



ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES

VOLUME 5

Organizadores
ROBSON ANTONIO TAVARES COSTA
ALEXANDRE DOS SANTOS SOUZA



EDITORA ENTERPRISING

Direção Nadiane Coutinho

Gestão de Editoração Antonio Rangel Neto

Gestão de Sistemas João Rangel Costa

Conselho Editorial

- Alandey Severo Leite Da Silva, Dr. – Ufca – Br
- Antonio Augusto Teixeira Da Costa, Phd – Ulht – Pt
- Eraldo Pereira Madeiro, Dr – Unitins – Br
- Eugenia Maria Mariano da Rocha Barichello, Dra. UFSM;
- Luama Socio, Dra. - Unitins - Br
- Ismael Fenner, Dr. - Fics – Py
- Francisco Horácio da Silva Frota, Dr. UECE;
- Tânia Regina Martins Machado, Dra. - Unitins – Br;
- Agnaldo de Sousa Barbosa, Dr. UNESP.

Copyright © 2022 da edição brasileira.

by Editora Enterprising.

Copyright © 2022 do texto.

by Autores.

Todos os direitos reservados.



Todo o conteúdo apresentado neste livro, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). Obra sob o selo Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional. Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Diagramação	João Rangel Costa
Design da capa	Nadiane Coutinho
Revisão de texto	Os autores



EDITORA ENTERPRISING

www.editoraenterprising.net

E-mail: contacto@editoraenterprising.net

Tel. : +55 61 98229-0750

CNPJ: 40.035.746/0001-55

**Robson Antonio Tavares Costa
Alexandre dos Santos Souza
(Organizadores)**

Estudos Avançados Interdisciplinares

Volume 5



Brasília - DF

E82

Estudos Avançados Interdisciplinares Volume 5 / Robson Antonio Tavares Costa (Organizador), Alexandre dos Santos Souza (Organizador). - Brasília: Editora Enterprising, 2022.

(Estudos Avançado Interdisciplinares Volume 5)

Livro em PDF

170 p., il.

ISBN: 978-65-84546-11-0

DOI: 10.29327/555997

1. Interdisciplinares. 2. Pesquisas. 3. Práticas. 4. Estudos.

I. Título.

CDD: 370

Acreditamos que o conhecimento é a grande estratégia de inclusão e integração, e a escrita é a grande ferramenta do conhecimento, pois ela não apenas permanece, ela floresce e frutifica.

Equipe Editora Enterprising.

Sumário

APRESENTAÇÃO	→	08
CAPÍTULO 1:	FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOCENTE: REFLEXÕES SOBRE AS PRINCIPAIS DIFICULDADES	09
	<i>Estélio Silva Barbosa</i> <i>Conceição de Maria Carvalho Mendes</i> <i>Cassio Hartman</i> <i>Maia Oneide Lino da Silva</i>	
CAPÍTULO 2:	AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS: COMPLEXIDADES E NECESSIDADES NAS ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL, POLITICAS PÚBLICAS E ACADEMIA	23
	<i>Jesus Carlos Delgado Garcia</i> <i>Sônia Marise Salles Carvalho</i> <i>Denise Machado Duran Gutierrez</i>	
CAPÍTULO 3:	TECNOLOGIA ALTERNATIVA E SUSTENTÁVEL PARA APROVEITAMENTO DE PAPEL SULFITE IMPRESSO: GERENCIAMENTO DE RESÍDUO CLASSE II NA ORIGEM	53
	<i>Carlos Oreques Fonseca</i> <i>Rita de Cássia Pompeu de Sousa</i>	
CAPÍTULO 4:	ESTRATIFICAÇÃO ELÉTRICA DO SOLO NA VIZINHANÇA DO PRÉDIO DO DCET: UM ESTUDO PARA SUBSIDIAR ATERRAMENTO ELÉTRICO	74
	<i>Jadson de Carvalho de Oliveira Junior</i> <i>Taigo Alves dos Santos</i> <i>Helyelson Paredes Moura</i>	
CAPÍTULO 5:	BANCADA DE EMULAÇÃO DE TURBINA EÓLICA	94
	<i>Cyntia Cristinne Corrêa Baia de Aquino</i> <i>André Vinícius Lima Baia de Aquino</i> <i>Alaan Ubaiara Brito</i>	

CAPÍTULO 6:	A IMPLANTAÇÃO DA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO DO RIO JARI E A PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DAS COMUNIDADES AO SEU ENTORNO	115
	<i>Rafaela Pagno Leandro Rios Leão José Reinaldo Cardoso Nery</i>	
CAPÍTULO 7:	ANÁLISE DE VIABILIDADE DA INSERÇÃO DE UM RELIGADOR DE SUBESTAÇÃO NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO ALIMENTADOR FAB, LOCALIZADO NA AVENIDA FAB, NO CENTRO DE MACAPÁ	125
	<i>Ailton Macedo Costa Davi Gonçalves Andrade Werboston Douglas de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 8:	NORDESTE, PROBLEMA OU POTENCIALIDADE: COMO A TEMÁTICA É ABORDADA NO LIVRO DIDÁTICO DE GEOGRAFIA DO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	141
	<i>Nayllane Lima dos Anjos Janicleide Vieira da Silva Amanda Gomes dos Santos</i>	
CAPÍTULO 9:	O LIVRO DIDÁTICO DE GEOGRAFIA: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO SEGUNDO A OBRA “PARA ENSINAR E APRENDER GEOGRAFIA”	159
	<i>Suyan Fernando Lima Silva Antônio Marcos Aguiar de Araújo</i>	
CAPÍTULO 10:	AVALIAÇÃO DA CARACTERÍSTICA HARMÔNICA DE TENSÃO E CORRENTE DO PRÉDIO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ	176
	<i>Mariana Lima de Andrade Werboston Douglas de Oliveira</i>	

Apresentação

Prezados(as) leitores(as),

É com muita satisfação que apresentamos o quinto volume da Coleção intitulada “ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES”, que reúne em seus 10 capítulos pesquisadores de diversas instituições com discussões e temáticas que circundam uma gama de possibilidades de pesquisas e de relações dialógicas que certamente podem ser relevantes para o desenvolvimento social brasileiro a partir de uma ótica que contempla as mais vastas questões da sociedade. Tal obra visa dar publicidade a estudos e pesquisas frutos de árduos trabalhos acadêmicos que decerto contribuem, cada um a seu modo, para o aprofundamento de discussões em suas respectivas áreas pois são pesquisas germinadas, frutificadas e colhidas de temas atuais que estão sendo debatidos nas principais universidades nacionais e que refletem o interesse de pesquisadores no desenvolvimento social e científico que possam impactar positivamente a qualidade de vida de homens e de mulheres.

Assim sendo, convidamos todos os leitores para exercitar diálogos com os estudos aqui contemplados, esperamos que os textos publicados contribuam para a formação intelectual e a reflexão crítica dos alunos, professores e demais leitores. Desejamos ressaltar, em nome de todos que compõem a Editora Enterprising, a nossa gratidão para com os pesquisadores cujos trabalhos aparecem aqui reunidos, que diante da dedicação, temos a oportunidade de nos debruçar acerca de assuntos atuais e pertinentes.

Sejam bem-vindos e tenham proveitosas leituras!

Equipe Editora Enterprising.



Capítulo 1

FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOCENTE: REFLEXÕES SOBRE AS PRINCIPAIS DIFICULDADES

DOI: 10.29327/555997.1-1

Estélio Silva Barbosa
Conceição de Maria Carvalho Mendes
Cassio Hartman
Maia Oneide Lino da Silva

FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOCENTE: REFLEXÕES SOBRE AS PRINCIPAIS DIFICULDADES

Estélio Silva Barbosa

Conceição de Maria Carvalho Mendes

Cassio Hartman

Maia Oneide Lino da Silva

RESUMO

A formação profissional do professor é um tema de grande relevância para os debates educacionais, contínuos, uma vez que tem sido discutido que a formação continuada é apontada como um instrumento capaz de possibilitar uma educação de qualidade, pois o professor estar em constante estudos, e esses estudos contribui para um bom desempenho em sala de aula, e na própria vida do professor. O presente estudo objetiva analisar as dificuldades encontrada pelos professores para dar continuidade a sua formação. Sabendo que a formação continuada é um elemento definidor para uma educação de qualidade, a partir de uma reflexão sobre a indefinição do termo e da ideia de formação continuada, da identificação do professor como elemento mediador na relação do processo que se estabelece entre formação continuada e educação de qualidade e na reflexão das dificuldades dos cursos de formação continuada. A metodologia empregada nesse artigo trata-se de um estudo bibliográfico descritivo com natureza qualitativa partindo de uma revisão nos seguintes autores: como Gatti (2008), Hypolitto (1999), Libâneo (2004), Nóvoa (1992), Seabra (1994) dentre outros. A análise do assunto permite concluir que existe uma grande dificuldade no entendimento do termo e na apreensão de seu significado, bem como uma dependência na prática do professor para se traduzir a formação continuada em educação de qualidade.

