; Mathew, T.L.; Pullithadathil, B. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 31, 1523-1534, 2015.
- [18] Ravari, F.; Noori. M.; Ehsani, M. *Fibers and Polymers*, 20, 472, 2019.
- [19] Stevens, M. P. *Polymer chemistry: An introduction*, Oxford University, 1998.

Capítulo 16

A reforma fundiária e a economia no município de Flores do Piauí

Elayne de Silva Figueredo

Giovana Mira de Espindola

Paulo Gustavo de Alencar

Resumo: Este trabalho objetivou identificar e analisar as informações cadastradas no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural-SICAR e as medidas de reforma fundiária no município de Flores do Piauí, visando o reconhecimento de medidas consoantes a distribuição e concentração de terras no estado do Piauí. Na metodologia foram utilizados dados de Produção Agrícola Municipal-PAM, diagnóstico Socioeconômico da fundação CEPRO e os módulos dos cadastros estabelecidos no SICAR, com a elaboração do mapa digital no software QGIS 2.18.14. Os resultados demonstram que distribuição de terras no município de Flores do Piauí, foi base fundante para o crescimento produtivo de culturas como banana e castanha de caju, assim como para implementação de planos estratégicos de medidas mais efetivas sobre a população local.

Palavras-Chave: Assentamentos, Reforma Agrária, Geotecnologias, Flores do Piauí.

1. INTRODUÇÃO

Apesar do arrefecimento da política de reforma agrária na última década, a questão agrária continua suscitando intensos debates no âmbito jurídico e acadêmico e os conflitos pela terra ainda são presentes em todas as unidades da federação. Na literatura, há duas correntes de autores que se posicionam diferente em relação a continuidade do programa de reforma agrária.

Uma primeira corrente defende que o desenvolvimento do Brasil independe da realização da reforma, eis que os problemas da produção e do abastecimento dos produtos agrícolas teriam sido resolvidos pela modernização da agricultura. Na visão de Navarro (2016) há uma tendência de esvaziamento irreversível do meio rural no Brasil, independente da realização de ações para a implementação da reforma agrária.

A outra corrente defende que a democratização do acesso à terra é uma das mais importantes diretrizes para o desenvolvimento sustentável, principalmente no caso no Nordeste brasileiro (Silva, 2008). Para Morin (2013), a revitalização das zonas rurais como forma de inverter os fluxos migratórios e encorajar os êxodos urbanos, é umas das vias fundamentais para o desenvolvimento dessa região.

Segundo Leite (2000), os assentamentos de reforma agrária revelaram-se eficazes promotores do desenvolvimento rural e de fixação do homem ao campo, com uma crescente integração dos segmentos marginalizados do campo ao mercado. Os assentamentos geram impactos de natureza regional em diferentes dimensões das relações sociais, econômicas, políticas e ambientais. Leite (2000) destaca ainda como importante as ações de regularização fundiária das terras de posseiros sem títulos de terras.

A concentração de terras no Brasil tem origem no processo de colonização, mas tem continuidade nas ocupações irregulares mais recentes num processo conhecido por “grilagem de terras”. Assim, no Piauí, as terras devolutas ou de gerais, principalmente no Cerrado piauiense, passaram por conturbados processos de ocupação territorial com a adulteração de registros imobiliários ou a abertura de matrículas sem regular (Alves, 2006).

No Brasil, o órgão responsável pela condução da política nacional de reforma agrária é o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que materializa suas ações por meio da aquisição e destinação de terras com a criação de Projetos de Assentamentos (PA's), bem como por meio de ações de regularização fundiária que garante a titulação de territórios de comunidades tradicionais como os Quilombolas, além de viabilizar acesso a outros recursos como crédito, habitação, assistência técnica, e dessa forma possibilitam o desenvolvimento econômico em nível local.

No município de Flores do Piauí, que se localiza no Sudoeste Piauiense, uma região dominada pelos grandes empreendimentos ligados a produção de grãos, foram criados os PA's Baixa da Pinicada e Porcos, e o Projeto Integrado de Colonização-PIC Angicos. Nos dois primeiros foram implementadas todas as ações de reforma agrária enquanto que no PIC Angicos a ação foi resumida a distribuição de lotes rurais de colonização.

Dessa forma, considerando a implantação de ações de reforma agrária no município, objetiva-se no presente artigo avaliar a influência dessa ação em alguns indicadores rurais que refletem mudanças no cenário econômico, bem como sua influência no desenvolvimento rural sustentável da região, utilizando-se para tanto, dados de instituições oficiais como o INCRA, o IBGE e informações cadastradas no SICAR.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Flores do Piauí está localizado em zona écotona (Cerrado/Caatinga) e faz fronteira com municípios notoriamente reconhecidos por produções graníferas, a exemplo Canto do Buriti, Itaueira e Ribeira do Piauí. Os florentinos do Piauí representam uma das principais forças de trabalho temporário aos amplos empreendimentos agrícolas dos municípios confrontantes (Silva et al, 2015)

Flores do Piauí (Latitude: -07°47'28", Longitude: -42°55'38"), compreende uma área de 946,73 Km², altitude média 300 metros e população estimada em 4366 pessoas no censo demográfico de 2010, está localizado na região geográfica imediata de Oeiras (BRASIL, 2018). No município, o clima segundo o diagnóstico socioeconômico da Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí-CEPRO, é o tropical semiárido quente, com duração do período seco de sete a oito meses (CEPRO, 2000).

As classes vegetativas são savana estépica e floresta estacional, característica do bioma caatinga (BRASIL, 2010). Os tipos de solos são neossolo litólico e latossolo amarelo (Silva et al., 2005).

A comparação dos dados da estrutura fundiária foi feita com base na classificação fundiária feita pela fundação CEPRO para os grupos de área, e com base nos dados os Censos Agrícolas 1995,1996 e 2006. Os dados da estrutura fundiária são correlacionados tanto com o diagnóstico socioeconômico como com dados de produção agrícola.

Para análise espacial utilizou-se a base de dados de cadastrado do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural-SICAR, disponibilizados gratuitamente no sítio do Cadastramento Ambiental Rural-CAR (Figura 1 (A)), que espacializa as características do território. O mapa de declividade, utiliza imagens do projeto *Shuttle Radar Topography Mission-SRTM*, expondo as altitudes da unidade territorial do município (Figura 1 (C)). Em toda a confecção do mapa desde o processamento ao *layout* utilizou-se o *software* QGIS 2.18.14 na projeção UTM/SIRGAS 2000.

As legendas contidas na Figura 1 (A), seguem as classes estabelecidas pelo SICAR, são elas: Nascente, Hidrografia, Área de Pousio, Reserva Legal, Área de Preservação Permanente, Uso restrito, Área Consolidada (ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008), Servidão Administrativa (área de utilidade pública declarada pelo Poder Público), Vegetação Nativa e Área do Imóvel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pelos resultados obtidos, observa-se o Quadro 1, com a característica da implantação dos assentamentos e Quadro 2 de distribuição de terra por grupos de área e estabelecimento o numeroso percentual de áreas consolidadas próximo aos Assentamentos.

Quadro 1: Caraterísticas dos Assentamentos

Nome PA	Município	Fam. Assent.	Área PA (Ha)	Dt. Criação
PIC Angicos	Flores do Piauí	115	18235.0000	27/04/1981
PA Baixa da Pinicada	Flores do Piauí	163	11109.6000	19/03/1997
PA Porcos	Flores do Piauí	94	4097.9042	19/03/1997

Fonte: INCRA, adaptado pelos autores (2017).

Quadro 2: Distribuição de terra por grupos de área e estabelecimento

GRUPOS DE ÁREA (ha)	ESTABELECIMENTO		ÁREA (ha)	
	1995/1996	2006	1995/1996	2006
Menos de 10	330	311	977	842
De 10 a menos de 50	124	173	2.920	4.153
De 50 a menos de 100	127	144	10.035	11.262
De 100 a menos de 500	63	63	10.898	11.007
De 500 e mais	03	01	-	X ¹
Produtor sem área	-	40	-	0

Fonte: CEPRO (2000)

Confrontando os dados da Tabela 1 com o Quadro 1, no período de 1990 a 2010, mostram o aumento da produção de até 11.394 (kg por ha). Nessas áreas observa-se um crescimento tanto vinculado ao aumento da produção dessas culturas, como ao número de famílias que passaram a ter situação agrária regularizada. A exemplo o número de grupos de áreas de 10 a menos de 50 hectares, entre os anos de 1995/1996 a 2006 quase duplicaram.

Dentro desse contexto observa-se que em 2006 o número de produtores sem áreas foi reduzido consideravelmente, medida também influenciou no crescimento da produção dos anos seguintes (Quadro 2).

Estabelece-se aqui também uma relação entre os resultados encontrados e o conceito de desenvolvimento rural sustentável exposto por Assis (2006), em que a ações que norteiem produções agroecológicas, tenham base nas ações locais.

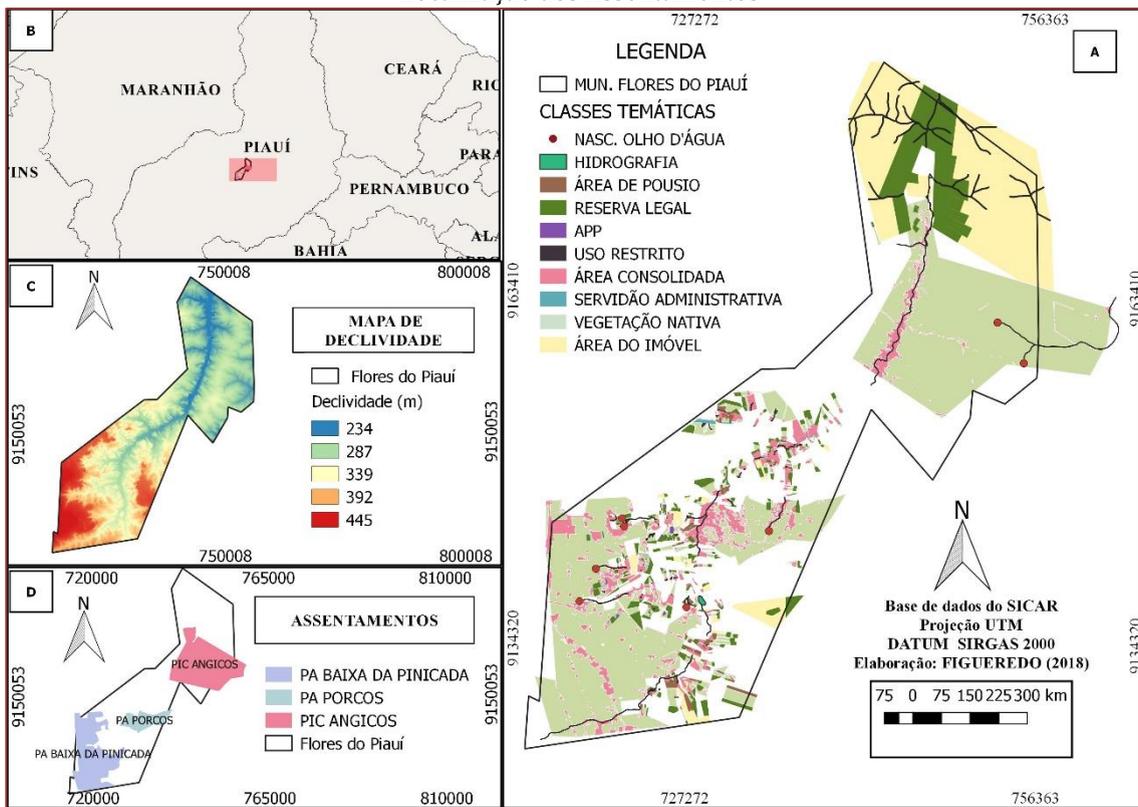
¹ Os dados das unidades territoriais com menos de 3 informantes estão desidentificados com o carácter X.

Tabela 1: Produção (Kg por ha)

ANOS	CULTURA		
	Banana	Castanha de caju	Manga
1990	1.266	200	-
1995	1.266	200	80
2006	12.500	360	-
2010	10.000	120	-

Fonte: IBGE – produção agrícola municipal, adaptado pelos autores (2018)

Figura 1: (A) Módulos cadastrados no SICAR, (B) Localização no Brasil, (C) Mapa de declividade, (D) Localização dos Assentamentos



Fonte: Autores (2018).

Dessa forma, os resultados mostram que há uma correlação entre a implementação de reforma agrária e o desenvolvimento local, visto que as medidas de desconcentração fundiária contribuem para o aumento da produção e renda. Da Figura 1 extrai-se que as principais áreas consolidadas com a agricultura estão localizadas nos projetos de reforma agrária implantados pelo INCRA.

4. CONCLUSÃO

A implantação dos Projetos de Assentamentos pelo INCRA no município de Flores do Piauí representou uma medida de desconcentração da terra, aumento da área plantada e aumento da produção, além de representar o aumento das ofertas de trabalhos no meio rural.

Dessa forma, compreende-se que as ações de reforma agrária e regularização fundiária devem ser priorizadas para o planejamento estratégico da região de estudo, eis que consideram os fatores endógenos para o desenvolvimento local, além de atividades menos agressivas ao meio ambiente, contribuindo dessa forma para fixação do homem no campo e a preservação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- [1] Alves, V. E. L. Mobilização e Modernização nos cerrados piauienses: Formação territorial no império do agronegócio. 2006. Dissertação. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006. Disponível em www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/.../doutorado_VicenteEudesLemosALVES.pdf. Acesso em 23 de abril de 2018.
- [2] Assis, R. L. de. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. *Econ. Apl.* vol.10 no.1 Ribeirão Preto Jan./Mar. 2006.
- [3] BRASIL, Decreto no 591, de 6 de julho de 1992. Atos Internacionais. Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais. Promulgação. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0591.htm. Acesso em 23 de abril de 2018.
- [4] BRASIL, IBGE, Ibge Cidades. 2018. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/flores-do-piaui/panorama>. Acesso em 18 de maio de 2018.
- [5] BRASIL, IBGE. Manual técnico da vegetação Brasileira. 2010. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2018.
- [6] Costa, H. R. N. da. Abordagem constitucional da reforma agrária. *Revista de Direito Agrário* ano 16. Nº14. Wellington dos Mendes Lopes (Dir.) Brasília INCRA. 2º semestre de 2000.
- [7] IBGE. Rendimento médio da produção das lavouras permanentes (série encerrada) de Flores do Piauí. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/106#resultado>. Acesso em 20 de maio 2018.
- [8] Leite, S. Impactos regionais da reforma agrária no Brasil: aspectos políticos, econômicos e sociais. In: Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA. Reforma agrária e desenvolvimento rural sustentável. Leite, Pedro Sisnando et alii (Org.). Brasília: Paralelo 15/Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento/MDA, 2000. p. 37-54.
- [9] Morin, E. A via para o futuro da humanidade. Tradução de Carvalho, E. de A. e Bosco, M. P. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.
- [10] Navarro, Z. S. Painel 1 - Governança agrária e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil. II Congresso Nacional dos Peritos Federais Agrários: Governança Agrária como política de Estado. Brasília, 28 nov a 1º dez 2016.
- [11] PIAUÍ, CEPRO. Diagnostico Socioeconômico de Flores do Piauí.2000. Disponível em http://www.cepro.pi.gov.br/download/201102/CEPRO28_338370f5cc.pdf. Acesso em 20 de maio de 2018.
- [12] Silva, A. J. da, et al. O antigo e o moderno no trabalho agrícola do sudoeste piauiense, os contrapontos da consolidação do agronegócio em Uruçuí. *Anais do XXX Congresso Latinoamericano de Sociología ALAS*. 2015.
- [13] Silva, F. H. B. B. da, et al. Descrição das principais classes de solos. EMBRAPA. Disponível em http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1113.pdf. Acesso em 20 de maio de 2018.