Palavras-Chave: Formação Continuada; Educação de Qualidade; Políticas de Formação Continuada.

ABSTRAC

The professional training of teachers is a topic of great relevance for ongoing educational debates, since it has been discussed that continuing education is seen as an instrument capable of enabling quality education, since the teacher is in constant studies,

and these studies contribute to a good performance in the classroom, and in the teacher's own life. The present study aims to analyze the difficulties encountered by teachers to continue their training. Knowing that continuing education is a defining element for quality education, based on a reflection on the vagueness of the term and the idea of continuing education, on the identification of the teacher as a mediating element in the relationship of the process that is established between continuing education and quality education and reflection on the difficulties of continuing education courses. The methodology used in this article is a descriptive bibliographic study with a qualitative nature based on a review of the following authors: such as Gatti (2008), Hypolitto (1999), Libâneo (2004), Nóvoa (1992), Seabra (1994) among others. The analysis of the subject allows us to conclude that there is great difficulty in understanding the term and in apprehending its meaning, as well as a dependence on the teacher's practice to translate continuing education into quality education.

Keywords: Continuing Training; Quality education; Continuing Education Policies.

1. INTRODUÇÃO

A educação é um processo, como processo, tem início, mas não tem fim. Dessa forma, o objetivo da educação é a qualidade no processo de ensino e aprendizagem. E essa qualidade tem sido visualizada como sendo o resultado da introdução das políticas de formação continuada de professores como instrumento capaz de proporcionar a construção de uma educação de qualidade.

Assim o estudo sobre a temática: “Formação Profissional Docente: Reflexões sobre as Principais Dificuldades “emergiu da necessidade de mostrar a necessidade de contínuos estudos na vida docente. A problemática referente ao tema assim se apresenta: Quais as principais dificuldades que os professores encontram para dar continuidade a sua formação profissional docente? O que dificulta a construção de uma educação de qualidade mediante os cursos de formação continuada de professores? O objetivo geral analisar as dificuldades encontrada pelos professores para dar continuidade a sua formação, como elemento definidor de uma educação de qualidade. Já os objetivos específicos visam refletir sobre a indefinição do termo e da ideia de formação continuada; identificar o professor como elemento mediador na relação do processo de formação continuada e educação de qualidade; e refletir sobre as dificuldades dos cursos de

formação continuada no Brasil. Apresentar algumas políticas públicas contemplativas a formação continuada docente. O presente artigo é produto de uma pesquisa bibliográfica baseada autores que tratam da Formação Continuada docente como Gatti (2008), Hypolitto (1999), Libâneo (2004), Nóvoa (1992), Seabra (1994) dentre outros que fomentam reflexões em torno dessa temática, por considerar uma discussão bastante importante no meio acadêmico e social.

2. ASPECTOS METODOLÓGICO DA PESQUISA

A metodologia empregada no trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica. Segundo Severino, 2017, a pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos.

Utilizou-se também o método qualitativo, que segundo Minayo (2001) elucida:

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. (MINAYO, 2001, p.21-22)

A pesquisa qualitativa conduz o pesquisador a trazer a realidade dos resultados, confrontando essa realidade de fatos frente ao tema apresentado, a problemática em questão e aos objetivos elencados, com intuito de sempre contribuir com um “novo olhar” nas argumentações e considerações, sendo essas considerações levantadas pelo pesquisador influenciado pelos teóricos de onde vem as mais ricas fontes de conhecimentos.

3. DEFINIÇÃO DA FORMAÇÃO CONTINUADA DOCENTE

A todo o momento o mundo da educação é surpreendido por um novo e desafiador paradigma que, segundo Seabra (1994), é um conjunto de conceitos e teorias que explicam uma determinada realidade. Muitos paradigmas da educação, tais como educação inclusiva, uso de novas tecnologias e Educação à Distância, foram viabilizados

graças ao preparo dado aos docentes de cada uma dessas áreas pela chamada formação continuada.

Essa formação continuada deve, em um primeiro momento, preparar o docente para os desafios diários de sua prática docente e, em um momento posterior, possibilitar a ocorrência de uma educação de qualidade. Assim, a formação continuada se torna uma ferramenta de construção de uma educação de qualidade, adaptada aos tempos modernos, como, realça Brzezinski (1992):

A modernidade exige mudanças, adaptações, atualização e aperfeiçoamento. Quem não se atualiza fica para trás. A parceria, a globalização, a informática, toda a tecnologia moderna é um desafio a quem se formou há vinte ou trinta anos. A concepção moderna de educador exige uma sólida formação científica, técnica e política, viabilizadora de uma prática pedagógica crítica e consciente da necessidade de mudanças na sociedade brasileira (BRZEZINSKI, 1992, p.83).

A formação continuada de professores, segundo Matos (2010) é um tema de grande relevância no debate educacional atual porque reforça a ideia de que não existe profissional pronto e acabado no processo de ensino e aprendizagem, além de prever uma continuidade de aquisição de saberes necessários ao processo mencionado.

No entanto, a primeira dificuldade que é possível apresentar sobre a formação continuada de professores, é a da sua indefinição. Existem diferentes nomes para um mesmo processo e diferentes ideias para um mesmo conceito.

O problema dos diferentes nomes para uma mesma ideia é evidenciado no trabalho de Prada (1999), intitulado de “Formação Participativa de Docentes em Serviço”. Nesse trabalho, o referido autor evidencia os vários sinônimos que existem sobre o termo formação continuada docente: Capacitação, Qualificação, Aperfeiçoamento, Reciclagem, Atualização, Formação Permanente, Especialização, Aprofundamento, Treinamento, Re-Treinamento, Aprimoramento, Superação, Desenvolvimento Profissional, Profissionalização e Compensação.

Já o problema da existência de diferentes ideias para um mesmo conceito se evidencia nos autores abaixo que, apesar de possuírem algum aspecto em comum no que se refere à Formação Continuada docente, não apresentam unicidade na conceituação de suas ideias.

Para Esteves e Rodrigues (1993), Formação Continuada é um conjunto de atividades formativas que ocorrem após a certificação inicial que visam principal ou exclusivamente melhorar os conhecimentos, as habilidades e as atitudes dos professores na busca de maior eficácia no processo educacional.

Nóvoa (1990) diz que a formação continuada é a saída possível para a melhoria da qualidade do ensino, dentro do contexto educacional e contemporâneo em que se inserem os agentes da aprendizagem.

Para Libâneo (2004), a formação continuada é o prolongamento da formação inicial, visando o aperfeiçoamento profissional, teórico e prático no próprio contexto de trabalho e o desenvolvimento de uma cultura geral mais ampla, para além do exercício profissional.

Já para Imbernon (2010), a formação continuada é um processo que deveria apoiar, criar e potencializar uma reflexão real dos sujeitos sobre sua prática docente nas instituições educacionais e em outras instituições, de modo que lhes permitisse examinar suas teorias implícitas, seus esquemas de funcionamento e suas atitudes, estabelecendo de forma firme um processo constante de auto-avaliação do que se faz e por que se faz.

Em todos os autores aqui citados, percebe-se algo em comum na formação continuada que é a preocupação latente com a atualização dos conteúdos, da metodologia e da prática didática e pedagógica reflexiva, como instrumento para uma boa educação.

Apesar da indefinição do conceito e da ideia de formação continuada, Gatti (2008), afirma que as discussões sobre o conceito de educação continuada nos estudos educacionais não objetivam ajudar a precisar o conceito, uma vez que talvez o mais importante seria possibilitar o debate aberto que fica ao curso da história.

4. A RELAÇÃO DOCENTE E FORMAÇÃO CONTINUADA FRENTE A EDUCAÇÃO DE QUALIDADE NOS DIAS ATUAIS

A formação Continuada de docente é considerada hoje, no Brasil, um grande paradigma das políticas públicas para a educação, diz Seabra (1994). Dessa forma, não há educação de qualidade sem Formação Continuada de Professores. Reforçando essa ideia, Gatti (2008) diz que já há algum tempo, o Governo tem viabilizado cursos de formação continuada de professores como ferramenta para a construção de uma educação de qualidade.

No entanto, a formação continuada não indica diretamente uma educação de qualidade pelo fato de haver, em meio a isso, a necessidade do despertar da figura do professor para o seu papel de agente social consciente na construção de uma prática crítica e reflexiva. Assim, entre a Formação Continuada e a educação de qualidade, existe a dependência em relação à postura do professor nesse processo.

Schnetzler (2003) evidencia tal situação ao afirmar que a formação continuada requer um contínuo aprimoramento do professor e de suas reflexões críticas sobre a própria prática pedagógica, além desse ter que superar a dicotomia teoria e prática, além de conceber a ideia de que para ensinar não basta conhecer o conteúdo e utilizar algumas técnicas pedagógicas.

As necessidades acima expostas por Schnetzler alertam para o fato de que o professor não é um guardião da verdade, mas é um mediador de um processo que exige conteúdo, atualização, didática, planejamento e metodologia, além de uma prática reflexiva. Esses elementos são imprescindíveis à prática do docente que visa a educação de qualidade, pois segundo Seabra (1994): “O profissional do futuro (e o futuro já começou) terá como principal tarefa aprender. Sim, pois, para executar tarefas repetitivas existirão os computadores e os robôs. Ao homem competirá ser criativo, imaginativo e inovador” (SEABRA, 1994, p.78).

Colaborando Seabra Rodrigues & Esteves (1993) defendem a ideia ao afirmarem que a formação continuada de docentes é um processo que passa pela reflexão e pela análise científica do professor, que possibilita ao mesmo enveredar e descobrir novos horizontes. A construção de uma nova mentalidade do professor se faz necessária, pois não se pode educar hoje como se educava algumas décadas atrás. O contexto social, os agentes e valores sociais envolvidos são diferentes, afirma Matos (2010).

Ainda reforçando a ideia do docente como instrumento intermediário entre a formação continuada e a educação de qualidade, Hypolitto (1999) diz que o perfil do docente que deve surgir com a formação continuada deverá ser o do profissional efetivo, que se contraponha ao tarefeiro ou burocrático; do profissional que não se vê pronto, mas em constante necessidade de formação; de um profissional independente, com autonomia para decidir sobre o seu trabalho e suas necessidades e, ainda, de um profissional que busca novas respostas e novos encaminhamentos para a sua prática pedagógica.

Percebe-se que a formação continuada possibilita a construção de uma educação de qualidade, mediante a formação de um professor ou docente reflexivo, crítico e

empenhado em sua prática didática e pedagógica. Em outras palavras, a formação continuada de professores condiciona uma melhoria na qualidade do ensino por meio da melhoria do trabalho do docente, contribuindo para que o profissional perceba que sua formação não terminou com a conclusão de uma licenciatura. Como diz Nóvoa (1992, p. 9) “Não há ensino de qualidade, nem reforma educativa, nem inovação pedagógica, sem uma adequada formação de professores”.

Compreende-se, então, que a formação continuada do docente não é mágica. Uma vez que esse processo, caminha a passos lentos e demorados e o resultado só é visualizado a longo prazo. Dessa forma, investir em formação continuada seria se preparar para os desafios do futuro que a sociedade e a escola impõem ao professor, que deve estar preparado para a tarefa.

Além disso, como o docente é o elemento intermediário entre a formação continuada e a educação de qualidade, deve-se visualizar que a melhoria das condições de trabalho, o reconhecimento e respeito em relação à sua prática e à sua figura no cenário social, além do pagamento de bons salários também são condicionantes de sua prática pedagógica reflexiva, crítica, atuante e comprometida com a transformação social, diz Hypolitto (1999).

4.1 A políticas de Formação Continuada Docente

Para Imbernon (2001) a ideia de que a educação de qualidade dependia da qualificação do docente, fez que com houvesse um forte incentivo às políticas de formação continuada docente. Dessa forma, a partir da década de 1970, diz Hypolitto (1999), começa a haver uma política de formação continuada de professores.

Na década de 1970, essa formação docente, diz Hypolitto (1999), era realizada mediante a participação do professor nos processos de planejamento das atividades de formação. Acrescenta-se, ainda, que o modelo de formação continuada proposto era individual, onde cada docente buscava para si sua própria formação. Nesse período, os professores planejavam-se e seguiam as atividades de formação que acreditavam que poderiam lhes ser úteis. Apesar das iniciativas, não era um processo de formação continuada sistematizado e organizado.

Na década de 1980, continua Hypolitto (1999), o trabalho docente passa a exigir uma metodologia diferente e para atender tal exigência, são introduzidos elementos técnicos como: planejamento, programação, objetivos estabelecidos e avaliação. Além

disso, um dos grandes méritos dessa fase da formação continuada é a luta contra o analfabetismo. As universidades criam programas de formação continuada, pautados no treinamento, análise de competências técnicas e reflexão como meio fundamental de formação. O modelo de formação difundido nesse período é o da formação hegemônica, baseada no autoritarismo, na visão positivista e técnica de um ofício no qual havia soluções teóricas para tudo e todos.

Já na década de 1990, a formação continuada docente nasce com a intenção de adequar os professores aos tempos atuais, facilitando um constante aperfeiçoamento de sua prática educativa e social, para que assim ocorresse uma adaptação dos docentes às necessidades do presente e do futuro, diz Hypolitto (1999). Há o desenvolvimento de um modelo de formação alternativo, que se caracteriza por uma prática docente reflexiva e a ocorrência de encontros e congressos de formação continuada como meio de difundir as novas práticas. Esse período foi tão marcante para as políticas de formação continuada que as contribuições e reflexões ainda continuam a ser colhidas hoje, afirma Hypolitto (1999).

Na primeira metade da década do ano 2000, diz Matos (2010), a formação continuada da educação passa por um processo de crise institucional. A crise é encarada na formação continuada como sinônimo de mudança e não como sinônimo de falência, pois essa crise se deve à necessidade de uma nova maneira de ver a educação, a formação e o papel dos professores e alunos. O modelo de formação proposto não analisa a formação continuada somente como o domínio das disciplinas científicas ou acadêmicas, mas sim de propor a necessidade de estabelecer novos modelos racionais e participativos na prática docente.

Desde que foi incentivada pelo governo, por volta de 1970, até o final da década de 1990, a formação continuada de professores sempre foi voltada pra a educação básica, não se referindo a nenhum momento desse período, à formação continuada de professores do ensino superior.

Somente no final da primeira década do ano 2000, é que a formação continuada no ensino superior começa a ser lembrada e incentivada. A grande prova disso é a criação do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR) que visa induzir e fomentar a oferta de vagas em cursos de educação superior, gratuitos e de qualidade, para os docentes em exercício na rede pública de educação básica, a fim de que estes profissionais obtenham a formação exigida pela Lei de Diretrizes e Bases da

Educação Nacional - LDBEN. (Disponível em: <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/parfor/> e capturado no dia 14 de julho de 2020).

Dessa forma, destaca Imbernon (2001), as Iniciativas (ainda que tímidas) de realização de uma formação continuada começam a ocorrer a partir da década de 1970, passando por um processo de amadurecimento na década de 1980 e desembocando, na década de 1990, na esquematização de uma formação continuada orientada como política pública por meio Ministério da Educação e Cultura (MEC) que elaborou e programou um conjunto de dispositivos legais, de caráter regulatório, ainda que apenas voltada para a educação básica. A preocupação da os cursos de formação continuada de docentes no ensino superior é uma tendência recente nos programas de capacitação do governo brasileiro.