Capítulo 17

Variabilidade da precipitação diária no ABC Paulista e aplicação de regionalização

Andrea de Oliveira Cardoso

María Cleofé Valverde

Resumo: O ABC Paulista é uma região que sofre impactos decorrentes de chuva intensas, que podem ser diferenciados dependendo do local. Estudos indicam que fatores locais podem contribuir para o aumento da precipitação e mostram tendências positivas de precipitações intensas em centros urbanos, incluindo esta região. O presente trabalho objetiva conhecer a variabilidade espacial da precipitação diária sobre a região do ABC Paulista, visando caracterizar as principais diferenças e buscar uma discussão regionalizada dos aspectos semelhantes. Para tanto, utilizaram-se dados de precipitação diária de 11 estações pluviométricas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), no período de 1999 a 2016. Foram analisadas a sazonalidade da precipitação e a distribuição de parâmetros de precipitação diária, sendo realizada uma análise de agrupamento de chuvas diárias. Os resultados indicaram diferenças nas precipitações mensais e diárias ao longo da região, inclusive dentro de um mesmo município. Foi verificado um padrão de chuvas mais intensas e concentradas em áreas mais adensadas, que são amplificadas nos locais de maior altitude, e chuvas mais regulares em áreas mais vegetadas e com maior altitude. Estas diferenças sugerem a importância da condução de estudos pontuais para a caracterização dos padrões de chuvas e seus impactos.

Palavras-chave: ABC Paulista; variabilidade da precipitação; análise de agrupamento

1. INTRODUÇÃO

A precipitação é uma variável meteorológica que apresenta grande variabilidade espaço-temporal, pois é influenciada por diversos fatores de diferentes escalas, como por exemplo, na maior escala sofre influência da localização latitudinal, de fenômenos climáticos, da circulação geral da atmosfera, entre outros; em menor escala, tanto as características locais, como o relevo e a cobertura da superfície, a maritimidade/continentalidade, são exemplos de fatores que afetam o padrão de precipitação de um local. Além disso, a ocorrência de precipitação é favorecida por sistemas atmosféricos transientes, como por exemplo, frentes frias, massas de ar, ciclones/anticiclones, entre outros.

Os principais sistemas atmosféricos que contribuem para a ocorrência dos regimes de precipitação em regiões brasileiras são conhecidos e apresentados nos estudos de Cavalcanti et al., 2009. Reboita et al. (2010) em seu estudo sobre os regimes de precipitação na América do Sul realizaram uma regionalização da precipitação anual, que é bastante abrangente, com a especificação sazonal dos sistemas atmosféricos atuantes.

É importante conhecer a variabilidade da precipitação, nas várias escalas temporais, para assegurar um bom planejamento e a tomada de medidas preventivas, do ponto de vista do uso da água e operação de reservatórios, para fins de minimização dos impactos decorrentes de extremos de chuvas. Em meios urbanos a ocorrência de precipitação diária intensa pode causar grandes impactos, tais como deslizamentos, alagamento e inundações, afetando as atividades da população e aumentando o risco de desastres. Como alguns estudos (Silva Dias et al., 2013; Marengo et al., 2020) mostram uma tendência positiva na precipitação em cidades urbanizadas, aumenta ainda mais a preocupação sobre os possíveis impactos das chuvas se essas tendências permanecerem.

Alterações de fatores locais podem contribuir para o aumento da precipitação. De acordo com Pereira Filho et al. (2007), o aumento da temperatura e da precipitação e a diminuição da umidade relativa na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) estão relacionadas ao aumento da área urbana horizontal e vertical, sendo que a maioria dos episódios de chuvas mais intensas está relacionada aos efeitos da ilha de calor e circulação de brisa marítima.

Silva Dias et al. (2013) observou uma relação entre o crescimento populacional na cidade de São Paulo e a tendência de aumento da precipitação anual neste grande centro urbano. O mesmo estudo verificou um aumento mais pronunciado para precipitações diárias mais elevadas, indicando que as chuvas mais intensas se tornaram mais frequentes. Um outro estudo de tendências de precipitação, considerando 21 estações distribuídas na RMSP, verificou uma tendência de aumento de precipitações em somente quatro estações, no caso de precipitação superiores ou iguais a 30 mm por dia, no verão (Raimundo et al., 2014). A tendência de aumento de dias com precipitações extremas é também verificada em outros locais da cidade São Paulo, sendo destacado um aumento na frequência de chuvas diárias superiores a 65 mm na estação meteorológica localizada no bairro de Jardim São Paulo (zona norte da cidade), que se encontra em área mais urbanizada (Lima e Rueda, 2018). Isto reforça a forte variabilidade da precipitação no interior de grandes áreas urbanas, que são detectadas através de estudos de análises de séries históricas de chuvas diárias em diferentes locais. A tendência de aumento de precipitação, devido ao aumento da frequência de eventos chuvosos de maior intensidade, foi verificada em outros centros urbanos do Sudeste brasileiro (Zilli et al., 2017).

Um recente estudo de modelagem na RMSP realizado por Bender et al., (2019), para casos de tempestades severas, mostrou que em cenários de crescimento futuro da área urbana e aumento da altura dos edifícios, a precipitação deve apresentar comportamento diferenciado. O crescimento da área urbana na horizontal contribui para o aumento da instabilidade atmosférica e do cisalhamento do vento, conseqüentemente na intensidade da chuva, devido ao calor antrópico latente e sensível, liberando grandes quantidades de radiação de ondas longas que aquecem o ambiente urbano. Por outro lado, o crescimento urbano vertical traz uma tendência de supressão de precipitação e uma diminuição no cisalhamento do vento. Segundo os autores, a barreira do edifício deve evitar a fonte de instabilidade e cisalhamento do vento que a frente da brisa do mar traria para a área urbana.

Os extremos chuvosos no ABC Paulista também apresentam tendências positivas, quanto ao número de dias com chuvas iguais ou superiores a 50 mm, em todos os municípios da região (Valverde et al., 2018). Neste mesmo estudo foi verificado que anos com chuvas mais intensas, como 2010 e 2011, foram acompanhados por uma maior ocorrência de eventos hidrológicos e geodinâmicos. Relações significativas entre chuvas e episódios de deslizamentos na cidade de São Bernardo do Campo, pertencente ao ABC Paulista, foram identificadas por Molina et al. (2015), que se amplificam com o aumento de dias com chuvas anteriores ao evento.

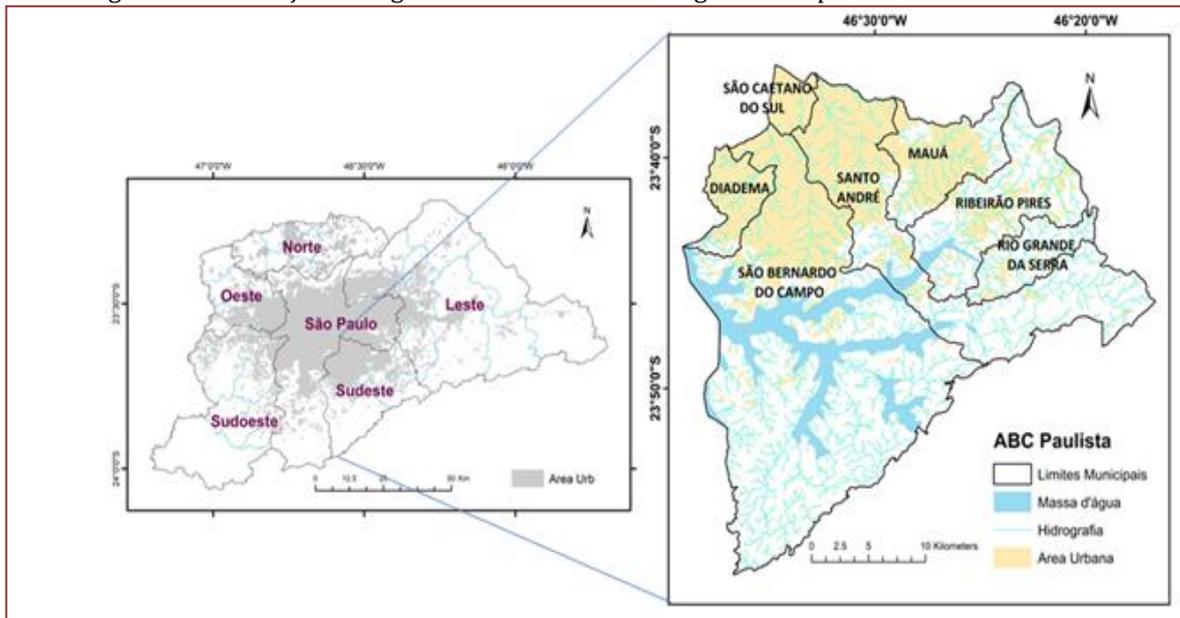
Diante dos indícios de aumento na frequência de precipitações intensas em meios urbanos, de que a precipitação apresenta grande variabilidade, e que a região do ABC Paulista já é fortemente afetada por chuvas intensas, evidenciando a sua vulnerabilidade aos extremos climáticos (Valverde, 2017), é importante conduzir estudos que aprofundem o conhecimento da variabilidade das chuvas nesta região. Neste contexto, o presente estudo objetiva conhecer a variabilidade espacial da precipitação diária sobre a região do ABC Paulista, visando caracterizar as principais diferenças e avaliar a possibilidade de agrupamento de locais com características semelhantes, buscando uma discussão regionalizada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO ESTUDADA

A região do ABC Paulista encontra-se localizada no setor sudeste da RMSP e está constituída por sete municípios: Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Mauá, Diadema, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra (Figura 1). No último censo do IBGE (2010), a região apresentava uma população total de 2.551.328, sendo que a população estimada para 2017 foi de 2.753.406. O ABC Paulista apresenta duas áreas bem definidas, a urbana e a de preservação ambiental (Figura 1), e historicamente foi o primeiro centro da indústria automobilística brasileira (Mercedes-Benz, Ford, Volkswagen e General Motors), e nesta região também se localiza a Refinaria de Capuava (Recap) pertencente à Petrobras. Em relação a sua hidrografia, toda a parte urbana da região se desenvolveu na várzea do rio Tamanduateí, afluente do rio Tietê. Já na área de preservação ambiental se localiza a represa Billings, que se originou do barramento do Rio Grande (Ramalho, 2007).

Figura 1: Localização da região do ABC Paulista na Região Metropolitana de São Paulo.



2.2 DADOS E METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da análise foram utilizadas séries históricas de precipitação diária de 11 localidades do ABC Paulista no período de 1999 a 2016, provenientes do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), todas elas localizadas na área urbana do ABC Paulista. Este conjunto, com estações distribuídas por toda a região de estudo, foi escolhido por conter séries diárias longas, com período recente e coincidente e com poucas falhas. A Tabela 1 apresenta os detalhes das estações pluviométricas utilizadas, destacando o nome do município e a sigla adotada neste trabalho, o nome da estação, o prefixo do DAEE, o código adotado como referência, a localização geográfica e o período disponível.

Tabela 1: Detalhes das estações pluviométricas utilizadas.

Município (sigla)	Nome	Prefixo DAEE	Código adotado	Latitude	Longitude	Período disponível
Mauá (MA)	Noemia	E3-156	N_156	-23,67	-46,47	1999-2016
	Zaíra	E3-157	Z_157	-23,65	-46,44	1999-2016
São Bernardo do Campo (SBC)	Jardim do Mar	E3-161	JM_161	-23,68	-46,55	1999-2016
	Vila do Tanque	E3-162	VT_162	-23,72	-46,53	1999-2016
Santo André (SA)	Campestre	E3-159	C_159	-23,65	-46,55	1999-2016
	Lucinda	E3-160	L_160	-23,63	-46,52	1999-2016
São Caetano do Sul (SCS)	Barcelona	E3-163	B_163	-23,62	-46,56	1999-2016
	Vila Prosperidade	E3-085	VP_085	-23,62	-46,55	1943-2017
Diadema (DIA)	Diadema	E3-158	D_158	-23,68	-46,61	1999-2016
Ribeirão Pires (RP)	Ribeirão Pires	E3-155	RP_155	-23,71	-46,42	1999-2016
	Guapituba	E3-239	G_239	-23,70	-46,44	1972-2018

O ciclo sazonal da precipitação para cada posto estudado foi obtido através da média para cada mês do ano no período de 1999 a 2016, simultâneo para todas as estações, considerando a precipitação acumulada mensal. Estas médias mensais foram comparadas, entre os postos e os meses.

Foi realizada a comparação de padrões de precipitação diária, com base na variabilidade interanual, desconsiderando os mesmos dados diários faltantes em todas as séries, ou seja, mantendo somente os períodos simultâneos em todo o conjunto analisado, viabilizando assim uma comparação mais realista entre as estações. Para essa comparação, gerou-se séries anuais das seguintes variáveis: precipitação diária média; quantil de precipitação extrema diária, relativo ao percentil de 85%; número de dias com chuva; e número médio de dias consecutivos com chuva, considerando somente dias com chuva. Estas informações foram representadas através de gráficos de *boxplot*, que permite avaliar a distribuição empírica destes parâmetros no período de dados disponível. O *boxplot*, ou diagrama de caixa, é um gráfico que retrata a dispersão dos dados através de cinco parâmetros: a mediana, primeiro, segundo e terceiro quartil, valor máximo e mínimo e os *outliers* (Wilks, 2006).

Para avaliar a similaridade espacial dos padrões de precipitação diária, realizou-se uma análise de agrupamento, considerando informações de precipitação diária média anual. Para tanto, aplicou-se a análise de agrupamento hierárquica (análise de *cluster*) baseada nas distâncias euclidianas entre os pontos, obtida pela equação (1), que mostra a distância entre dois pontos (x_i e x_j) fornecendo a dissimilaridade entre diferentes variáveis (ou grupos). O critério utilizado para definir a distância dentro do grupo, associada aos demais grupos, é baseado no método de máxima distância de agrupamento (*complete - linkage*), que tende a formar grupos mais homogêneos e numerosos, sendo o mais rigoroso (Wilks, 2006), pois leva em conta a máxima diferença. Neste caso, mantém-se a maior distância euclidiana entre um membro de G_1 e um membro de G_2 , de acordo com a equação (2). Para identificar o estágio da análise que apresenta a quantidade de grupos mais adequada realizou-se a inspeção do gráfico das distâncias entre os grupos, como função do estágio da análise. Neste caso, considera-se que no ponto onde for verificada uma alteração evidente da distância entre os grupos (um salto), pode-se considerar que o processo de separação é suficiente, sendo definido como ponto de parada aquele que antecede ao grande aumento da distância. Desta forma, determina-se a quantidade de grupos que sairá da análise.

$$d_{ij} = \|x_i - x_j\| = \left[\sum_{k=1}^K (x_{i,k} - x_{j,k})^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

$$d_{G_1, G_2} = \max_{i \in G_1, j \in G_2} [d_{ij}] \quad (2)$$

Os parâmetros de entrada considerados na análise de *cluster* correspondem às informações geográficas dos postos estudados e aos indicadores de precipitação diária, considerando somente os dias com chuva, sintetizados anualmente para o período de 1999 a 2016. A seguir são indicados estes parâmetros, acompanhados da abreviatura considerada para mencioná-los nos resultados:

- Informações geográficas latitude (LAT), longitude (LON) e altitude (ALT);
- Média anual da precipitação diária média (Prec. Méd.);
- Máximo anual da precipitação diária média (Prec. Max.);
- Percentis anuais de 95% (P95), 85% (P85), 65% (P65), 35% (P35) e 15% (P15) da precipitação diária média;
- Média anual do número de dias com chuva (N. dias chuva);
- Média anual do número de dias consecutivos com chuva (Méd. N. dias consec. chuva);
- Máximo anual do número de dias consecutivos com chuva (Max. N. dias consec. chuva).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ciclo sazonal da precipitação nos municípios do ABC Paulista é bem definido, com estação chuvosa no verão e poucas chuvas no inverno, o que é típico da maior parte do Sudeste brasileiro. Esse padrão já tinha sido identificado por Valverde et al., (2018 e 2020) em todos os municípios do ABC Paulista. No entanto, ao se comparar a média mensal em 17 anos recentes (1999-2016) com o período climatológico de 1968-1998 (Valverde et al., 2018) observam-se diferenças entre as amplitudes da precipitação nas estações pluviométricas destes municípios (Figura 2), que são mais expressivas entre outubro e março. Estas diferenças podem ser decorrentes ao período de analisado, à localidade das estações, ou devido a contribuição destes dois fatores.

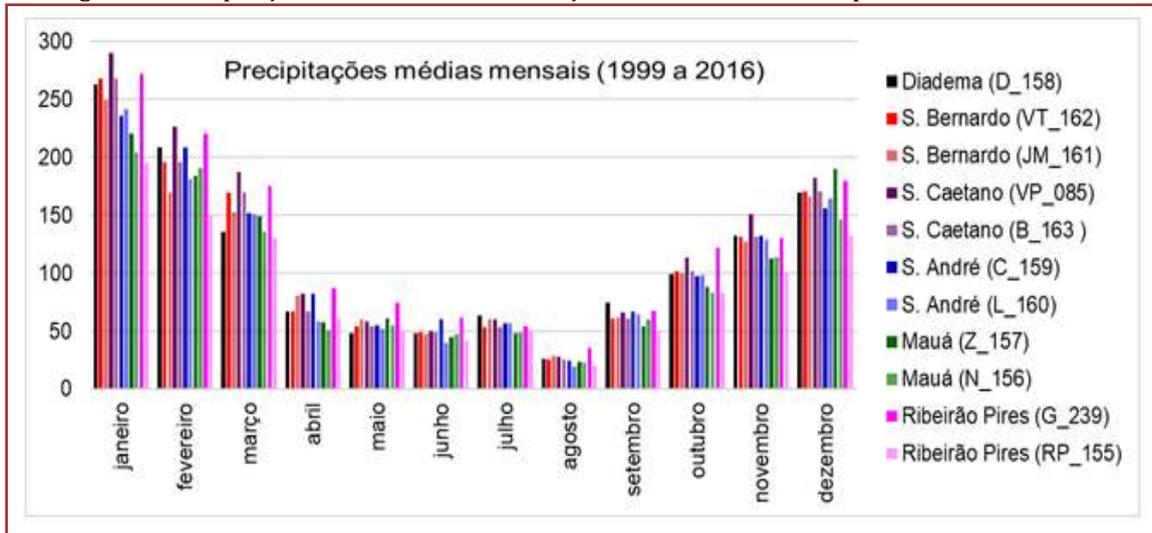
A diferença nas intensidades da chuva entre municípios e entre locais de um mesmo município depende muito do meio físico (altitude e relevo) e do tipo de ocupação de solo. Climatologicamente, o setor sul do ABC Paulista, que corresponde à área de preservação ambiental, é a área com as maiores intensidades de chuva. Teixeira (2017) estudou o padrão de chuvas em São Bernardo do Campo e encontrou que em média, a intensidade da precipitação em áreas de preservação ambiental e da represa *Billings*, do município, é 2,5 vezes maior do que na área urbana.

Embora a análise desta pesquisa inclua apenas estações pluviométricas que se localizam na parte urbana do ABC Paulista foi possível observar as diferenças entre os locais dos postos pluviométricos num período mais recente. Destacam-se diferenças entre estações de um mesmo município, como no caso de Ribeirão Pires (RP), que chove mais no posto de Guapituba (G_259) em praticamente todo o ano. Este posto está localizado na região noroeste do município, afastado aproximadamente 3 km da área mais densamente urbana do município, e está próximo de áreas com maior vegetação.

Já, São Caetano do Sul (SCS), com o segundo mais alto valor de densidade demográfica do ABC Paulista³, e para dois postos pluviométricos localizados no setor leste do município, o posto de Vila Prosperidade (VP_085) mostrou maiores intensidades em meses mais chuvosos. Ainda, comparando as intensidades de chuva no posto de Vila Prosperidade em SCS (VP_085) e de Guapituba em RP (G_259), se observou para os meses de máxima chuva que na Vila Prosperidade em média a chuva foi maior (Figura 2).

³ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-caetano-do-sul/panorama>

Figura 2: Precipitação média mensal das estações do ABC Paulista, no período de 1999 a 2016.



A Figura 3 mostra a localização dos postos pluviométricos G_259 em RP e VP_085 em SCS. Observa-se a clara diferença entre o tipo de uso e ocupação do solo. Enquanto na região SCS há áreas completamente construídas, impermeabilizadas e com certo grau de verticalidade, em RP observam-se grandes regiões com vegetação e pouca área construída e impermeabilizada.

Estudos na RMSP afirmam que episódios de chuvas mais intensas apresentam tendências de aumento em áreas urbanas verticalizadas, e de grande concentração populacional (Pereira Filho et al., 2007; Silva Dias et al., 2013). Para os municípios do ABC Paulista, um recente estudo sobre o Clima Urbano na região (Valverde et al., 2020) mostrou uma relação direta entre os municípios mais adensados como é o caso de Diadema e SCS com uma maior intensidade das ilhas de calor e eventos de chuvas mais intensos em curtos períodos de tempo.

No entanto, nesse estudo se observa que em áreas não muito adensadas e verticalizadas como o observado no posto G_259 em RP (Figura 3) as chuvas também são intensas.

Figura 3 – Localização do posto pluviométrico G_259 em Ribeirão Pires (a) e do posto VP_085 em São Caetano do Sul (b). O círculo vermelho indica um raio de 1 km a partir da localização dos postos pluviométricos. A linha azul indica o limite do município. Figuras elaboradas com base no Google Earth.



A partir dos dados disponíveis é verificada uma grande variabilidade anual da precipitação diária, conforme indicado pelo *boxplot* de parâmetros anuais de precipitação diária (Figura 5). A estação de Diadema (D_158) destaca-se em termos de dispersão, com assimetria positiva para a precipitação diária média, caracterizada pela caixa mais alongada para valores acima da mediana do que abaixo (Figura 5a), e para o limiar extremo do percentil 85% (Figura 5b). Isto significa que nos anos analisados são observados alguns dias com precipitações extremas e elevadas em Diadema, tendendo a superar os valores diários precipitados nos demais municípios, o que não fica evidente através das médias mensais. Em contrapartida, o número de dias com chuva e consecutivo com chuva são menores (Figuras 5c e 5d), considerando os dados disponíveis. Isso pode corroborar que chuvas diárias extremas acontecem, considerando que os elevados valores de precipitações médias diárias (Figura 5a). É importante ressaltar que o município de Diadema é o que tem a maior taxa de densidade demográfica no ABC Paulista⁴, e como já observado para SCS, esta característica pode influenciar também nos extremos diários.

Nas estações de Santo André (C_159 e L_160) também ocorrem valores diários extremos (Percentil 85%), mas a dispersão ao longo dos anos é menor (Figura 5b). A estação de Zaíra – Mauá (Z_157) apresenta grande dispersão com relação ao percentil 85% (Figura 5b), chegando a atingir valores elevados (superiores a 50 mm). A localização da estação Zaíra em Mauá em relação ao outro posto analisado no mesmo município (N_156) apresenta características específicas de alta declividade e maior altitude, o que pode influenciar também na intensidade da chuva, devido aos efeitos orográficos. O município de Mauá apresenta um relevo muito ondulado ao longo da sua extensão, e muitos bairros se formaram na periferia e nas suas áreas mais altas (morros) de nascentes, como é o caso do bairro Zaíra (Figura 4). Essa rugosidade contribui para que os ventos nessa região sejam predominantemente do sudoeste (SW-W) no período da tarde, principalmente no verão e na primavera, trazendo os ventos úmidos do mar (Valverde et al., 2020). Estas características de vento e de relevo pode contribuir para a maior intensidade de chuva sobre Zaíra – Mauá (Z_157).

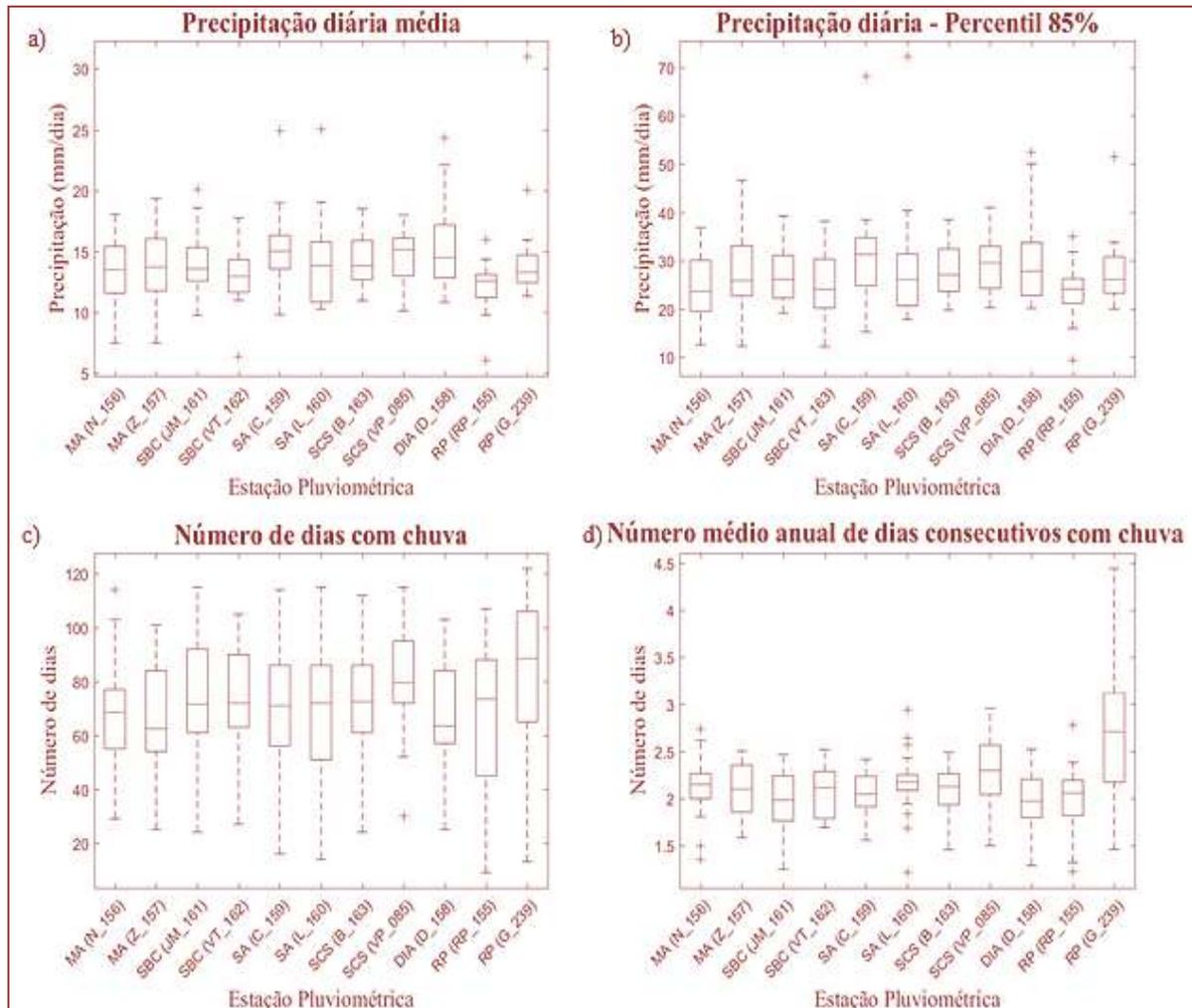
As estações de Guapituba em Ribeirão Pires (G_259) e de Vila Prosperidade em São Caetano do Sul (VP_085) apresentam um número maior de dias com chuva (Figura 5c), sendo superior no caso de Guapituba, o que indica uma maior regularidade da precipitação durante o ano, ou seja, o total de chuva anual não está concentrado em poucos dias. Esta última estação também apresenta uma menor variabilidade da precipitação diária (média e percentil 85%) e um maior número de dias consecutivos com chuva (Figuras 5b e 5d), o que também contribui para este padrão de chuvas mais regulares e melhor distribuídas ao longo do ano.

Figura 4 : Localização do pluviômetro Z_157 no bairro de Zaíra na região norte de Mauá. A linha azul indica o limite do município. Figura elaborada com base no Google Earth.



⁴ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/diadema/panorama>

Figura 5: *Boxplot* de parâmetros anuais da precipitação diária, no período de 1999 a 2016, conforme: a) Precipitação diária média; b) Limiar de precipitação diária para o percentil de 85%; c) Número de dias com chuva e d) Número médio de dias consecutivos com chuva.



Os parâmetros de entrada considerados na análise de cluster estão apresentados na Tabela 2 e correspondem às informações geográficas dos postos estudados e aos parâmetros de precipitação diária, extraídos da série anual de precipitação diária média diária, considerando somente os dias com chuva, no período de 1999 a 2016.

Através dos valores dos parâmetros de precipitação diária e a aplicação da análise de agrupamento foi possível identificar cinco grupos (Figura 6) com características distintas. De um modo geral foi verificada uma separação das estações internas a um mesmo município, exceto no caso de São Caetano do Sul.

Um destes grupos é composto por apenas uma estação (G1, em cor ciano na figura 6), por apresentar o padrão mais distinto de precipitação diária, em comparação as demais estações. Este grupo é composto pela estação de Ribeirão Pires (Guapituba) que apresenta um número elevado de dias com chuva e de dias consecutivos com chuva, em comparação as demais estações (Tabela 2), e já descrita nos parágrafos anteriores. Apesar de serem verificadas semelhanças com as outras estações do ABC Paulista, com relação às precipitações diárias máxima e média, os percentis inferiores (15% e 35%) possuem valores mais elevados. Estes fatores indicam que neste local, que é mais vegetado e com maior altitude, a precipitação tende a ser mais regular.

Tabela 2: Conjunto de dados de precipitação e parâmetros considerados na análise de cluster.