4.2 Principais dificuldades

4.2.1 Dificuldade de parceria na formação continuada e profissionalização

Já afirmava Paulo Freire “ninguém aprende sozinho” é necessário humildade para buscar parcerias na aprendizagem, é necessário aprender juntos, é necessário ações coletivas de formação continuada. As ações de formação continuada devem ser desenvolvidas favorecendo a parceria entre os grupos e professores mais experientes e os professores iniciantes na profissão. Tais parcerias desenvolvem uma relação de colaboração e confiança ente os envolvidos e concorrem para garantir a aprendizagem dos alunos. No contexto de parceria para aprendizagem, Perrenoud, (2000) afirma:

A profissionalização é uma transformação estrutural que ninguém pode dominar sozinho. Por isso, ela não se decreta, mesmo que as leis, os estatutos, as políticas da educação possam facilitar ou frear o processo. O que significa que a profissionalização de um ofício é uma aventura coletiva, mas que se desenrola também, largamente, através das opções pessoais dos professores, de suas estratégias de formação. Tal é a complexidade das mudanças sociais: elas não são a simples soma de iniciativas individuais, nem a simples soma de iniciativas, nem a simples consequência de uma política centralizada. (PERRENOUD, 2000, p. 178)

Não é somente esperar nas políticas públicas de formação continuada, por que não são tão simples assim, conforme o autor acima afirma. Às vezes as políticas públicas de formação, não contemplam de forma rápida as exigências que o cenário

educacional apresenta, às vezes é necessário que o próprio docente, com seus recursos venha buscar de forma rápida essa formação, que é de fato o que acontece muito, quantos professores e outros profissionais por contra própria não fazem algum curso? Claro que isso não seria o ideal, pois acreditamos que o próprio sistema educacional deve buscar em seus recursos projetos o fomento para a formação continuada docente.

4.2.2 Destimulação política

A profissão de professor nunca foi fácil e no presente contexto é possível ver uma desvalorização da docência. Sempre é exigido do professor o desafio de estudar sempre, pesquisar sempre, mas as políticas de valorização e formação desse profissional é muito pouca.

A formação continuada e profissionalização do professor não avançará se não for deliberadamente estimulada por políticas concentradas, à formação dos professores, a seu contrato, à maneira como eles prestam conta de seu trabalho ao estatuto dos estabelecimentos e das equipes pedagógicas.

4.2.3 Uma visão projetada sobre a formação docente para o futuro

Faz-se urgente que desenvolvamos uma visão da formação continuada docente projetada na investigação, para que no futuro a educação possa ser um rico instrumento de transformação do mundo e das condições humanas, nesse sentido Garcia contribui ao afirmar:

Formação de professores é a área de conhecimentos, investigações de teorias e práticas que estudam os processos por meio dos quais os professores se implicam, individualmente ou em equipe, em experiências de aprendizagens e adquirem ou melhoram seus conhecimentos, competências e disposições; possibilitando, assim, interação profissional no desenvolvimento do ensino, do currículo e da escola, com o objetivo de melhorar a qualidade da educação que os alunos recebem. (GARCIA, 1999, p. 18)

A formação de professores é área de conhecimento e investigação porque se centra no estudo dos processos por meio dos quais os professores aprendem e desenvolvem sua competência profissional.

Por meio da formação continuada, o professor prepara-se para enfrentar desafios inerentes à sua função. É um processo contínuo e permanente. Por essa razão, o professor deve procurar, continuamente, qualificar-se para ter condições de desenvolver a capacidade de refletir criticamente sobre as teorias que orientam suas práticas.

5. CONSIDERAÇÕES

A formação continuada docente para se tornar um instrumento definidor de uma educação de qualidade deverá romper algumas dificuldades. A primeira delas é a dos vários termos utilizados para defini-la, bem como dos vários significados que assume perante um mesmo termo. Isso torna a formação continuada de professores um processo vago, não em seus objetivos e esforços de construção de uma educação melhor, mas na forma como a mesma é compreendida e realizada. O segundo problema é que a formação continuada docente não incide diretamente em uma educação de qualidade, pois intermediando o processo, existe a figura do professor. Figura essa que não pode ser percebida em si como um obstáculo, pois o obstáculo se materializa na forma como essa figura será movida no processo, afinal, sabe-se que a simples participação de congressos, cursos e outros, por si só, poderão não modificar a forma de pensar e agir do professor. Para isso, deve-se considerar que boas condições de trabalho, o respeito à figura humana, o respeito ao trabalho do mesmo e uma boa remuneração também são ações que devem acompanhar a formação continuada para que o profissional possa ser esse instrumento mediador entre a formação continuada e a tão sonhada educação de qualidade.

E o terceiro problema seria o fato que as políticas de formação continuada docente no Brasil manterem a tradição de sempre se voltarem para a educação básica, relegando a segundo plano, a educação superior. Essa mudança é uma tendência no mundo todo, como forma de construção de uma educação superior de caráter mais crítico e reflexivo, adaptado ao contexto histórico e social em que se insere.

É possível concluir afirmando que a formação profissional docente, é um processo sucessivo que requer prática e reflexão, pois trata-se de uma reformulação de pensamentos e ideais que buscam concretizar uma formação profissional docente mais qualificada não só no campo de atuação docente, mas no campo da formação humana.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR **14724**; Informação e Documentação – Trabalhos Acadêmicos –apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR **6023**; Informação e Documentação – Trabalhos Acadêmicos –apresentação. Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL **Plano Nacional de Formação de Professores** da Educação Básica - PARFOR Disponível em: <http://www.capes.gov.br/educacao-basica/parfor/>.

BRZEZINSKI, Ria. Notas sobre o **Currículo na Formação de Professores: Teoria e Prática**. UNB, 1994.

BOCCATO, V. R. C. **Metodologia da pesquisa bibliográfica e o artigo científico como forma de comunicação**. São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

GATTI, Bernardete A. **Análise das Políticas Públicas para Formação Continuada no Brasil**, na Última Década. São Paulo, 2008.

GARCIA, Carlos Marcelo. **Formação de professor: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.

HYPOLITTO, Dinéia. **Repensando a Formação Continuada**. São Paulo, 1999.

IMBERNON, Francisco. **Formação Docente e Profissional: Formar-se para a Mudança e a Incerteza**. São Paulo: Cortez, 2001.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e gestão da Escola: Teoria e Prática**. Goiânia: Editora Alternativa, 2004.

MATOS, Maurício dos Santos. **O Conceito de Formação e a Pertinência de Cursos de Formação Continuada: Em Busca de Uma Formação Ambiental Crítica, Emancipatória e Reflexiva**. São Paulo, 2010.

MINAYO, Maria Cecília de Sousa. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade.** 18ed. Petrópolis: Vozes,2001

NÓVOA, Antonio (Org.). **Professores e sua Formação.** Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PRADA, Luis Eduardo Alvarada. **Formação Participativa de Docentes em Serviço.** Taubaté: Cabral Editora Universitária, 1997.

PERRENOUD, Philippe. **Dez competências para ensinar.** Porto Alegre: Artmed. 2000.

RODRIGUES, A. e ESTEVES, M. **A Análise das Necessidades na Formação de Professores.** Porto: Porto Editora, 1993.

SANTOS, Adlamar Oliveira dos. **Políticas de Formação Continuada para os Professores da Educação Básica.** Pernambuco, 2010.

SEABRA, Carlos. **Uma Educação para uma Nova Era.** In.: Tecnologia e Sociedade. A Revolução Tecnológica e os Novos Paradigmas da Sociedade. Belo Horizonte: Oficina de Livros, 1994.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico.** 24^a Ed. São Paulo: Cortez 2017.



Capítulo 2

AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS: COMPLEXIDADES E NECESSIDADES NAS ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL, POLITICAS PÚBLICAS E ACADEMIA

DOI: 10.29327/555997.1-2

Jesus Carlos Delgado Garcia
Sônia Marise Salles Carvalho
Denise Machado Duran Gutierrez

AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS: COMPLEXIDADES E NECESSIDADES NAS ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL, POLITICAS PÚBLICAS E ACADEMIA

Jesus Carlos Delgado Garcia

Sônia Marise Salles Carvalho

Denise Machado Duran Gutierrez

RESUMO

Os temas avaliação de tecnologia social e construção de indicadores de impacto, que evidenciem sua efetividade e relevância para as comunidades, são fundamentais para a consolidação e sustentabilidade da área. No presente texto revisamos de forma crítico – reflexiva diversas propostas avaliativas em âmbito nacional situando dilemas, desafios, características e possibilidades. Trata-se de uma varredura bastante ampla de possibilidades que indicam diversos sistemas com focos, visões, limites e possibilidades distintos. A avaliação possibilita ao setor das Políticas Públicas, Organizações da Sociedade Civil, academia e outros desenvolvedores de inovações sociais / tecnologias sociais, um instrumento indispensável para: 1. Construção do conhecimento nesse campo, 2. Subsídio do monitoramento das políticas públicas, e 3. Guia de melhoramento das tecnologias e fortalecimento dos atores envolvidos. Como resultados indicamos a diversidade de possibilidades e alguns elementos essenciais comuns nos processos avaliativos, que indicamos com a denominação da presença do ‘Social’ em diversos tempos: início, meio e fim dos processos de produção das tecnologias e inovações. Todas as propostas compartilham o objetivo de promover o bem-estar social, a inclusão social, a superação da pobreza, o desenvolvimento social, a diminuição da desigualdade, bem como a proteção do meio ambiente. As tecnologias e inovações sociais constituem uma proposta de inovação que se define na contra mão dos modelos convencionais mais tradicionais, hegemônicos, das políticas de CT&I, não apenas porque nelas o social está no início e no fim, mas também porque está no meio, na participação, na cidadania e democracia, no processo educativo, no empoderamento, construindo mudança social.