Código	Município	LAT	LON	ALT	Prec. Méd.	Prec. Max.	P95	P85	P65	P35	P15	N. dias chuva	Méd. N. dias consec. chuva	Max. N. dias consec. chuva
N_156	Mauá (Noemia)	-23,67	-46,47	767	10,50	74,12	40,76	20,69	9,31	2,53	0,75	88,61	2,09	7,67
Z_157	Mauá (Zaira)	-23,65	-46,44	784	10,65	76,58	40,46	22,19	9,17	2,38	0,67	88,28	2,11	7,39
JM_161	S. Bernardo do Campo (Jardim do Mar)	-23,69	-46,56	757	11,50	78,42	42,15	24,75	10,37	2,93	0,91	89,00	1,98	6,67
VT_162	S. Bernardo do Campo (Vila do Tanque)	-23,72	-46,54	801	10,72	79,51	42,18	22,02	8,83	2,69	0,92	91,61	2,11	7,67
C_159	Santo André (Campestre)	-23,65	-46,55	769	11,98	82,61	48,12	24,75	10,11	2,64	0,69	87,94	2,03	7,00
L_160	Santo André (Lucinda)	-23,63	-46,52	794	10,98	73,33	41,88	23,96	9,78	2,43	0,68	88,89	2,14	7,78
B_163	São Caetano do Sul (Barcelona)	-23,62	-46,56	745	11,45	77,11	41,34	23,61	10,96	2,89	0,76	89,94	2,05	7,17
VP_085	São Caetano do Sul (Vila Prosperidade)	-23,62	-46,55	753	11,88	79,94	42,95	25,17	11,17	2,83	0,78	99,22	2,24	8,28
D_158	Diadema	-23,68	-46,61	776	12,74	85,25	46,70	26,78	11,81	3,12	0,79	83,83	1,96	6,39
RP_155	Ribeirão Pires	-23,71	-46,42	758	9,25	73,73	36,20	17,80	7,69	2,14	0,70	85,28	2,00	7,11
G_239	Ribeirão Pires (Guapituba)	-23,70	-46,44	827	10,44	79,69	38,71	20,32	8,57	3,22	1,47	131,89	2,91	13,50

O segundo grupo formado (G2) é composto por duas estações (Santo André – Campestre C_159 e Diadema D-158, em cor rosa na figura 6). Este grupo se destaca por conter estações com valores mais elevados de precipitação diária, tanto média, máxima como relacionada aos limiares de precipitação extrema (percentis de 85% e 95%), conforme tabela 2, e coerente com os grandes desvios positivos observados na figura 4. Em contrapartida, apresentam um número inferior de dias com chuva e consecutivos com chuva, comparado às demais estações do ABC Paulista, o que indica chuvas concentradas e intensas nestas localidades, com destaque para Diadema.

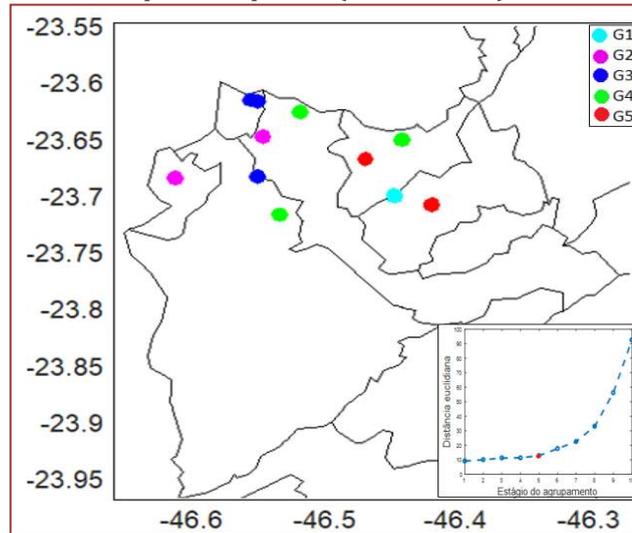
As estações de São Caetano do Sul foram agrupadas com a estação mais a norte de São Bernardo do Campo (Jardim do Mar JM_161), no terceiro grupo (G3). Estas estações apresentam altitudes semelhantes e características intermediárias em termos do número de dias com chuva e dos totais de precipitação diária média e extrema. A estação Vila Prosperidade (leste de São Caetano do Sul) apresenta um número maior de dias com chuva em relação às demais do grupo.

Outro grupo mais numeroso (G4, em cor verde na figura 6) inclui estações de três municípios distintos, São Bernardo do Campo (Vila do Tanque VT_162), Santo André (Lucinda L160) e Mauá (Zaira Z_157). Este grupo também apresenta precipitações diárias intermediárias em termos da precipitação média e dos percentis, sendo ligeiramente menores do que as do grupo anterior e com número de dias consecutivos com chuva um pouco maior. No entanto, a maior diferença em relação ao G3 é que as estações estão localizadas em altitudes mais elevadas. Apesar das similaridades em termos dos padrões de chuvas diárias e das altitudes, há diferenças no tipo de uso e ocupação de solo, havendo no caso de Zaira e de Vila do Tanque (Bairro Montanhão) moradias mais precárias, que elevam a vulnerabilidade da população aos impactos das chuvas intensas.

O último grupo (G5, em cor vermelha na figura 6), que inclui a outra estação de Ribeirão Pires (região central RP_155) e a de Mauá (Noemia N_156), apresenta precipitações diárias menos elevadas em termos de médias em comparação aos grupos anteriores. Especialmente para o caso de Ribeirão Pires, os totais de precipitação diária, os percentis analisados e principalmente o número de dias com chuva e consecutivos com chuva são inferiores ao da outra estação do mesmo município (G_239), apresentando menor regularidade da precipitação. Estas estações, que se encontram em áreas adensadas, possuem altitudes

semelhantes, inferiores à da vizinha do mesmo município, e proximidade geográfica que podem ter contribuído para o agrupamento.

Figura 6: Mapa indicando os grupos formados pela análise de cluster, destacando a localização de cada membro do grupo. Na base direita destaca-se a distância euclidiana pelo estágio do agrupamento e o ponto de parada (em vermelho).



Esta análise auxiliou na visualização de diferenças da precipitação diária entre as estações analisadas, havendo uma tendência de maior regularidade e maiores precipitações diárias médias em locais com maiores altitudes e em áreas menos adensadas e mais vegetadas. No entanto, nos aspectos de precipitação extrema notam-se grandes semelhanças, no que se refere a elevadas diferenças nos totais de precipitação associadas às categorias de chuvas extremas em comparação a normalidade, por exemplo, as diferenças entre os valores dos percentis diários de 65% e 85% são maiores do que o dobro do percentil de 65%, sendo ainda mais atenuada no caso de Diadema. Além disso, os valores relacionados aos extremos diários, como demonstrado pela precipitação máxima, P95 e P85 (Tabela 2), sugerem que em toda essa região ocorrem eventos extremos de chuvas com totais muito elevados, que podem implicar em impactos no meio urbano. Isso já é uma realidade, pois a região do ABC é muito impactada com os eventos extremos de chuva, provocando inundações, alagamentos, enxurradas e deslizamentos (Molina et al., 2015; Valverde, 2017; Damaceno et al., 2018; Ferreira et al., 2019; Santos et al., 2019 e Brambila et al., 2019).

Estes resultados, reforçam a necessidade de aprofundar o conhecimento da variabilidade espacial da chuva diária nos municípios do ABC Paulista, pois, conforme demonstrado nesse trabalho, locais em um mesmo município possuem comportamentos diferenciados de intensidade e frequência de precipitação diária.

4. CONCLUSÕES

Este estudo evidenciou diferenças com relação à precipitação mensal e diária, entre os municípios do ABC Paulista e entre estações dentro de um mesmo município, que podem ser expressivas em alguns casos. Tais diferenças devem ser levadas em conta em estudos da relação da precipitação com processos influenciados por esta variável, tais como deslizamentos, enchentes, inundações, entre outros.

Há diferenças locais entre a intensidade, distribuição e variação interanual da precipitação diária. A partir da análise de regionalização verificou-se a importância da contribuição dos parâmetros relacionados à amplitude dos totais pluviométricos diários, distribuição temporal da precipitação e altitude da estação, sendo estes os fatores determinantes para o agrupamento.

As precipitações diárias, em relação a sua amplitude e como se distribuem ao longo do ano, tendem a se diferenciar entre os locais mais urbanizados (adensados) daqueles com mais áreas verdes, ou seja, em geral as precipitações diárias são mais intensas e menos regulares nas áreas mais adensadas. Em contrapartida, em áreas verdes, a chuva é mais distribuída ao longo do ano. Os locais com altitudes mais

elevadas, também apresentaram precipitações diárias mais intensas, o que pode agravar o impacto da chuva em áreas adensadas. Ainda em termos de extremos, os limiares de precipitação diária apresentaram valores elevados para toda a região, o que significa que em qualquer local do ABC Paulista pode ocorrer chuva diária intensa bem superior à média.

Estes resultados reforçam a importância da qualidade da distribuição espacial de dados de chuva, tanto quanto de históricos temporais, que viabilize uma boa cobertura de registros de precipitação ao longo da região, para fins de aprofundamento de estudos de clima urbano. Também sugere a importância da condução de estudos pontuais, nos casos de análises de impactos das chuvas, dada a grande variabilidade da precipitação ao longo da região. Neste contexto, também é importante considerar que diferenças de uso e ocupação do solo podem acarretar diferenças no impacto da precipitação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio técnico da Universidade Federal do ABC e ao apoio financeiro da FAPESP, por meio do Processo 2016/14563-5.

REFERÊNCIAS

- [1] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Cidades. 2010. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama> >. Acesso em: 27 abril 2018.
- [2] BENDER, A.; FREITAS, E. D.; MACHADO, L. A. T. The impact of future urban scenarios on a severe weather case in the metropolitan area of São Paulo. CLIMATIC CHANGE, v. 156, p. 471-488, 2019.
- [3] BRAMBILA, R.; VALVERDE, M. C.; SANTOS, D. F. F.; FERREIRA, M. C. A. . IDENTIFICAÇÃO DE EVENTOS EXTREMOS CHUVOSOS ATRAVÉS DO MÉTODO DOS PERCENTIS, EM SANTO ANDRÉ, REGIÃO DO ABC. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019, Foz de Iguaçu. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019.
- [4] CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; Silva Dias A. Tempo e Clima no Brasil. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. v. 1. 463p.
- [5] DAMACENO, A. D. O.; CARDOSO, A. O.; PAIVA, C. F. E. Frequência de deslizamentos no município de Mauá-SP associados a episódios de precipitação. In: XX Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2018, Maceió. Anais do XX CBMET - Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2018.
- [6] FERREIRA, M. C. A.; VALVERDE, M. C.; SANTOS, D. F. F.; BRAMBILA, R. A Sub bacia do Ribeirão dos Meninos SP e as inundações urbanas. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019, Foz de Iguaçu. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019.
- [7] LIMA, G. N.; RUEDA, V. O. The urban growth of the metropolitan area of Sao Paulo and its impact on the climate. Weather and Climate Extremes, v. 21, p. 17-26, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2018.05.002>.
- [8] MARENGO, J. A., AMBRIZZI, T., ALVES, L. M., BARRETO, N. D. J. D. C., REBOITA, M., & RAMOS, A. Changing Trends in Rainfall Extremes in the Metropolitan Area of Sao Paulo: Causes and Impacts. Frontiers in Climate, 2, 3. 2020.
- [9] SANTOS, D. F. F.; VALVERDE, M.C.; BRAMBILA, R. ; FERREIRA, M. C. A. Inundações na Bacia do Rio Tamandateí – Santo André: Estudo de caso dos dias 10 e 11/03/2019. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019, Foz de Iguaçu. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019.
- [10] FERREIRA, M. C. A.; VALVERDE, M. C. ; SANTOS, D. F. F. ; BRAMBILA, R. . A Sub bacia do Ribeirão dos Meninos SP e as inundações urbanas. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019, Foz de Iguaçu. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019.
- [11] MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2007.
- [12] MOLINA, E. A.; CARDOSO, A. O.; NOGUEIRA, F. R. Relação Precipitação-Deslizamento no Município de São Bernardo do Campo – SP. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37, p. 46–54, dx.doi.org/10.5902/2179460X16214, 2015.
- [13] PEREIRA FILHO, A. J. et al. Impactos antrópicos no clima da Região Metropolitana de São Paulo. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 30, p. 48-56, 2007.
- [14] RAIMUNDO, C. C.; SANSINGOLO, C. A.; MOLION, B. L. Tendências das classes de precipitação na região metropolitana de São Paulo. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 29, n.3, p. 397-408, dx.doi.org/10.1590/0102-778620130655, 2014.

- [15] RAMALHO, D. Rio Tamanduateí – Nascente à Foz: percepções da paisagem e processos participativos. *Paisagem Ambiente: ensaios*, São Paulo, n. 24, p. 99-114, 2007.
- [16] REBOITA, M. S.; M. S., GAN, M. A.; DA ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, p. 185-204, 2010.
- [17] SILVA DIAS, M. A. F.; DIAS, J.; SILVA DIAS, P. L.; FREITAS, E. D.; CARVALHO, L. M. V. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. *Climatic Change*, v. 116, Issue 3–4, p. 705–722, 2013.
- [18] TEIXEIRA, P. S.; VALVERDE, M. C. Avaliação da suscetibilidade e vulnerabilidade do bairro Montanhão – São Bernardo do Campo – SP aos impactos das chuvas. In: VII Simpósio Internacional de Climatologia, Petropolis – Rio de Janeiro. 2017.
- [19] VALVERDE, M. C. The interdependence of climate and socioeconomic vulnerability in the ABC Paulista region. *Ambiente & Sociedade*, v. 20, p. 39-60, 2017.
- [20] VALVERDE, M. C.; CARDOSO, A. O.; BRAMBILA, R. B. O padrão de chuvas na região do ABC Paulista: os extremos e seus impactos. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 22, p. 165-187, 2018.
- [21] VALVERDE, M.C.; COELHO, L. H.; CARDOSO, A. O. ; PAIVA JUNIOR, H. ; BRAMBILA, R. ; BOIAN, C. ; MARTINELLI, P. ; VALDAMBRINI, N. M. Urban climate assessment in the ABC Paulista Region of São Paulo, Brazil. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, v. 735, p. 139303, 2020.
- [22] WILKS, D.S. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences: an introduction*. San Diego: Academic Press, Second Edition, 2006. 628 p.
- [23] ZILLI, M. T.; CARVALHO, L.; LIEBMANN, B.; SILVA DIAS, M. A. A comprehensive analysis of trends in extreme precipitation over southeastern coast of Brazil. *International Journal of Climatology* 37, n. p. 2269-2279, 2017.

Capítulo 18

Mensuração de vulnerabilidade na escala de detalhe para mapeamento de riscos: Uma proposição inicial

Fernando Rocha Nogueira

Samia Nascimento Sulaiman

Vitor Vieira Vasconcelos

Rafael Costa e Silva

Beatriz Oliveira de Carvalho

Resumo: Este artigo discute a metodologia de mapeamento de riscos em encostas consolidada ao longo dos últimos trinta anos no Brasil, apontando sua limitação enquanto instrumento de análise voltada para subsidiar a tomada de decisões por não incluir efetivamente a mensuração da vulnerabilidade. Reflete sobre a vulnerabilidade como componente da construção social do risco e como componente intrínseco de sua causalidade. Apontam-se algumas proposições de procedimentos para uma análise multiescalar do risco, empregando o modelo de progressão da vulnerabilidade associado ao método do detalhamento progressivo da cartografia geotécnica. Sugere ainda alguns indicadores para a avaliação da vulnerabilidade em escala de detalhe.

Palavras-Chave: riscos ambientais-urbanos; análise de riscos; vulnerabilidade

1. INTRODUÇÃO

As primeiras emergências da temática dos riscos (de desastres) no Brasil estiveram muito associadas a movimentos de massas (escorregamentos e processos correlatos), a assentamentos precários (vilas, favelas e loteamentos irregulares) e a procedimentos da geologia de engenharia e da engenharia geotécnica. Nogueira (2002) observou que a inclusão do risco como um dos componentes de precariedade a ser tratado na urbanização de favelas resultou da compreensão não apenas das características do meio físico que, quase sempre, são inerentes aos terrenos ocupados por tais assentamentos urbanos, mas também da predominância de ocorrência de desastres em áreas de ocupação precária e irregular.

O processo de percepção da relação precariedade-risco-desastres incentivou a elaboração das primeiras metodologias de diagnóstico (cartografia geotécnica) de risco em assentamentos precários, essencialmente qualitativas, de baixo custo e com execução relativamente rápida (AMARAL, 1989; CERRI; CARVALHO, 1990; CERRI, 1992; GUSMÃO FILHO *et al*, 1993).

Carvalho (2000) indicava que:

“a maneira mais simples de se tratar a probabilidade em análises de risco consiste em se atribuir à possibilidade de ocorrência de processo de instabilização, níveis definidos de forma literal (possibilidade de ocorrência baixa, média ou alta, por exemplo). Esta é a base para as análises de risco de caráter qualitativo, em que um profissional experiente avalia o quadro de condicionantes e indícios da ocorrência de processo de instabilização, compara as situações encontradas com modelos de comportamento e, baseado em sua experiência, hierarquiza as situações de risco em função da possibilidade de ocorrência do processo num determinado período de tempo (geralmente um ano).”

Macedo (2001) elaborou um roteiro para redução de subjetividade nestes diagnósticos de riscos de grande utilidade prática, replicado na publicação do Ministério das Cidades (CARVALHO *et al*, 2007). Essas metodologias foram sendo validadas e constituindo procedimentos relativamente consensuais entre os técnicos e especialistas (CERRI *et al*, 2007). Tal consenso metodológico foi institucionalizado em agosto de 2003, durante o 1º Seminário Nacional de Controle de Risco em Assentamentos Precários nas Encostas Urbanas, promovido na cidade do Recife pelo Ministério das Cidades, quando se adotou a referida metodologia como referência (CARVALHO *et al*, op.cit.) para os Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR). Foi e continua sendo aplicado amplamente nos mapeamentos de risco, predominantemente voltados a processos associados a movimentos de massa, tendo sido utilizado em mais de duas centenas de municípios em todo o país (MORETTI, 2015, p. 273-275). Tais mapeamentos têm sido importantes instrumentos para manejo de atendimentos de emergência, estruturação de Planos Preventivos de Defesa Civil, orientação de obras localizadas de engenharia ou de remoções de moradias para mitigação de riscos e, inclusive, de intervenções para redução de riscos em projetos de urbanização de favelas.

No entanto, considera-se que a referida metodologia é bastante limitada para subsidiar intervenções de engenharia para urbanização de favelas ou planos locais de redução de riscos.

Em artigo publicado no II SIBRADEN, Nogueira; Schwab (2007) já registravam a limitação dos resultados de diagnóstico de risco ali apresentados, afirmando que poderiam ter melhor qualidade se *“estivessem apoiados por metodologias mais consistentes que incorporassem a vulnerabilidade como um elemento efetivo da identificação e análise de risco. Tais metodologias somente seriam possíveis se produto de reflexões e práticas multidisciplinares, interdisciplinares”*. Os autores afirmavam ainda que *“a evolução deste campo de conhecimento passa por fóruns que integrem a pesquisa acadêmica e a gestão pública, as estratégias da gestão de risco (identificação e análise, intervenção estrutural, prevenção e informação pública) às ações da gestão ambiental-urbana e os diversos atores envolvidos com o tema. Disto podem surgir objeto, terminologia e métodos comuns”*.

Moretti (2015) avalia a limitação da metodologia consolidada para fornecer orientação para tratamento de riscos em urbanização de favelas. E, registrando dificuldades metodológicas e da escassez de referências alternativas, acrescenta um problema conceitual: como entender, avaliar e medir a construção social do risco e estabelecer intervenções abrangentes e adequadas neste ambiente tão intensamente modificado e antropomorfizado que são as favelas? Recorre ao engenheiro colombiano Omar Dario Cardona (2007, p.2) para externar o grande desafio:

Mas, como medir a vulnerabilidade ou as condições de instabilidade se o conceito captura uma realidade causal de efeitos adversos mais ampla que a que denota a fragilidade física dos elementos expostos? A vulnerabilidade dos assentamentos

humanos ante os fenômenos naturais, por exemplo, está ligada intimamente aos processos sociais que aí se desenvolvem, não depende apenas da suscetibilidade física do contexto material, mas da fragilidade social e da falta de resiliência ou capacidade de recuperação dos elementos expostos frente a ameaças de diferentes tipos. Ou seja, é necessário descrever ampla e integralmente a vulnerabilidade, reconhecendo que nela há aspectos que são dependentes da ameaça e outros que não são, mas que agravam a situação, e que a valoração pode ser feita mediante indicadores ou proxies com fins de monitoramento ou acompanhamento, na perspectiva de controle e não da verdade física.

Na revisão da ampla bibliografia produzida nas últimas décadas sobre vulnerabilidade e sobre proposição de indicadores de vulnerabilidades para avaliação de risco, observam-se trabalhos com focos de objeto e escalas bastante diferenciados (por exemplo, ALVES, 2006; DUTRA, 2011; IWASA *et al*, 2013; PEREZ, 2013, entre outros). Contudo, nenhum dos estudos apresentou indicadores que contemplassem a vulnerabilidade na escala de detalhe ou a tivessem aplicado com resultados no mapeamento de riscos associados a escorregamentos.

Desde 2013, vem se articulando, em torno do Laboratório de Gestão de Riscos- LabGRIS da Universidade Federal do ABC – UFABC, um grupo multiprofissional de pesquisadores docentes e discentes de pós graduação e graduação, trabalhando com as seguintes linhas de pesquisa: (1) construção social do risco, (2) metodologias para cartografia de risco, avaliação e quantificação de riscos de desastres e (3) gestão de riscos em níveis regional e local. Após trabalhar, entre 2014 e 2017, na elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização de oito municípios da Região Metropolitana de São Paulo, este grupo interdisciplinar pretende aprofundar-se numa revisão dos procedimentos metodológicos dos Planos Municipais de Redução de Riscos. Não tendo encontrado modelo a ser adotado, seja por inadequação ou diversidade de objeto, foco ou escala, um dos itens a ser trabalhado, com aplicação piloto prevista em assentamentos precários do município de Franco da Rocha, na Região Metropolitana de São Paulo, é a incorporação da vulnerabilidade como elemento componente do risco em diagnóstico na escala de detalhe. A intenção do presente artigo é trazer algumas reflexões e proposições preliminares para o debate.

2. A VULNERABILIDADE COMO COMPONENTE DA CONSTRUÇÃO SOCIAL DO RISCO

A gestão de risco é definida como o conjunto de decisões administrativas, estruturas organizacionais, decisões institucionais (leis, planos, recursos orçamentários) e conhecimentos técnico-científicos e operacionais desenvolvidos por sociedades para a implementação de políticas, estratégias e fortalecimentos das capacidades a fim de reduzir o impacto de desastres ambientais e tecnológicos consequentes. Tais políticas têm como objetivo prevenir, tratar e restaurar os danos causados por um desastre, e de acordo com Cardona (2007) um grupo cada vez maior de dados e experiências demonstram que a adoção de estratégias proativas para a redução de riscos produz benefícios sociais e econômicos consideráveis. É nesse contexto que a definição conceitual de risco e vulnerabilidade e a elaboração de indicadores para a análise das causas e do estágio de evolução são indispensáveis para uma política de gestão de riscos efetiva, prospectiva e contínua.

Desde a década de 1990, os desastres, de externos à sociedade, passaram a ser interpretados como resultado, uma consequência social de uma lógica interna e subjacente à comunidade. Nesse contexto, cientistas sociais desenvolveram investigações sobre as características locais que tornavam as populações vulneráveis a desastres naturais, relacionando vulnerabilidade e desenvolvimento (BLAIKIE *et al*, 1996). O desenvolvimento, quando expresso por processos territoriais, como uso, ocupação e transformação do solo, e processos setoriais como o fluxo de bens e serviços, tem uma relação profunda com a geração e acumulação de riscos. Desta forma, tem influência de ameaças e vulnerabilidades, naturais e antropogênicas dos diferentes elementos ou componentes expostos..

A intensificação da urbanização no final do século XX provocou o adensamento dos grandes centros urbanos e a necessidade de políticas públicas para gestão deste espaço. Todavia, cada vez mais os desastres ambientais têm gerado impactos sobre as populações residentes nesses centros, infraestruturas e economias. É notória a complexidade dos processos e a transformação deste cenário urbano, afetado por riscos e agravantes socioambientais. No Brasil, particularmente nos assentamentos precários (favelas, vilas, comunidades) que ocupam áreas pouco aptas à ocupação urbana com técnicas e recursos muito limitados, a relação entre as vulnerabilidades dos ocupantes e a interferência da precariedade na produção dos perigos é muito explícita, seja nos materiais ou nos processos potenciais

associados.

A vulnerabilidade pode ser compreendida como a incapacidade de uma comunidade absorver os efeitos de uma determinada mudança em seu meio ambiente e se adaptar a ela. Essa incapacidade demanda olhar o risco a partir de multicausalidades: como “condição preexistente” ou exposição potencial ao risco/desastre (vulnerabilidade biofísica); como “resposta social” pela capacidade de resistência e resposta frente à ameaça (vulnerabilidade social); e como “ameaça do lugar” que relaciona tanto a vulnerabilidade biofísica como a social, submetidas à análise do território (vulnerabilidade territorial) (CUTTER *et al.*, 2003). Nesse contexto, fala-se em vulnerabilidade global, composta de diferentes “vulnerabilidades”, que, de um ângulo particular, permitem a análise do fenômeno global, podem ser estruturada nas seguintes dimensões: natural, física, econômica, social, política, técnica, ideológica, educativa, cultural, ecológica e institucional (WILCHES-CHAUX, 1993). A compreensão das componentes da vulnerabilidade global, além de mostrar em detalhe as dimensões que a compõem, apresenta-nos sua relação com o território, uma vez que sua análise e representação pode ser efetuada em diferentes escalas, de acordo com o objetivo de tal análise, a necessidade quanto a representação e a escala adequada para cada uma das dimensões (LAVELL, 1996).

Essa perspectiva coloca em questão o paradigma tecnocêntrico (HEWITT, 1983; STEINBERG, 2000; VEYRET, 2007) que ainda tem fundamentado o entendimento de um desastre como resultado da força externa do mundo físico, separada das forças humanas e de sua organização social, cabendo ao homem desenvolver soluções técnicas, com obras de engenharia, baseadas na perspectiva de segurança e proteção frente às ameaças naturais, sem atuar sobre as questões sociais das cidades. Perspectiva que não responde às problemáticas globais e locais colocadas pelas mudanças ambientais e climáticas. Frente a esta complexidade e às incertezas científicas relacionadas à intensidade, localidade e ocorrência destes fenômenos ambientais e aos riscos associados a eles, suscitou-se a necessidade de praticar um novo modelo de conhecimento e tomada de decisão, e o entendimento da vulnerabilidade como componente da construção social do risco é de extrema pertinência e necessidade no cenário atual e futuro.

Os trabalhos de Blaikie *et al.* (1996) são referência metodológica, apontando diferentes escalas, tempos e espaços na análise da vulnerabilidade como um processo socio-histórico de desdobramentos e interrelações. Por meio de um modelo de pressão de desastres, a vulnerabilidade pode ser compreendida em suas causas profundas, suas pressões dinâmicas e condições inseguras (Figura 1).

Pode-se dizer que essas três etapas, representam diferentes escalas para análise da vulnerabilidade. As “causas profundas” são aquelas que se encontram distantes do problema concreto, relacionadas a questões de estruturas macroeconômicas, políticas e demográficas, que influenciaram no modelo de organização social e na distribuição de recursos entre indivíduos das diferentes classes sociais. As “pressões dinâmicas” são resultados de processos que derivam das “causas profundas”; como exemplo, podemos citar as ocupações em locais ambientalmente sensíveis, falta de participação política entre outros elementos. As “condições inseguras” são a materialização da vulnerabilidade no tempo e espaço, como as edificações com padrão construtivo precário, acúmulo de lixo pontual nas proximidades das habitações, desemprego, baixa escolaridade e a falta de infraestrutura em áreas periféricas, como redes de drenagem por exemplo (Blaikie *et al.*, 1996).

Os autores, portanto, encadeiam três escalas de análise da vulnerabilidade que permitem aprofundar a “leitura da realidade” para que possamos interpretar o que está posto, pressuposto e subentendido: visualizar os elementos concretos (os assentamentos precários em morros que apresentam condições inseguras), relacionar com os processos que produziram aquele cenário de risco (como falta de moradias, migração, degradação ambiental) que são pressões dinâmicas do desenvolvimento das cidades; e transcender para o modelo de organização social e as ideologias do desenvolvimento urbano (como segregação socioespacial, interesses políticos, imobiliários que são as causas profundas). Identificando as condições inseguras (o que está posto), pressões dinâmicas (o que está pressuposto) e as causas profundas (o que está subentendido), encontramos a vulnerabilidade como componente da construção social do risco. Essa perspectiva está contida especialmente no Marco de Ação de Sendai, de 2015, que deu maior visibilidade aos fatores subjacentes que causam vulnerabilidades (pobreza, mudanças demográficas, arranjos institucionais, políticas mal formuladas, ou aquecimento global) tanto nas análises e diagnósticos, quanto nas medidas práticas.

Figura 1: Modelo de pressões para um desastre – Progressão da vulnerabilidade



Fonte: Adaptado de Blaikie *et al.* (1996). Traduzido por Sulaiman (2014)

3. A VULNERABILIDADE COMO UM ELEMENTO DA CAUSALIDADE DO RISCO INDISPENSÁVEL À PROPOSIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Marandola & Hogan (2004) entendem análise de risco como a investigação sobre um determinado problema empírico, ligado ao planejamento e à gestão do território, voltada para subsidiar a tomada de decisões. Esta rápida delimitação de conceitos vai no sentido de dar clareza às proposições. Estes autores citam Rowe (1987), para quem a análise de risco é uma ferramenta voltada a fornecer informações científicas para a tomada de decisão, ou seja, a análise do risco é encarada como uma ferramenta da política. Na citação de Carvalho (2000), transcrita à página 2, o autor considera a análise de risco como uma “opinião de especialista”

Ressaltando que a manifestação ou a percepção do risco é fundamental para que haja tomada de decisão, Cardona (2007, p.2) ressalta a complexidade envolvida na análise de “uma abstração de um processo de transformação que denota simultaneamente possibilidade e realidade”, é algo “imaginário e escorregadio” “que parece só existir no futuro e reflete um estado indesejável de realidade. Por fim, aponta que o risco se dimensiona

“estimando um estado de realidade indesejável ao longo do tempo, algumas consequências ou efeitos adversos como resultado de processos naturais ou de atividades humanas (...). Esta noção implica que existem vínculos causais entre ações e efeitos, e que efeitos indesejáveis podem ser evitados ou reduzidos se as ações causais forem evitadas ou modificadas. O conceito subjacente da realidade causal corresponde ao conceito de vulnerabilidade.”

Portanto, a análise de riscos em um determinado ambiente envolve a compreensão da causalidade, da temporalidade, da possibilidade e da espacialização do alcance e severidade das consequências de um perigo. Para isso, é necessário estudar e caracterizar os processos físicos que configuram o perigo, de origem natural, socionatural (na qual o ambiente transformado pela ação antrópica gera processos induzidos) ou tecnológica. Em nosso País, a ampla maioria das ameaças de qualquer natureza foi construída socialmente, pelo uso e ocupação do solo, pela atividade humana, pela história de construção dos territórios nas diferentes escalas.