Palavras-chave: Avaliação. Tecnologia Social. Inovação Social.

ABSTRACT

The theme of assessing social technology and building impact indicators, which demonstrate its effectiveness and relevance to communities are fundamental to the consolidation and sustainability of the area. In the present text we critically - reflexively review several evaluative proposals at the national level, situating dilemmas, challenges, characteristics and possibilities. It is a very wide sweep of possibilities that indicate different systems with different focuses, views, limits and possibilities. The assessment enables the Public Policy sector, Civil Society Organizations, academia and other developers of social innovations / social technologies, an indispensable tool for: 1. building knowledge in this field, 2. subsidizing the monitoring of public policies, and 3. guide for improving technologies and strengthening the actors involved. As results we indicate the diversity of possibilities and some essential elements common in the evaluation processes, which we indicate with the name of the presence of 'Social' at different times: beginning, middle and end of the processes of production of technologies and innovations. All proposals share the objective of promoting social well-being, social inclusion, overcoming poverty, social development, reducing inequality, as well as protecting the environment. Social technologies and innovations are an innovation proposal that is defined against the more traditional, hegemonic conventional models of ST&I policies, not only because the social is at the beginning and at the end, but also because it is in the middle, in the participation, citizenship and democracy, in the educational process, in empowerment, building social change.

Keywords: Evaluation. Social Technology. Social Innovation

Áreas Tecnológicas: Tecnologia Social, Avaliação de projetos, Gerenciamento de projetos.

1. INTRODUÇÃO

Tecnologia Social! Essa foi a expressão que no Brasil deu nome às mais variadas propostas e projetos para enfrentamento de problemas e necessidades sociais, como por exemplo, práticas comunitárias de desenvolvimento local e de economia solidária, soluções criadas por Organizações da Sociedade Civil (OSCs) em diferentes âmbitos, estratégias desenvolvidas por movimentos sociais e sindicais, iniciativas ligadas às políticas públicas, pesquisas, cursos e projetos de extensão de universidades e também novos serviços inventados por empreendedores. Em outros âmbitos geográficos, realidades semelhantes foram designadas como “inovações sociais” sendo observável em relação a esta denominação uma extraordinária ebulição, um dinamismo crescente e uma convergência - apenas nominativa - de práticas muito distintas, provenientes da sociedade civil, do âmbito empresarial e das políticas públicas em várias áreas.

Entretanto, embora esses mundos em efervescência estejam sendo objeto de estudos e análises de experiências diversas, observa-se carência de uma sólida teoria, assim como da elaboração de modelos explicativos com indicadores amplamente normatizados que favoreçam não apenas a construção do campo teórico, como também auxiliem a ação dos diversos atores sociais. Essa situação demanda, portanto, uma reflexão sobre as trajetórias da identificação e caracterização das propriedades das tecnologias sociais ou inovações sociais, assim como a elaboração de indicadores que as contemplem.

Nesse contexto, este trabalho se debruça sobre a problemática da complexidade da elaboração de sistemas de avaliação de tecnologias sociais e da necessidade da sua ampla adoção em âmbito nacional. Eles potencializam não apenas a construção do campo da área de conhecimento, como também facilitam a adequação dos projetos e políticas públicas às necessidades do setor das tecnologias sociais e a indicação de roteiros de melhoria dessas experiências e projetos.

O texto aporta uma visão panorâmica das metodologias e indicadores elaborados para análise e avaliação das tecnologias sociais e/ou inovações sociais, a partir das trajetórias e principais ênfases dos respectivos conceitos, mesmo em perspectivas conflitantes. Todavia, após esse painel, o presente o texto se volta à realidade brasileira e focaliza o estudo sobre a elaboração de indicadores específicos das tecnologias sociais – aquelas inovações sociais que tem o social na origem, no meio e no fim - uma vez que no Brasil elas, com esse nome, tem prevalecido sobre outras perspectivas de “inovação

social”, tanto daquelas carregadas de conotações de tipo neoliberal, como também de inovações sociais semelhantes às tecnologias sociais brasileiras. Ainda, este estudo chama a atenção para a necessidade de que o movimento social em torno das tecnologias sociais, as universidades, e as políticas públicas possam acordar a adoção de um sistema pactuado de indicadores.

2. METODOLOGIA

A metodologia aqui empregada, em forma de Revisão Narrativa de Literatura (ROTHER, 2007), consiste em uma série de procedimentos para identificar produções relevantes na área investigada, sistematizar resultados importantes e mapear certo campo de produções. Ao assim fazer permite a construção de uma análise crítica e reflexiva sobre o objeto de investigação, no caso, as metodologias e indicadores elaborados para análise e avaliação das tecnologias sociais e/ou inovações sociais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O social no fim, como novo objetivo das políticas de CT&I

Em *Social, a fronteira sem fim*, Caracostas e Muldur (1998) apresentam para a Direção Geral de Pesquisa da Comissão Europeia um estudo que contrasta nitidamente com o relatório *Ciência, a fronteira sem fim*, que Vannevar Bush (1945) entregou para o Presidente Truman e que se tornaria paradigma das políticas tradicionais de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Nele se postula a visão linear, segundo a qual a ciência e a tecnologia são entendidas como forças sequenciais, autônomas e neutras em relação à sociedade, que conseguiriam pelo encadeamento do seu suposto dinamismo trazer o bem-estar social para todos. Segundo essa lógica, as políticas de CT&I não precisam ser dirigidas ou orientadas para o bem-estar social porque este se produziria de forma quase automática no próprio processo. Apenas bastava que o governo financiasse generosamente a pesquisa científica e tecnológica, e o resto do processo se daria de forma natural e linear, automaticamente.

Na atualidade, a percepção de Caracostas e Muldur, no sentido de que deveria surgir – e estaria surgindo - uma nova etapa nas políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), na qual o objetivo do bem-estar social é, e deve ser diretamente planejado e dirigido, estaria adquirindo certo relevo, sem que isso signifique o abandono pelos países do complexo militar industrial ou da competitividade empresarial,

obviamente. Notam-se essas novas políticas de CT&I destinadas “ao social” em propostas e recomendações diversas, em novas entidades que assumem esse objetivo, em experiências e iniciativas políticas, que embora incipientes – é verdade - parecem suficientemente significativas para sinalizar uma mudança de rumo das políticas de CT&I. Assim:

- Em 1999, na *Declaração sobre a Ciência e a Utilização do Conhecimento Científico*, elaborada durante o *Congresso Mundial sobre a Ciência*, organizado pela UNESCO e o Conselho Mundial para a Ciência (ICSU), em Budapeste, pode se encontrar um divisor de águas ao nível de propostas e de intenções normativas, ao recomendar que:

A prática da **pesquisa científica** e o uso do conhecimento advindo dessa pesquisa devem **sempre** ter como objetivo o bem-estar da humanidade, aí incluída a redução da pobreza, o respeito à dignidade e os direitos dos seres humanos e ao meio ambiente global, levando em consideração a nossa responsabilidade diante das gerações presente e futuras (UNESCO, 2003, p.38. Grifos nossos).

A importância dessa Declaração ficou evidenciada não apenas pela magnitude inédita de um Congresso monográfico sobre a ciência, ao que acudiram mais de 140 países, mas pela mudança de rumo sobre a orientação da política científico-tecnológica ali acordada. Sua aprovação em plenário significou na verdade “*articular e acordar um novo contrato social para a ciência*” (LOPEZ CERESO e LUJAN, 2001), conforme ficou explícito no texto da Declaração: “*Deve haver um novo compromisso para com esses importantes princípios por parte de todos os que se preocupam com essas questões*” (UNESCO, 2003, p.38).

- Desde a década de 1990 a ênfase nas inovações e tecnologias sociais, por iniciativas heterogêneas e diversas, experimenta um vertiginoso crescimento, o qual pode expressar “a dimensão social” buscada em estudos e políticas de CT&I.
- Em 2000, a União Europeia coloca em marcha o plano *Estratégia de Lisboa*, pela primeira vez junto com propostas de crescimento econômico, explicita o objetivo de efeito decisivo para erradicação da pobreza até 2010 (COMISSÃO EUROPEA, 2000).