Por isso, o entendimento do processo passa pelo estudo das interferências antrópicas no meio físico. Muitas vezes, os processos locais apresentam causalidades situadas em outros locais. E, como este

processo físico somente se constituirá em perigo e será um componente do risco se houver uma população (indivíduos, infraestrutura ou sistemas produtivos localizados em determinado território) exposta e vulnerável, ou seja, frágil frente a tal processo, a análise de risco também precisa entender todos os fatores e dimensões da vulnerabilidade.

Isto implica em observações diretas, mensurações quantitativas e qualitativas e identificação de fatores subjacentes ou “ocultos”. Envolve especialidades diversas e interdisciplinaridade na análise multifocal do território: aí está a complexidade conceitual do risco. Sem este diagnóstico integral, sem apontar o conjunto da causalidade para subsidiar a tomada de decisão sobre a intervenção necessária para reduzir o risco, podemos observar infinitudes de intervenções de engenharia limitadas a responder ao perigo, que sempre deixam abertas as possibilidades para a reconstrução dos riscos (Zuquim *et al*, 2016).

4. A MENSURAÇÃO DA VULNERABILIDADE NA ESCALA DE DETALHE: PROPOSIÇÃO DE ALGUNS PROCEDIMENTOS E INDICADORES

A construção social do risco envolve processos de construção social de perigos (por meio da ocupação e transformação do meio físico – cortes, aterros, depósitos de coberturas artificiais de encosta, exposição e movimentação de solo, interferência nos fluxos superficiais de águas, etc.) e de construção social da vulnerabilidade, envolvendo exposição, fragilidades e falta de capacidade de resposta ou falta de resiliência. Moura (2018) adapta uma formulação apresentada por Nogueira (2002), introduzindo “na conversa” a resiliência como contraposição à vulnerabilidade:

$$R = P (fA) * C (fV) * r^{-1},$$

onde risco é o resultado da convolução da probabilidade P de ocorrência do processo físico A, em local e intervalo de tempo específico e com características determinadas, causando consequências C em função da vulnerabilidade V, podendo ser modificada pelo aumento da resiliência individual ou coletiva.

A Geologia de Engenharia acumulou um acervo de conhecimentos que permite indicar procedimentos para avaliação da potencialidade, do estágio de evolução, do volume e da previsão da severidade e do atingimento do processo físico. No entanto, como entender e mensurar os demais componentes da análise de riscos, não necessariamente de forma quantitativa, mas com elementos que permitam recolher a complexidade descrita por Cardona à página 3 deste artigo ou pelo modelo de progressão exposto na Figura 1 e propor medidas para mitigar o risco e aumentar a resiliência da comunidade exposta?

A nossa proposição preliminar parte do entendimento que a análise de riscos e sua espacialização cartográfica são instrumentos do planejamento e gestão do território. No campo do Planejamento Territorial e Urbano, tem sido muito destacada a necessidade de análises multiescalares para o entendimento dos processos, causas e tendências locais (CEPAL, 2017).

Cerri *et al* (1996) e Zaine (2000) propuseram o método de detalhamento progressivo para a cartografia geotécnica, definindo etapas sucessivas com diferentes escalas e objetivos de investigação. Coutinho (2013) e Sobreira; Souza (2014) utilizaram este método para orientar as metodologias das cartas geotécnicas propostas pela Lei 12608 de 2012 (Tabela 1).

O modelo do detalhamento progressivo, com os níveis escalares representados pelas cartas de suscetibilidade (geral), aptidão à urbanização (semi detalhe ou intermediário) e risco (detalhe) pode ser aplicado e relacionado às escalas de “progressão de vulnerabilidade” propostas por Blaikie *et al* (1996) para a análise de riscos de um determinado território (assentamento urbano, favela, loteamento, porção de um bairro, microbacia), onde as “causas profundas” são avaliadas na escala 1:25.000, as “pressões dinâmicas” na escala 1:10.000 e as “condições inseguras” são observadas na escala de detalhe, prioritariamente em campo. A Tabela 2 sintetiza a proposição preliminar de estudos que permitiriam esta integração no diagnóstico de riscos, na concepção dos autores.

⁵ Conceito matemático que indica concomitância e mútuo condicionamento

Tabela 1: Síntese do Método de Detalhamento Progressivo.

	1ª Etapa-Geral	2ª Etapa-Intermediária	3ª Etapa-Detalhe
Produtos	Cartas geotécnicas de suscetibilidade, na escala 1:25.000.	Cartas geotécnicas de aptidão à urbanização, na escala 1:10.000.	Cartas de risco, em escala maior ou igual a 1:2.000.
Objetivos	Caracterização do meio físico, identificando limitações e potencialidades.	Fornecer subsídios para o planejamento do uso e ocupação (e de parcelamentos) do solo urbano.	Subsidiar a análise de riscos e propor intervenções estruturais e não estruturais para solucionar problemas já instalados.

Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado Zaine (2000) e Sobreira; Souza (2014) .

Tabela 2: Síntese do mapeamento de riscos com progressão da vulnerabilidade.

	1ª Etapa-Geral	2ª Etapa-Intermediária	3ª Etapa-Detalhe
Produtos	Mapa de vulnerabilidade da área urbana do município, frente à suscetibilidade a deslizamentos e inundações, escala 1:25.000.	Mapa de vulnerabilidade da área estudada frente à aptidão geotécnica à urbanização do terreno, escala 1:10.000	Mapa de riscos na escala de detalhe
Objetivos	Identificar as macroforças econômicas, demográficas e políticas que atuam na expansão urbana e as dinâmicas sociais no território municipal. Relacionar com características do meio físico e suscetibilidade a processos geo e hidrodinâmicos. Caracterizar o assentamento estudado.	Identificar a precariedades e vulnerabilidades presentes na área de estudo.	Subsidiar intervenções emergenciais e estruturantes que reduzam o grau de risco dos elementos expostos.
Procedimentos	Análise de segregação socioespacial comparando os dados sociodemográficos de setores censitários sobre assentamentos precários e a cidade formal. Os dados censitários também apresentam informações relevantes sobre precariedades na área estudada, como infraestrutura de água, esgoto, lixo drenagem, energia, pavimentação, iluminação pública. Podem-se cruzar os dados sociodemográficos com a setorização de suscetibilidade a processos geo e hidrodinâmicos, espacialização de ocorrências registradas pela defesa civil local e outros problemas ambientais relatados no município, como realizado por Young (2013) para refletir se os assentamentos precários coincidem com as áreas de maior risco, em um contexto de injustiça e segregação socioambiental. É possível modelar essas relações espacialmente com base em modelos de entropia como o <i>MaxEnt</i> (CAROTENUTO <i>et al.</i> , 2017).	Análise de vetores de expansão das áreas com distintas vulnerabilidades e análise de acessibilidade em contextos de desastres, utilizando séries temporais de uso do solo a partir de imagens de satélite de alta resolução e localização de infraestrutura e de serviços urbanos. Os vetores de expansão podem ser caracterizados por modelos de mudança de uso do solo, como realizado por Feitosa <i>et al.</i> , (2014). Complementarmente, também podem ser utilizados mapas multivariados de kernel para as tendências de expansão, como implementado por Costa e Leite (2017). A análise de acessibilidade pode incluir mapas de proximidade ou de linhas isócronas de tempo de acesso para resgate e para internação em relação a localização das infraestruturas urbanas. Cruzar com setores de aptidão geotécnica .	Pré-análise em fotos oblíquas obtidas por meio de drones. Observações de campo que associem indicadores de processos físicos (perigos) a indicadores observáveis de vulnerabilidade a serem definidos em função de características locais/regionais. Análises estatísticas pós-campo podem investigar relações estatísticas entre itens marcados em fichas de campo e a opinião final dos especialistas quanto aos graus de vulnerabilidade e risco. Dados características de vulnerabilidade obtidas de cadastros habitacionais podem ser espacializados a partir de técnicas de Kernel, como realizado por Gomes (2017).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o município de Franco da Rocha, onde se fará o estudo piloto da proposição aqui apresentada, foram selecionados os seguintes indicadores de vulnerabilidade na escala de detalhe, passíveis de verificação direta em vistoriais de campo:

- 1 - Moradores idosos, deficientes, dependentes químicos ou alcoólicos;
- 2- Evidências de fragilidade construtiva, de instabilidade estrutural ou de degradação significativa da edificação;
- 3- Acúmulo de lixo significativo no entorno da moradia;
- 4- Evidência clara de perigo ou impacto ou dano à moradia por ocorrência pretérita, sem que haja providência observável de reparo ou mitigação por parte do morador;
- 5- Desorganização espacial e/ ou adensamento excessivo das edificações na área vistoriada, afetando fluxos de drenagem superficial
- 6- Lançamento desorganizado de águas servidas sobre taludes.
- 7 - Acessibilidade reduzida por vielas, sem acesso a veículos automotivos.
- 8 - Acessibilidade reduzida devido a vias não-pavimentadas com dificuldade de acesso no caso de chuvas.
- 9 - Tempo de ocupação da área, indicando tanto as condições de estabilidade do terreno quanto a possível construção de laços sociais;
- 10 - Evidências de tendências de expansão de moradias sobre áreas de risco.

5. CONCLUSÕES

Cardona (2007) considera que os atributos de qualidade de um modelo de mensuração de riscos são sua aplicabilidade (no sentido da adequação do modelo ao problema, de seu alcance e completude), sua transparência (estruturação do problema, a facilidade de uso, a flexibilidade, a adaptabilidade e a replicabilidade do modelo), sua apresentação (visualização e a compreensão dos resultados) e sua legitimidade (referente ao controle e validação dos resultados, à possibilidade de verificação e à aceitação e consenso com os tomadores de decisão e demais atores). Aponta que *“do cumprimento destes atributos ou propriedades da técnica de avaliação dependerá seu pedigree científico”*.

Os conceitos e proposições aqui apresentados deverão, portanto, buscar seu aprimoramento e validação na aplicação piloto em andamento no município de Franco da Rocha.

Ficam, no entanto, por meio do presente artigo, expostos desde já ao debate e contribuições.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, H. P.F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun. 2006.
- [2] AMARAL, C. Mapa de risco de escorregamentos da favela do Salgueiro, Rio de Janeiro, RJ. In: SIMPOSIO DE GEOGRAFIA FISICA APLICADA, 3. Atas. Nova Friburgo, Rio de Janeiro: UFRJ, 1989. p. 278-90.
- [3] BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres. *La RED (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina)*. Disponível em: <http://goo.gl/yX70tD>, Acesso em: 22/05/2018.
- [4] CARDONA, O.D. Midiendo lo inmedible. Indicadores de vulnerabilidad y Riesgo. *La Red – Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*. 2007. Disponível em: http://www.desenredando.org/public/articulos/2007/articulos/omar/Midiendo_lo_inmedible_ODC_LaRed.pdf. Acesso em maio 2018.
- [5] CAROTENUTO, F., ANGRISANI, A. C., BAKTHIARI, A., CARRATÙ, M. T., Di MARTIRE, D.,
- [6] FINICELLI, G. F., ... & CALCATERRA, D. A new statistical approach for landslide susceptibility assessment in the urban area of Napoli (Italy). In: *WORKSHOP ON WORLD LANDSLIDE FORUM* (pp. 881-889). Springer, Cham, 2017.

- [7] CARVALHO, C. S. Análise quantitativa de riscos e seleção de alternativa de intervenção: exemplo de um programa municipal de controle de riscos geotécnicos em favelas. In: WORKSHOP SOBRE SEGUROS NA ENGENHARIA, 1, 2000, São Paulo. Anais. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 2000. P.49-56.
- [8] ; MACEDO, E. S. de; OGURA, A. T. (Org.) Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. 2007.
- [9] CEPAL. COMISSÃO ECONOMICA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE. Panorama del desarrollo territorial en América Latina y el Caribe. Agendas globales de desarrollo y planificación multinivel. Santiago: CEPAL/ONU, 2017.
- [10] CERRI, L. E. S. Prevenção e controle de acidentes geológicos urbanos associados a escorregamentos no Brasil: proposições técnicas fundamentadas na realidade socioeconômica brasileira. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO SOBRE RISCO GEOLOGICO URBANO. 2. Anais.
- [11] Pereira, Colômbia: CARDER/INGEOMINAS/ EAFIT/ AGID/ IUGS/ IAEG/ ONAD. s/p, 1992a. Mapeamento de riscos a deslizamentos em encostas. In: CARVALHO, C. S.; GALVAO,
- [12] T. (org.). Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para elaboração de Políticas Municipais /- Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, p. 46-55
- [13] ; CARVALHO, C. S. Hierarquização de situações de risco em favelas do município de São Paulo, Brasil - critérios e metodologia. In: SIMPOSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLOGICO URBANO, 1, 1990, São Paulo. Anais. São Paulo: ABGE, 1990, p.150-57.
- [14] ; AKIOSSI, A.; AUGUSTO FILHO, O. & ZAINE, J.E. (1996). Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método de detalhamento progressivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, VIII. Rio de Janeiro, 1996. Anais... São Paulo, ABGE.v.2, p.537- 548.
- [15] .; NOGUEIRA, F. R.; CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. de; AUGUSTO FILHO, O. Mapeamento de riscos em assentamentos precários no Município de São Paulo (SP). São Paulo, UNESP, Geociências, v.26, n.2, São Paulo, 2007, p.143-150.
- [16] COUTINHO, R.Q. (coord.) Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais. Brasília, Ministério das Cidades/ GEGEP/UFPE. 2013.
- [17] COSTA, F.C.; LEITE, M.A.P. (2017). Mapa de tendência à ocupação como auxílio à Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização: Experiência do município de Ribeirão Pires – SP. In: WORKSHOP BRASILEIRO PARA AVALIAÇÃO DE AMEAÇAS, VULNERABILIDADES,
- [18] EXPOSIÇÃO E REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES, I. Anais. São Bernardo do Campo, BRAHVE, CEMADEN. 2017.
- [19] CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability environmental hazards”, In: Social Science Quarterly, vol. 84, nº 2, pp. 242-261, 2003.
- [20] DUTRA. R. C. Indicadores de vulnerabilidade no contexto da habitação precária em área de encosta sujeita a deslizamento. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- [21] FEITOSA, F.; MARETTO, R. V.; MONTEIRO, A. M. V. URBIS-Caraguá: Um Modelo de Simulação Computacional para a Investigação de Dinâmicas de Ocupação Urbana em Caraguatubá, SP. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, ABEP, 2014, São Pedro. Encontro. São Paulo: Abep, 2014. p. 1 - 19.
- [22] GOMES, A. H. Desigualdades raciais em assentamentos precários: um estudo em três favelas de São Bernardo do Campo. Dissertação de Mestrado. Programa de Planejamento e Gestão do Território, UFABC. 2017.
- [23] GUSMAO FILHO, J. A.; ALHEIROS, M. M.; SILVA, J. M. J. Mapeamento de risco das encostas ocupadas do Recife. GUSMAO ENG. ASSOCIADOS. URB/ CODECIR. Relatório Técnico. Três mapas 1:10.000, anexos. 1993.
- [24] HEWITT, K. (ed.) (1983) Interpretations of Calamity. Boston: Mass Allen & Unwin.
- [25] IWASA, O.Y.; et al. Vulnerabilidade da ocupação em setores de risco a movimentos gravitacionais de massa e inundação no Município de Luís Alves, Santa Catarina. In: 14 o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2013, Rio de Janeiro. Anais. São Paulo: ABGE, 2013.
- [26] LAVELL, A. Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano: Problemas y Conceptos. In Fernández, M.A.Ciudades en Riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres. LA RED. USAID, Lima, Perú, 1996.
- [27] MACEDO, E.S. de. Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). IGCE - Universidade Estadual Paulista, UNESP, 2001.
- [28] MARANDOLA Jr., E., HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. Geosul, Florianópolis, v. 19, n. 38, p 25-58, 2004.