- Desde os anos 2000, vários governos progressistas em países de América Latina como por exemplo Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Equador, Uruguai e Venezuela, concretizam algumas mudanças nos discursos, nas concepções e na implementação de políticas incorporando objetivos relativos à inclusão social e ao desenvolvimento social (CASAS, 2015).
- Em 2009, o Presidente Obama implementou o *Office of Social Innovation and Civic Participation* com a missão de fortalecer o surgimento de novas lideranças comunitárias e projetos em parcerias público-privadas¹.
- Em 2010, no Reino Unido, o governo de Cameron aprova o programa *Big Society*, no qual a inovação social é concebida como eixo das políticas, buscando dar mais peso e influência às práticas de voluntariado, às associações comunitárias locais e aos empreendedores sociais².
- Em 2010, diante do fracasso do objetivo da *Estratégia de Lisboa* de reduzir significativamente a pobreza, a União Europeia aprova a *Estratégia Europa 2020*, momento em que a inovação social entra em cena com destaque, junto com outras políticas tradicionais centradas no emprego e na assistência social. Publica-se o Programa *Social Innovation Europe Initiative* como um dos sete pilares da *Estratégia 2020* (EUROPEAN COMISION, 2010; BARROSO, 2011, p.4).

Ao analisar a relevância das mudanças introduzidas pela orientação social no âmbito das políticas de CT&I, Vasen (2016) entende se tratar de um “*giro pós-competitivo*”, e Echeverria e Merino (2011) as qualificaram como um “*cambio de paradigma*”, no qual se observa a irrupção das tecnologias sociais / inovações sociais.

3.1.1 Indicadores de impacto social nas políticas de CT&I

Na medida em que os objetivos de bem-estar social, inclusão social e diminuição da pobreza, desenvolvimento social, melhora ambiental e redução da desigualdade continuam se consolidando nas políticas de CT&I, (re)surge com nova força a necessidade de elaboração desses indicadores (DELGADO GARCIA, 2020), de forma

¹ <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/sicp>

² <https://www.dover.gov.uk/Community/Getting-Involved-In-Your-Community/Big-Society.aspx>

semelhante a como foram criados o Manual de Frascati, em 1963, e o Manual de Oslo, em 1992, buscando o objetivo de melhoria da competitividade industrial.

Todavia, no âmbito das políticas públicas de CT&I, ao observar o voluminoso conjunto de indicadores disponíveis (VIOTTI, 2003; EDLER *et al.*, 2012; BRASIL, 2019;) ressalta, precisamente, a falta de indicadores específicos dos efeitos sociais dessas políticas em termos de bem-estar ou desenvolvimento social. O qual não pode ser relevado como um simples esquecimento, nem justificado pela complexidade dessa tarefa. Francamente, não é paradoxalmente significativo que nem a política da ciência e nem a ciência da política conheçam os resultados do impacto social dessa ação?

À diferença do que ocorre com a “avaliação no fim” no âmbito das políticas de CT&I, existe variedade de metodologias quando se trata de avaliar o impacto social de inovações sociais / tecnologias sociais, como por exemplo, as avaliações *ex ante*, realizadas no âmbito da cooperação para o desenvolvimento por diversas agências nacionais, religiosas ou filantrópicas, sendo muito utilizadas neste campo: 1. a Metodologia do Marco Lógico (ORTEGÓN, PACHECO, e PRIETO, 2005), ou 2.a Metodologia da Cadeia do Valor (DONOVAN *et al.*, 2013). De forma semelhante, o Projeto SIMPACT – *Boosting the Impact of Social Innovation in Europe through Economic Underpinnings* (2014-2017) apresenta uma “caixa de ferramentas” com 11 metodologias de avaliação de impacto social (CASTRO SPILA *et al.* 2016). Nessa mesma preocupação de avaliação de projetos, são aplicadas diversas metodologias por financiadores privados, ponderando o risco sobre o retorno do investimento (LEE, LEE, KEE, KWAN, e NG, 2019), assim como outras experiências no surgimento das denominadas “bolsas sociais”, “financiamento participativo” ou “plataformas de crowdfunding”³. Especificamente para o âmbito da “economia social europeia”, o Grupo de Especialistas em Empresas Sociais (GECES) da Comissão Europeia elaborou um conjunto de propostas para avaliação do impacto social e de mensuração dos benefícios socioeconômicos das empresas sociais (GECES, 2015).

³ Por exemplo: <https://www.bolsasocial.com/>

3.2 O social, na origem e no meio –além do fim- como característica das inovações sociais / tecnologias sociais

Nos mapeamentos sobre o histórico, trajetórias e construção do conceito da inovação social, são comuns as ênfases a respeito da heterogeneidade do seu significado e sobre seu acelerado crescimento (RÜEDE e LURTZ, 2012; JESSOP *et al.*, 2013; TEPSIE, 2014; ADDARII e LIPPARINI, 2017), ao ponto de terem sido notadas tensões e incongruências entre aceções, umas mais pró mercado e outras mais pró atividades no âmbito do desenvolvimento social e a economia social, (MARTÍNEZ e SUBIRATS, 2014; HOWALDT e HOCHGERNER, 2018; GURRUTXAGA ABAD e GALARRAGA EZPONDA, 2019). Mas, seja qual for a perspectiva, as inovações sociais gozam de um amplo consenso no sentido da importância de serem inseridas nas políticas públicas (REY DE MARULANDA e TANCREDI, 2010; CONEJERO PAZ e REDONDO LEBRERO, 2016; BLANCO *et al.*, 2016; UNCETA e BARANDIAN, 2019; HULGARD e FERREIRA, 2019).

Recorrente na literatura é também a afirmação de que as inovações sociais explodiram no âmbito dos países norte-americanos e europeus nos contextos de graves crises econômicas como uma resposta que surge da sociedade civil – não do estado e nem do mercado- mediante iniciativas de enfrentamento das mesmas. Entretanto, Borzaga e Bodini (2012), chamam a atenção para o entendimento de que o crescimento do tema da inovação social indica uma crítica profunda ao modelo de política econômica neoliberal que havia sido previamente implementado como solução para as crises econômicas e do Estado de Bem-Estar social.

Grande parte da literatura liga a atenção dada à inovação social à crise do Estado de Bem-Estar. No entanto, essa crise foi enfrentada com a onda de privatizações que testemunhamos na década de 1990, quando muitas funções do bem-estar foram transferidas do estado para o setor privado. Então, efetivamente, o aumento da inovação social implicitamente reflete o fracasso desse modelo e, também, de forma mais ampla, a noção de que o paradigma tradicional baseado em apenas dois atores (o mercado e o estado) não pode mais atender às necessidades crescentes e cada vez mais diversificadas da sociedade - especialmente se o mercado é povoado apenas por empresas com fins lucrativos (BORZAGA e BODINI, 2012, p.13-14).

Embora as inovações sociais sejam apreciadas com expectativas positivas em relação ao desenvolvimento social, ao se tratar de um campo teórico e político em construção, persistem desconhecimentos sobre questões cruciais em relação às condições

em que as inovações sociais emergem, atuam e se expandem buscando provocar bem-estar e transformação social.

Embora as inovações sociais surjam em muitos campos e áreas da política, e sob muitas roupagens, e em que pese o fato de que a inovação social é pesquisada desde diferentes ângulos teóricos e metodológicos, **as condições em que as inovações sociais se desenvolvem, florescem e se sustentam, e, em última análise, levam à mudança social, ainda não são totalmente compreendidas**, tanto nos círculos políticos como acadêmicos. Porém, especialmente nos tempos atuais de crise social, política e econômica, a Inovação Social tem suscitado grandes esperanças e, mais ainda, desencadeado debates acadêmicos e políticos (JENSON e HARRISSON, 2013, p.5. Griffos nossos).

Nesse contexto, a perspectiva do estudo aqui proposto sobre elaboração de indicadores de inovações sociais / tecnologias sociais tem em mente sua utilização nas políticas públicas, no âmbito universitário e nos fóruns do setor. Nesse sentido, é possível observar significativas afinidades entre os traços conceituais de inovação social que predominam na União Europeia e as feições do conceito de tecnologia social que prevalecem no Brasil.