- [29] MORETTI, R.S. (coord.). Urbanização de assentamentos precários no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento na Região do ABC. MCTI/CNPq/MCidades: Relatório final, 269p.2015. NOGUEIRA, F.R. Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal. 266 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- [30] , SCHWAB, N. Identificação e análise de riscos associados a múltiplos processos ambientais em assentamentos precários de Florianópolis, SC. e a lacuna da vulnerabilidade. In: SIBRADEN – SIMPÓSIO NACIONAL DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, Santos, SP, 2007. Anais...ABGE, 2007.
- [31] PEREZ, L.P. Índice de vulnerabilidade urbana a alagamentos e deslizamentos de terra em função de eventos extremos de clima na Região Metropolitana de São Paulo: uma proposta de método. Tese (Doutorado em Geografia) - - Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- [32] ROMERO, G. y A. MASKREY (1993), Como entender los desastres naturales. In: MASKREY, A. (compil.) Los desastres no son naturales. Colombia: Tercer Mundo Editores, La RED, pp. 1-7. STEINBERG, T. (2000) Acts of God: The Unnatural History of Natural Disaster in America. 2 ed. Nova Iorque: Oxford University Press.
- [33] SOUZA, L.A.; SOBREIRA, F.G. Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais: Estudo de caso de Ouro Preto. Brasília, 2014. SULAIMAN, S. N.. De que adianta? O papel da educação para prevenção de desastres naturais. Tese (Doutorado em Educação), FEUSP-USP/IUACA-UA, São Paulo, 2014.
- [34] VEYRET, Y. (org) Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, pp. 23-80.
- [35] VIEILLAND-BARON, H. (2007) Os riscos sociais. In: VEYRET, Y. (org) Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Trad. Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, pp. 275- 316.
- [36] ZUQUIM, M. L.; NOGUEIRA, F. R.; MORETTI, R. S. ; CANIL, K. Remanescência da ilegalidade, da irregularidade, da precariedade e dos riscos pós-urbanização de favelas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE URBANIZAÇÃO DE FAVELAS, II, 2016, Rio de Janeiro. Anais do II
- [37] URB Favelas. Rio de Janeiro: IIPUR/UFRJ, p. 1-15, 2016.
- [38] WILCHES-CHAUX, G. (1993), La vulnerabilidad global. In: MASKREY, A. (compil.) Los desastres no son naturales. Colombia: Tercer Mundo Editores, LA RED, pp. 8-37,
- [39] YOUNG, A.F.. Urbanization, environmental justice, and social-environmental vulnerability in Brazil. In: Urbanization and Sustainability. Springer Netherlands, 2013. p. 95-116.

Autores

ALAN MONTEIRO BORGES

Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2009-2013), Mestrado em Engenharia Naval pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Naval - UFPA (2015-2017). Atualmente é Coordenador da Faculdade de Engenharia Civil-FAEC-Unifesspa (Portaria Nº 1178/2019). É Professor do Magistério Superior, dedicação exclusiva, lotado no Instituto de Geociências e Engenharias - IGE, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Unifesspa, atuando na área de Engenharia dos Transportes, Linha de Pesquisa em Planejamento dos Transportes, Operação dos Transportes e Planejamento e Infraestrutura Hidroviária. Membro da Comissão de Projetos de Extensão - IGE/Unifesspa. Membro da Comissão de Gestão Administrativa e de Pessoas - IGE/Unifesspa. Membro da Comissão Permanente de Pessoal Docente-CPPD da Unifesspa. Membro da comissão Especial de infraestrutura - IGE/Unifesspa. Membro do Grupo de Pesquisa "Tecnologia do Ambiente Construído" da Faculdade de Engenharia Civil da Unifesspa. Faz parte do Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) ligado Ministério da Educação - MEC. Foi Membro da Comissão de Pesquisa - IGE/Unifesspa. Foi bolsista de pesquisa e apoio técnico do Grupo Mobilidade Territorial e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia no Instituto de Tecnologia da UFPA. Trabalhou na iniciativa privada na área de Engenharia de Transportes (Projetos de BRT - Bus Rapid Transit).

ALEXANDRE DUARTE WASHINGTON

Na UFMG, formou-se no Bacharelado em Ciência da Computação (1992) e na Licenciatura em Matemática (1996). Também na UFMG, concluiu o Mestrado em Matemática Pura (2002). Recentemente, concluiu o curso do Programa de Especialização Docente pelo Centro Lemann da Universidade de Stanford (2018). Foi professor universitário de 1997 até 2018. Desde 2018 é professor efetivo da Escola Estadual Maurício Murgel, nível ensino médio, em Belo Horizonte - MG. Atualmente atua na Escola de Formação da SEE-MG, incluindo a gravação de aulas na Rede Minas para o programa "Se Liga na Educação" (3º ano do ensino médio). Publica artigos em periódicos indexados. Escreve livros ou capítulos de livros. Ultimamente, tem pesquisado sobre as possibilidades do ensino de Matemática usando programação, especialmente através da linguagem Python.

ALINE HELOISA RAUH HARBS KONELL

Estudante de Engenharia Têxtil na Universidade Federal de Santa Catarina, atuou entre os anos de 2014 e 2019 em diferentes grupos de pesquisa com foco em tingimento têxtil, educação ambiental e biopolímeros naturais. Realizou no ano de 2019 estágio em instituto de pesquisa na Alemanha , com foco em têxteis inteligentes e tecnologias de dispersão.

ALOÍSIO SOUSA DA SILVA JÚNIOR

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Campus Marabá, Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Marabá Industrial. Possui experiência como Cadista de projetos arquitetônicos para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para a criação de modelos tridimensionais (3D) e estruturais, por meio da Secretaria Municipal de Mineração, Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia (SICOM). Lecionou as disciplinas de Física e Matemática durante o período de 2017 à 2019, no núcleo preparatório Operante Pré Militar. Foi bolsista do Programa de Monitoria Geral da disciplina de Física Geral II no primeiro semestre de 2020 e atualmente é bolsista do Programa de Monitoria Geral - edição especial para o Período Letivo Emergencial (PLE) da disciplina de Física Geral I pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), além disso, opero como estagiário de Engenharia Civil pela Secretaria Municipal de Segurança Institucional (SMSI).

ALYSSON SANTOS RESENDE

Engenheiro Civil pela UFMG em 1998. Especialista em construção civil - materiais pela UFMG em 2000. MBA em Gestão Empresarial pela FGV com módulo internacional no "College of Business of

Ohio University" em 2014. Autor e co-autor em 05 artigos técnicos nos congressos SEFE8 (2015), XIX COBRAMSEG (2018) e SEFE9 (2019). Participante no DFI-INDIA 2017 Conference, IIT Madras – Chennai – Índia/2017. Palestrante em mesa redonda durante o SEFE8-Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, 23 a 25 de junho de 2015. Engenheiro responsável da Arcos Engenharia de Solos de 2012 a 2018 tendo acompanhado e executado mais de 300 provas de carga bidirecionais.

ANA LÚCIA DANTAS

Possui graduação em Física Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1992), mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1995) e doutorado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1999). Em 2005, fez pós-doutorado na Universidade do Colorado de Colorado Springs (UCCS), nos EUA. Também se tornou Pesquisadora Associada Senior da UCCS. Atualmente é professora adjunto da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Desde 2006 é pesquisadora do CNPq e tem experiência na área de Física, com ênfase em Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas, atuando principalmente em temas relacionados com sistemas magnéticos nanoestruturados e aplicações biomédicas.

ANA PAULA SERAFINI IMMICH BOEMO

Professora Adjunta na Universidade Federal de Santa Catarina. Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Maria (2003), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2009). Tem experiência na área de Engenharia Química, atuando principalmente na área têxtil e de materiais poliméricos. Em 2011 concluiu seu Pós-Doutorado em Engenharia Química pela Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Espanha, com ênfase na produção de biomateriais eletrofiados. Em 2013 finalizou seu Pós-Doutorado em Química pela Universidade de São Paulo (USP), na área de Biomateriais Poliméricos. Atua como revisora de vários periódicos científicos internacionais, entre eles, Journal of Hazardous Materials, Material Science and Engineering C, Journal of Applied Polymer Science, Polymer Engineering and Science, Brazilian Journal of Chemical Engineering entre outros.

ANDREA DE OLIVEIRA CARDOSO

Possui graduação em Física, pela Universidade Federal do Paraná, Mestrado e Doutorado em Meteorologia pela Universidade de São Paulo, com foco em Climatologia. Além de estudo de caracterização climática (padrões, variabilidades, tendências e extremos), também desenvolve pesquisa aplicada à relação clima – energia, clima – agricultura, clima – recursos hídricos, clima urbano, previsão e impactos climáticos. Atualmente, é professora na Universidade Federal do ABC (UFABC) onde ministra aulas, realiza pesquisas e orienta alunos de graduação e pós-graduação, com abordagem interdisciplinar incluindo aspectos relacionados ao clima.

BEATRIZ OLIVEIRA DE CARVALHO

Bacharel em Ciências e Tecnologia, Graduada em Engenharia Ambiental e Urbana pela Universidade Federal do ABC

BRUNA HÉLEN BRITO DE ARAÚJO

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande, no Campus de Pombal/PB (2020). Atuou como Monitora de Introdução à Programação (2016) e como Monitora de Sistema de Abastecimento de Água (2019). Possui habilitação profissional de Técnico em Comércio, com eixo tecnológico Gestão e Negócios (2013). Estagiou na Prefeitura Municipal de Itapipoca, auxiliando no levantamento de informações para o Plano Diretor da cidade (Voluntário). Estagiou na Polimex Concretos e Construções (Caicó-RN), acompanhando entrega e recebimento de concreto usinado, acompanhando concretagem de lajes, moldando corpos de prova de concreto, realizando ensaios como Slump Test e auxiliando em medições (Supervisionado).

BRUNO BOAVENTURA MORBACH

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA, Campus Marabá (2018)

CATIA ROSANA LANGE DE AGUIAR

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Regional de Blumenau (1995), mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004) e doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014). É especialista em Processos Têxteis pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001) e especialista em Administração de Produção pelo Instituto Catarinense de Pós Graduação (2007). Já atuou em indústrias têxteis como supervisora, gerente e vendedora técnica durante 15 anos e meio. Professora Emérita do Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI. Experiência de 5 anos em ensino fundamental e Professora de cursos de ensino superior desde 2003. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Engenharia Têxtil, atuando principalmente nos seguintes temas: moda, desenvolvimento de produto, beneficiamento, cálculo e tratamento de efluentes.

DANIELA DE MORAIS ALVES ANTUNES

Advogada formada pela Universidade Cidade de São Paulo, possui licenciatura em Filosofia, atualmente trabalha como advogada, mediadora e árbitra, pós graduada em Administração Industrial pela FACV - Fundação Vanzolini, onde iniciou suas pesquisas em logística reversa.

EDMILSON ROQUE DA SILVA JUNIOR

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande, no Campus de Pombal/PB (2020). Atuou como Monitora de Teoria das Estruturas I (2020) e participou de projetos de pesquisa na área de Engenharia Civil com ênfase estruturas e materiais.

EDSON PEDRO FERLIN

Pós-Doutorado em Cidade Digital Estratégica pela PUCPR em 2018. Doutorado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2008. Mestrado em Física Computacional pelo Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP) em 1997. Graduado em Engenharia de Computação pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) em 1994. Consultor nas áreas de Engenharia, Tecnologia da Informação e Educacional. Empresário. Gestor Educacional e Professor Universitário (PUCPR, Positivo, Unidombosco, Uninter, Spei, Bagozzi, Camões, UNOESC e SENAC Curitiba). Membro do IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), da ABENGE (Associação Brasileira de Ensino de Engenharia), do CREA-PR e do IEP. Conselho Fiscal do IEP Suplente (2019-2020). Conselho Fiscal da ABENGE - Titular (2017-2022) e Suplente (2011-2013). Coordenador da Câmara Técnica de Smart Cities do IEP (2018-2019). Revisor técnico de periódicos e congressos nacionais e internacionais. Avaliador do INEP/MEC para Reconhecimento e Renovação de Cursos de Engenharia e de Computação. Avaliador Ad hoc da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas (FACEAM). Palestrante nas áreas Educacional, Tecnologia e Engenharia. Escritor, Empresário e Youtuber.

ELAYNE DE SILVA FIGUEREDO

É graduada em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura (UFPI), Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente na linha de Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI). Trabalha com a temática de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento voltado aos estudos ambientais

ELMO SILVANO DE ARAÚJO

Professor titular do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), membro permanente do colegiado do PROTEN/UFPE, e coordena o Laboratório de Polímeros e Nanoestruturas-LPN/UFPE. Tem experiência nas áreas de Engenharia Nuclear, Engenharia e Ciência dos Materiais, Química de Polímeros, com ênfase em Irradiação de Polímeros, atuando principalmente nos seguintes temas: química das radiações em sistemas poliméricos, blendas e compósitos poliméricos, polímeros condutores, polímeros biodegradáveis, materiais nanoestruturados e nanocompósitos poliméricos. Recentemente vem ampliando seu foco de pesquisa no estudo de materiais para tecnologia de energia.

FERNANDO ROCHA NOGUEIRA

Doutor em Geociências e Meio Ambiente, professor do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território e coordenador do Laboratório de Gestão de Risco da Universidade Federal do ABC (UFABC)

FRANCISCA JEANNE SIDRIM DE FIGUEIREDO MENDONÇA

Possui graduação em Desenho Industrial (UFCG - 1990), mestrado em Engenharia de Produção (UFPB - 1998) e doutorado em CIÊNCIAS pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica (UNESP - 2017). Atualmente atua como Professora Adjunta da Universidade Regional do Cariri (URCA), Coordenadora de Desenvolvimento Sustentável do Geopark Araripe e avaliadora voluntária da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), Tem experiência na área de ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com ênfase em Gestão da Qualidade, Engenharia de métodos, Lean SixSigma e Desenvolvimento Sustentável.

FRANKLIN DELANO PORTO JÚNIOR

Professor do Instituto Federal da Bahia (IFBA) Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Vale do Rio Doce (1992) Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2007) Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2015)

FREDERICO ROMEL MAIA TAVARES

Possui Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR) (1993), Especialização em Administração de Empresas e Gerência de Marketing pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) (1998), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (2005) e Doutorado em Engenharia Mecânica, área de Gestão e Otimização, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) (2017). É professor efetivo Associado "N", lotado no departamento de Engenharia de Produção da Universidade Regional do Cariri (URCA). Atualmente, é Diretor do Instituto de Tecnologia do Cariri - ITEC e Presidente do Grupo de Trabalho (GT) para a criação da Pró-Reitoria de Empreendedorismo e Inovação (PROEI).