Em 2013, a Comissão Europeia publica o *Guia para a Inovação Social* e utiliza um conceito que demarca as características das inovações sociais como aquelas inovações que tem o social em seus fins e também em seus meios.

A inovação social pode ser definida como o desenvolvimento e implementação de novas ideias (produtos, serviços e modelos) para atender às necessidades sociais e criar novas relações ou colaborações sociais. Isto representa novas respostas às demandas sociais prementes, que afetam o processo de interações sociais. Destina-se a melhorar o bem-estar humano. **Inovações sociais são inovações sociais em ambos, em seus fins e em seus meios.** São inovações que não são boas apenas para a sociedade, mas também aprimoram, capacidade de ação dos indivíduos (EUROPEAN COMMISSION, 2013, p.5. Griffos nossos)

Destaca-se nesse conceito da Comissão Europeia, a incorporação ao âmbito das políticas públicas das características da inovação social que, ressaltando os processos participativos e democráticos, contrapõem-se como diferenças substanciais aos conceitos tradicionais de inovação econômica e tecnológica. Vários autores (ESPIAU, 2017 e ECHEVERRIA, 2020), identificam nessa definição da Comissão Europeia a influência acadêmica do conceito seminal de *inovação social* do *Stanford Center for Social Innovation*, como aquelas práticas que geram valor social (PHILLS, DEIGLMEIER e

MILLER, 2008). Entenda-se valor social como algo distinto do valor econômico criado pela introdução no mercado de novos produtos, processos ou serviços.

Ao mesmo tempo, essa definição da Comissão Europeia foi marcada pela introdução inovadora da sociedade civil, sobretudo através da absorção do conceito expresso no *Livro Aberto da Inovação Social* pela *The Young Foundation* e *The National Endowment for Science, Technology and the Arts* (NESTA) (MURRAY, CAULIER-GRICE e MULGAN, 2010), uma vez que nele se enfatiza, junto com o valor social criado pelas inovações sociais, a importância das relações de cooperação e participação, visando transformação social. Dessa forma, o conceito de inovação social inserido nas políticas públicas da União Europeia vai além de significar apenas uma relação restrita à dimensão instrumental e utilitária de tipo tecnológico (problema → solução técnica) para incorporar também organização social e modelos alternativos de desenvolvimento social (MOULAERT *et al.*, 2013).

De forma semelhante – salvas as diferenças de contexto social, político e econômico - no Brasil prevalece desde suas origens no início da década de 2000 um conceito de tecnologia social que incorporou não apenas a finalidade de resolução de necessidades sociais, mas também, características dos processos participativos e educativos provenientes dos movimentos sociais e populares (ITS, 2004a; 2004b; 2007) e da economia solidária (SINGER e KRUPPA, 2004; SINGER, 2010), e também as perspectivas dos coletivos acadêmicos ligados ao campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e das tecnologias alternativas e (DAGNINO, BRANDÃO e NOVAES, 2004).

Dessa forma, as características dos conceitos - muito semelhantes - de tecnologia social da Fundação Banco do Brasil (PENA e MELLO, 2004), do Instituto de Tecnologia Social (ITS, 2004a; 2004b; 2007) e da Rede de Tecnologia Social (RTS, 2011), ficaram inseridos como conceitos operativos e normativos nas políticas públicas brasileiras desde 2003. Tendo como base esses conceitos e a partir de um processo de elaboração participativo, foi desenvolvido um conceito de tecnologia social para servir de marco legal numa *Proposta de Política Nacional de Tecnologia Social*⁴:

⁴ A elaboração de uma proposta de Política Pública Nacional de Tecnologia Social foi contemplada no plano de trabalho do Projeto CTS&I Programa de Tecnologia Social (2005-2007), Termo de Parceria Nº13.0001.2005/MCT/ITS. Para sua construção, foi realizado em São Paulo, em novembro de 2004, um Encontro de ONGs Produtoras de Tecnologia Social, com o objetivo de levantar os problemas que a proposição de lei deveria resolver, assim com as características norteadoras. Em outubro de 2005, em Brasília, durante a Oficina de Trabalho das ONGs, preparatória da 3ª Conferência Nacional de CT&I, foram

Art. 1º É instituída a Política Nacional de Tecnologia Social, com o objetivo de promover, potencializar, organizar, desenvolver, fomentar e fortalecer as atividades de tecnologia social.

§ 1º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I – tecnologia social: atividades voltadas para a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida, desenvolvidas mediante processo coletivo de organização, desenvolvimento e aplicação, que tenham por finalidade planejamento, pesquisa, desenvolvimento, criação, adaptação, difusão e avaliação de:

- a) técnicas, procedimentos e metodologias;
- b) produtos, dispositivos, equipamentos e processos;
- c) serviços;
- d) inovações sociais organizacionais e de gestão;

II – inovação em tecnologia social: introdução de novas tecnologias sociais, assim como de melhorias, avanços e aperfeiçoamentos em tecnologias sociais existentes, no ambiente produtivo ou social (PLS 111/2011_ Nº na Câmara dos Deputados: PL 3329/2015, Art. 1º).

Ao considerar as necessidades e perspectivas para o futuro das inovações sociais / tecnologias sociais, tanto no Brasil (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2018), como na União Europeia (TEPSIE, 2014) resulta indispensável a adoção de um sistema de indicadores pluridimensional que possibilite a análise e a orientação das políticas públicas, assim como o fortalecimento do movimento social das tecnologias sociais.

3.2.1 Indicadores de tecnologias sociais / inovações sociais

Dada a diversidade de práticas e de características agrupadas sob os termos inovações sociais / tecnologias sociais acima assinalados, aqui nos pautamos pelo levantamento e análise de indicadores de tipo multidimensional que, além *do fim*, contemplem a inovação *no meio*, isto é, que captem os processos participativos, democráticos, empoderadores, educativos (ITS, 2004). A participação tem sido considerada a principal característica da democracia (PATEMAN, 1991), implicando por tanto em empoderamento e exercício de poder político. Ao mesmo tempo, a participação

debatidas as questões levantadas. Com base nesses posicionamentos, foi elaborado o primeiro texto da proposição de legislação, que foi discutido e aprovado, em Brasília, em agosto de 2006, durante a celebração do Fórum de Tecnologia Social, e, entregue à SECIS/MCT. A proposta de legislação foi apresentada na Câmara dos Deputados como Projeto de Lei N.º 3.449-A de 2008 pelos Deputados Federais Rodrigo Rollemberg e Luiza Erundina, sofrendo posteriormente várias alterações. Em 2011, sendo Senador Rodrigo Rollemberg, a proposição foi apresentada no Senado como projeto de lei do Senado (PLS) 111/2011. No momento, desde 14/08/2019 o projeto de lei aguarda designação de relator na Comissão de Assuntos Sociais.

cidadã carrega em seu processo e práticas uma dimensão educativa (ELIAS, 1999). Nas tecnologias sociais, foi verificado que “*aprendizagem e participação são processos que caminham juntos: aprender implica em participação e envolvimento; e participação implica aprender*” (ITS, 2004a, p.26). O processo de aprendizagem se torna crucial para que os beneficiários das tecnologias sociais possam transitar entre as situações de usuários, desenvolvedores, gestores e (re)aplicadores.

Essas características de participação, democracia, empoderamento e educação foram encontradas nas práticas inovadoras do estudo empírico de construção do conceito de tecnologia social tendo raízes nas práticas dos movimentos sociais, na educação popular, nas Organizações da Sociedade Civil, na organização comunitária e mobilização urbana, na economia solidária e o cooperativismo (ITS, 2004a, 2004b; FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2004), e, possivelmente estejam também presentes, nas recentes figuras jurídicas de “negócios sociais”, “empreendedores sociais”, “empresas sociais” e “*non profit*”, podendo ter maior ou menor abrangência e densidade em políticas públicas de tecnologia social.

É preciso dizer que, em comparação com as inovações tecnológicas quanto às tecnologias convencionais, a elaboração de parâmetros de avaliação das inovações sociais / tecnologias sociais envolve uma expressiva complexidade (RÜEDE e LURTZ, 2012; ADDARII e LIPPARINI, 2017; ECHEVERRIA, 2020), porque elas, ao enfatizar a criação de valores sociais, - comunitários, públicos -, assim como relações horizontais e inovações nos processos cooperativos, participativos e educativos do processo social, englobam características que ultrapassam o estritamente econômico ou tecnológico, (DAGNINO; BRANDÃO e NOVAES, 2004; DELGADO GARCIA, 2008), ficando ocultas à mensuração usual dos dados nesses âmbitos (UNCETA, CASTRO-SPILLA e FRONTI, 2016; MULGAN *et al.* 2019).