GIOVANA MIRA DE ESPINDOLA

Profa. Dra. Giovana Mira de Espindola possui graduação em Engenharia Cartográfica pelo Instituto Militar de Engenharia (IME, 2002), mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2006), e doutorado em Sensoriamento Remoto também pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2012). De 2012 a 2014 atuou como Executive Officer do Global Land Project (IGBP/IHDP), e durante 2017 foi membro do Comitê Científico do Future Earth (ICSU). Desde 2014 é professora da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura do Centro de Tecnologia. De 2016 a 2018 foi coordenadora do curso de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFPI.

GRAZYELLA CRISTINA OLIVEIRA DE AGUIAR

Bacharel em Design com habilitação em Design de Moda pela Univali. Mestre em Tecnologias da Inteligência e Design Digital e doutora em Comunicação e Semiótica, ambas pela PUCSP. Atualmente é professora Adjunta do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Blumenau.

HENRIQUE TAKASHI ADATI TOMOMITSU

Pós-Graduação: Doutorando em Gestão em Tecnologia na POLI-USP - departamento de Engenharia de Produção (2018 - Hoje) Mestre em Gestão em Tecnologia na POLI-USP - departamento de Engenharia de Produção (2015 - 2017) Graduação: - Engenharia de Produção pela Escola Superior de Engenharia e Gestão (2009-2013) - Sistemas de Informação pela Universidade de São Paulo (2009-2012) Experiência Profissional: - Experiência na área de Sistemas de Informação - Modelagem de dados, Banco de Dados, Testes de Software (desde a elaboração de casos de teste até a realização dos testes para validação dos requisitos) e Desenvolvimento. - Experiência na área de Engenharia de Produção - Mapeamento de Processos, Gestão de Projetos (elaboração e acompanhamento de cronograma com as frentes envolvidas) e Criação de Indicadores para Processos. Experiência Acadêmica: - Professor Trabalho de Conclusão de Curso - Fundação Carlos Alberto Vanzolini (CEAI) - Monitor Trabalho de Conclusão de Curso - Fundação Carlos Alberto Vanzolini (CEAI) - Monitor de Cálculo Diferencial e Integral 1, 2 e 3. - Realização de Workshops sobre Engenharia de Produção - Simulação Empresarial usando software Promodel. - Publicação de artigo na área de qualidade no SIMPEP XVIII. - Participação no SIMPEP XVIII.

HORTÊNCIA NATHÂNIA SILVA CÂMARA

Graduada em Engenharia Química pela UFERSA, em Ciência e Tecnologia pela UERN e em Tecnologia em Petróleo e Gás pela UNIFACEX. Atuou como pesquisadora bolsista em um projeto na área de biomateriais que visava a síntese e a caracterização de biofilmes para revestir frutos.

JESSICA SUÁREZ CAMPOLI

Doutoranda em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Possui mestrado em Engenharia de Produção (2018) pela Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC/USP), graduação em Ciências Econômicas (2012) pela ESALQ/USP, Especialização em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (2014) e MBA em Gestão de Projetos pela ESALQ/USP (2019). Durante a graduação atuou como analista de mercado no CEPEA/ESALQ/USP (2008-2011), foi bolsista de iniciação científica (2010-2011) e participou do programa de intercâmbio na Universidade Autônoma de Madri (UAM) (2012), onde cursou disciplinas direcionadas a Economia Comportamental, Economia da Proteção Social e Comércio Internacional. Atua nas áreas de Análise de Eficiência de Políticas Públicas, Economia Internacional, Economia Agrícola, Economia de Desenvolvimento, Economia Circular, Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis - DEA) e Modelo Gravitacional de Comércio Internacional. Atualmente é pesquisadora do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), vinculado ao Ministério da Economia.

JOÃO BATISTA MENDES BARBOSA

Graduado em Licenciatura Plena em Matemática pelo Centro de Ensino Superior do Vale do São Francisco- CESVASF. Atualmente, graduando do curso Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri- URCA e também aluno do curso de Especialização na área de Docência: Docência no Ensino Superior, Faculdade Única – Grupo PROMINAS. Bolsista de Iniciação Científica do projeto intitulado “Utilização de impressoras 3D para o desenvolvimento de Metodologias Ativas em cursos de Engenharia.” (2020).

KERLLA DE SOUZA LUZ

Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (Sistemas de Controle e Automação Capes 4). Mestre pela PUC de Campinas (Gestão de Redes de Telecomunicações Capes 4). Atuei na área de Infraestrutura de redes de computadores por 10 anos (suporte, configuração, monitoramento em redes de comutadores cabeadas e sem fio). Desde 2004 dedico-me a atividades de docência universitária nos cursos de graduação e pós-graduação (disciplinas voltadas para a área de Tecnologia da Informação). Tendo atuado como Coordenadora Pedagógica de cursos de graduação e pós-graduação. Já atuei na área de Comunicação de Dados, Segurança e Sistemas de Informação, Engenharia de Software (Métricas de Software e Engenharia de Requisitos) e Gerência de Projetos, além de desenvolver projetos de ensino a distância para o ensino superior (EaD) como design instrucional.

LYDYANNE BARBOSA

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2007), Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho (2010) e mestrado em Engenharia Urbana (2015). Tem experiência nas áreas de Engenharia Civil, Engenharia de Segurança do Trabalho e patrimônio imobiliário da Universidade Federal Fluminense.

MARCIO ROBERTO CITRANGULO

Engenheiro de Embalagens. Trabalhando a 8 anos na Metafilm, uma empresa de Embalagens. Plásticas Flexíveis localizada em Sorocaba-SP. Formado em Engenharia Mecatrônica. Formado em Polímeros. Pós Graduado em Lean Manufacturing. Pós Graduado em Gerenciamento de Projetos.

MARCOS DAVID DOS SANTOS

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (2019). Foi monitor da disciplina Geologia Geral no primeiro e segundo semestre do ano de 2016. Foi monitor da disciplina Cálculo Numérico no primeiro e segundo semestre do ano de 2018. Participou de projetos de pesquisa na área de Engenharia Civil, com ênfase em estruturas e materiais de construção entre os anos de 2018 e 2019. Atuou como estagiário na elaboração de projetos, execução, orçamento, planejamento e pavimentações de obras.

MARÍA CLEOFÉ VALVERDE

Possui mestrado (1996) e doutorado (2003) em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e Pós-doutorado em Climatologia, Variabilidade Climática e Mudança Climática no Centro de Ciências do Sistema Terrestre (INPE). Atualmente é professora adjunta na Universidade Federal do ABC, no curso Engenharia Ambiental e Urbana. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Clima, Clima Urbano, Hidroclimatologia e Mudanças Climáticas, atuando desde 2004, na avaliação de cenários futuros em modelos globais (IPCC) e regionais, análises e cálculo de índices de eventos extremos para cenários presentes e futuros e estudos de vulnerabilidade social aos extremos de clima.

MARIA JULIANA FERREIRA LEITE

Graduanda do curso Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Regional do Cariri-URCA e bolsista de extensão científica do projeto intitulado "Classificação e certificação de geoprodutos para o estímulo ao empreendedorismo nas comunidades do Araripe Geopark Mundial da UNESCO." (2020).

MARYELZA WOLINGER RECHE

Cursou 3 semestres de Engenharia Têxtil na Universidade Federal de Santa Catarina onde fez parte do projeto sobre Educação Ambiental através do conhecimento de fibras têxteis. Atualmente é

graduanda de Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina, possuindo foco em produção algodoeira. Participou do Programa de Educação Tutorial desenvolvendo atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão. Participa atualmente do grupo de pesquisa Agricultura conservacionista e da equipe Phenoglad de Santa Catarina.

MATHEUS VILELA NOVAES

Graduando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal da Bahia (IFBA) Presidente do Diretório Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAEE) Diretor de Recursos Humanos da Empresa Júnior de Engenharia Elétrica (EJEEL)

NURIA PÉREZ GALLARDO

Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - Núcleo de Climatologia aplicado ao Meio Ambiente (USP, 2017). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade de Deusto (Espanha, 2011). Engenheira Civil pela UNICEP, Centro Universitario Central Paulista (São Carlos- SP, 2018). Engenheira Técnica de Obras Públicas, Especialidade em Construções Cíveis, pela Universidade de Cantabria (Espanha, 2009). Técnico superior em Desenvolvimento de Projetos Urbanísticos e Atividades Topográficas pelo Instituto Augusto Gonzalez Linares (Espanha, 2000). Tem experiência profissional na área de edificação, atuando principalmente nos temas de Construção Sustentável, Tecnologia do Ambiente Construído, Conforto Ambiental, Clima Urbano, Recursos Hídricos, Desenhos de projetos em Auto CAD. Atualmente compõe o quadro docente do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA, ministrando as disciplinas da área de Arquitetura e Urbanismo da grade curricular do referido curso. Participa do Grupo de Pesquisa em Tecnologia do Ambiente Construído - GTAC.

PATRICIA LOPES BARROS DE ARAÚJO

Professora do Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco, atuando principalmente nos seguintes temas: biopolímeros para aplicações em saúde humana, síntese de polímeros condutores nanoestruturados, efeitos da radiação gama em compósitos poliméricos de materiais condutores nanoestruturados.

PAULO GUSTAVO DE ALENCAR

Estudante de Doutorado do Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente em rede; Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí, Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (2018). Defendeu a dissertação "cajucultura no Semiárido piauiense: sistemas agrários e dinâmica espacial". Especializado em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (2014). Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Piauí (1995). Tem experiência com gestão pública dirigindo a Divisão Técnica (2003-2006) e Divisão de Obtenção de Terras e Implantação de Projetos de Assentamento (2007-2012).

PEDRO ANDRESON DE ALMEIDA

Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica (URCA-2017) e Bacharelado em Tecnólogo em Construção Civil (CEFET).

FERNANDA KAROLLINE DE MEDEIROS

Possui Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2013) e Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2016) na área de Estruturas e Construção Civil. Atualmente é Professora efetiva do Magistério Superior na Universidade Federal de Campina Grande, ministrando aulas para os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental. Pesquisadora na área de Engenharia Civil, com ênfase em Materiais e

Componentes de Construção e Recursos Hídricos. Possui experiência em projeto, execução e planejamento de obras.

RAFAEL COSTA E SILVA

Mestrando em Planejamento e Gestão do Território, Planejador Territorial e Bacharel em Ciências e Humanidades. Pesquisador do Laboratório de Gestão de Riscos da Universidade Federal do ABC (LabGRis - UFABC).

SAMIA NASCIMENTO SULAIMAN

Licenciada em Letras, doutora em Educação e Gestão Integral da Água, pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC (UFABC), pesquisadora do Laboratório de Gestão de Risco (LabGRis-UFABC) e consultora do Instituto Siades.

SÔNIA MARISE SALLES CARVALHO

Possui doutorado em Sociologia pela Universidade de Brasília (2008). Mestrado em Sociologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1991). Oriunda da Universidade Federal do Amazonas e cedida a Universidade de Brasília. Membro do mestrado profissional de Propriedade Intelectual, Transferência de Tecnologia para a Inovação/ PROFNIT, ponto focal UnB. Atuante no Núcleo de Tecnologia e Inovação/CDT na Coordenação de Empreendimento e desenvolvimento empresarial e social/CEDES, em especial na incubadora de tecnologia social e escola de empreendedorismo. Professora associada ao Núcleo de Dinâmicas Empreendedoras da Universidade Federal de Itajubá como professora pesquisadora na linha de modelos negocio e inovação. Membro da Associação Brasileira de pesquisadores em Economia Solidaria/ ABPES. Membro do GT de Educação Empreendedora nas Engenharias da Associação Brasileira de Educação nas Engenharias/ ABENGE. Pesquisadora, mentora e consultora nas áreas de inovação, empreendedorismo, modelos de negocio, economia solidaria e tecnologia social,

TANIA CRISITNA CRUZ

Professora Adjunto IV da Universidade de Brasília, Campus Planaltina-DF. Coordenadora da CEDES/NIT-CDT/UnB (Coordenação de Empreendedorismo e Desenvolvimento Empresarial e Social do Núcleo de Inovação Tecnológica da UnB). Membro do Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT/UnB) ; Membro da escola de empreendedores da UnB (Escola Empreend/UnB). Desde outubro de 2009 é professora associada do Centro de Estudos da Chapada dos Veadeiros (CENTRO UNB CERRADO). É licenciada em Ciências Sociais e bacharela em Sociologia pela Universidade de Brasília - UnB (1998). Mestrado em Sociologia Política e do Trabalho (2001) e concluiu sua pesquisa de doutorado na área de Sociologia do Trabalho (2006).

TATIANA KIMURA KODAMA

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Grande Dourados (2012), mestrado (2015) pelo Programa de Pós-graduação do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Atualmente é estudante pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), nível de Doutorado, na linha de pesquisa Gestão de Pessoas e do Conhecimento na Inovação e no Empreendedorismo.

THAÍSES BRUNELLE SANTANA DE LIMA

Doutora em Tecnologias Energéticas e Nucleares pelo Departamento de Energia Nuclear, UFPE. Atualmente, atua como Física Pesquisadora no Laboratório de Polímeros e Nanoestruturas no Departamento de Energia Nuclear, UFPE. Tem experiência na área de Ciência e Engenharia de

Materiais, com ênfase em polímeros e compósitos poliméricos, materiais nanoestruturados e nanocompósitos.

THIAGO LINHARES BRANT REIS

Matemático graduado pelo Centro Universitário UniBH (2003), Engenheiro Ambiental graduado pela Universidade FUMEC (2009), Especialista em Estatística pela Universidade Federal de Minas Gerais (2011), Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2015). Participou do Programa de Especialização Docente - PED Brasil, pelo Centro Lemann da Escola de Educação da Universidade de Stanford (2017). Atualmente é 2º Tenente QOCon Magistério do Ensino Superior em Matemática da Força Aérea Brasileira.

VINÍCIUS NUNES WANDERLEY MONTEIRO

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal/PB. Atuou em projetos de pesquisa na área de Engenharia Civil com ênfase em concreto e materiais de construção. Estagiou na Prefeitura Municipal de Patos (PB), sob supervisão de responsável técnico, realizando orçamentos de obras para licitações e fiscalização de obras públicas, encaminhando medições junto à Caixa Econômica Federal.

VITOR VIEIRA VASCONCELOS

Professor Adjunto da Universidade Federal do ABC. Pós-doutorado no Stockholm Environment Institute. É doutor em Ciências Naturais com concentração em Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Ouro Preto, com doutorado-sanduíche em Engenharia de Recursos Hídricos na Universidade de Chulalongkorn (Tailândia). Sua linha de pesquisa principal consiste na modelagem espacial de informações ambientais para avaliação de impactos socioambientais e planejamento de uso do solo. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, Ecologia, Computação, Estatística, Direito e Epistemologia atuando principalmente nos seguintes temas: meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento sustentável. Possui formação como Mestre em Geografia, Especialista em Solos e Meio Ambiente, Licenciatura em Geografia, Bacharel em Ciências Ambientais, Bacharel em Filosofia, Técnico em Meio Ambiente e Técnico em Informática Industrial.

WANDERSON ENEAS NASCIMENTO

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA, Campus Marabá (2018). Possui experiência em administração financeira, atuando essencialmente nos cenários de investimentos ativos e passivos por meio da UnivelEad (Brasil, 2019); experiência avançada em inglês e espanhol; possui domínio de compatibilização de projetos estruturais através de plataforma BIM por meio da empresa AlavancarEngenharia (2020); atuou como colaborador ativo de projetos estruturais e arquitetônicos dentro da AlavancarEngenharia (2020); atualmente atua como colaborador efetivo da Secretaria de Educação de Marabá (SEMED, 2020) e como consultor indireto da AlavancarEngenharia (2020).