Todavia, no contexto das inovações sociais / tecnologias sociais observa-se um ambiente bem diferente do observado no campo das políticas gerais de CT&I, uma vez que as dificuldades provenientes da complexidade que lhes é inerente têm constituído um estímulo à preocupação com a elaboração de indicadores, mediante a realização de pesquisas diversas, destinadas à compreensão mais acurada das inovações sociais e à potencialização mais precisa do seu desenvolvimento (RÜEDE e LURTZ, 2012; JENSON e HARRISSON, 20013; MULGAN, JOSEPH e NORMAN, 2013; TEPSIE, 2014; SOCIAL INNOVATION ACADEMY, 2020).

No quadro que segue, são apresentadas algumas metodologias de análise e avaliação de inovações sociais / tecnologias sociais, que mostram a diversidade de esforços realizados nessa atividade.



Quadro 1 - Metodologias de avaliação de tecnologias sociais / inovações sociais

Anos	Autor / Entidade / Fonte	Nome / Tipo / Descritivo	Dimensões / Indicadores / Variáveis
2004 - 2009	CEPAL – Comissão Econômica para América Latina e o Caribe REY DE MARULANDA e TANCREDI, 2010.	Experiências de Inovação Social O projeto foi realizado pela CEPAL com apoio da Fundação W. K. Kellogg. Foram analisadas 4.800 experiências de inovação social de 20 países, por sistema de concurso e premiação. A CEPAL disponibiliza um banco de 72 experiências finalistas, dentre as quais foram premiadas 25. https://dds.cepal.org/innovacionsocial/e/experiencias.htm	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inovação: Experiências completamente novas e também introdução de modificações significativas de experiências conhecidas; 2. Relação custo – benefício; 3. Potencialidade de reaplicação: efetividade provada de resolução de problemas persistentes na região; 4. Potencialidade de transformação em política pública: capacidade de se articular com os poderes públicos e de ampliação da cobertura ou universalização; 5. Efeitos sobre os determinantes da pobreza: impacto na geração de renda 6. Potencialidade para reduzir a discriminação e a exclusão; 7. Potencial de sustentabilidade: nível de maturidade da experiência, continuidade de congregação de beneficiários, financiamento em longos períodos, articulação com sociedade civil, comunidade local e poderes públicos.
Desde 2007	Instituto de Tecnologia Social MAGALHAES, <i>et al.</i> , 2007 DELGADO GARCIA, 2008 GUIMARÃES; PASSONI e DELGADO GARCIA, 2012. DELGADO GARCIA e SOARES, 2012. FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2018.	SATECS – Sistema de Análise de Tecnologias Sociais Trata-se de uma plataforma web desenvolvida no Instituto de Tecnologia Social com os objetivos de: i) caracterização de tecnologias sociais de forma pluridimensional, com produção de indicadores e gráficos <i>on line</i> ; ii) monitoramento de políticas públicas, da sociedade civil e privadas; iii) guia educativo para as TSs. Foi aplicado em 04 projetos: <ul style="list-style-type: none"> • 2007: Rede de Inovação Social SESI/PR • 2011 Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Inclusão e o Desenvolvimento Social, (MCT/SECIS) • 2012: SATECS/UNI, uma versão específica para universidades. • 2017: Para a 9ª edição do Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social. Na ocasião o universo foi de 986 Tecnologias Sociais, cadastradas no Banco de 	<p>D1 A dimensão do conhecimento e da CT&I</p> <ul style="list-style-type: none"> i1 objetivo de solução de uma demanda social. i2 organização e sistematização: consistência epistemológica; documentação da metodologia, avaliações e aprendizados. i3 grau de inovação: incremental, radical, de produto, processo, gerenciamento, organização, criatividade; <p>D2) A dimensão da cidadania:</p> <ul style="list-style-type: none"> i4 democracia e cidadania: fortalecimento dos direitos humanos, civis, políticos ou sociais; participação dos beneficiários na gestão e decisões; i5 metodologia participativa: participação dos beneficiários nas equipes de trabalho; metodologias participativas, i6 difusão/disseminação: Preocupação com a reaplicação e meios utilizados. <p>D3 a dimensão da Educação:</p> <ul style="list-style-type: none"> i7 processo pedagógico: aprendizados dos beneficiários/usuários e dos diversos atores, atividades educativas, i8 diálogo entre saberes: entre os conhecimentos acadêmicos, técnicos e os saberes populares. i9 apropriação/empoderamento: apropriação da metodologia, criação de raízes locais;

Anos	Autor / Entidade / Fonte	Nome / Tipo / Descritivo	Dimensões / Indicadores / Variáveis
		Tecnologias Sociais da Fundação Banco do Brasil e a amostra de 356.	D4 Relevância social: i10 eficácia: atingimento dos objetivos, solução das necessidades/problemas; eficiência comparada; efeitos positivos; i11 sustentabilidade: econômica, social e ambiental. i12 transformação social; contribuição com uma sociedade mais justa; presença de efeitos de transformação social na região.
2013	Agência Vasca de Inovação SINNERGIAC e INNOBASQUE, 2013.	RESINDEX – Índice Regional de Inovação Social Trata-se de um modelo de avaliação de abrangência regional que tem por objetivo medir a inovação social em Euskadi (Espanha), através de um Índice Regional de Inovação Social. Para o projeto piloto e teste do modelo foi aplicado um questionário à 100 empresas, 94 organizações sem fins lucrativos, 80 universidades, e oito centros tecnológicos, atingindo uma confiança de 95% e uma margem de erro amostral de + - 5,44%. O Índice Regional de Inovação é realiza-se por uma visão integrada sendo composto por 03 índices.	1) “Índice de capacidade potencial da inovação”, que recolhe os 5 indicadores seguintes: “capacidade de conhecimento”, “capacidade de aprendizagem”, “capacidade de socialização”, “capacidade de desenvolvimento” e “capacidade de vinculação”; 2) “Índice de orientação em pró do social”, que capta nas entidades a situação de atender a problemas sociais, mas de forma não inovadora, e compreende 4 indicadores: “aquisição de conhecimento”, “desenvolvimento de projetos sociais”, “impacto de projetos sociais” e “governança”; 3) “Índice de inovação social” que compreende também 4 indicadores: “aquisição de conhecimento”, “desenvolvimento de projetos sociais”, “impacto de projetos sociais” e “governança” (SINNERGIAC e INNOBASQUE, 2013).
Desde 2011	Instituto de Inovação Social da Escola Superior de Administração e Direção de Empresas (ESADE) da Universidade Ramon Llull – Barcelona (Espanha) GOODMAN e MURILLO, 2011. BUCKLAND e MURILLO, 2013. BUCKLAND, GARMILLA, MURILLO e SILVA FLORES, 2018	Antena de Inovação Social Análise multidimensional para pesquisar o significado da inovação social, seus limites, medição do impacto e os fatores-chave de sucesso. A Antena de Inovação Social pesquisa boas práticas a partir das 05 variáveis de inovação social propostas para medição. Na atualidade, tem dedicado especial atenção às inovações sociais digitais, selecionando 100 inovações desse tipo em América Latina.	1. Impacto e transformação social; 2. Colaboração intersetorial; 3. Sustentabilidade econômica e viabilidade em longo prazo; 4. Tipo de inovação (se aberta e replicável, traços inovadores, etc.); 5. Escalabilidade e replicabilidade.
2014-2017	DOMANSKI e KALETKA, 2016. HOWALDT e SCHRÖDER, 2017. www.si-drive.eu	SI-DRIVE: Social Innovation – Driving Force of Social Change Projeto de pesquisa global, teórica e empírica, financiado pelo 7º Programa Marco da União Europeia, com participação de 12 países membros da UE e outros 10 de outras partes do mundo. A pesquisa abrange sete áreas de políticas e oito regiões culturais mundiais.	1. Conceitos de Inovação Social, incluindo a relação com a inovação tecnológica e empresarial; 2. Objetivos e demandas sociais, desafios sociais e mudança sistêmica; 3. Motores, barreiras e governança da Inovação Social; 4. Ciclo de vida da Inovação Social (marca, proposta, protótipos, sustentabilidade, aumento, mudança sistêmica); 5. Recursos, capacidades e restrições, incluindo finanças e regulamentos.

Anos	Autor / Entidade / Fonte	Nome / Tipo / Descritivo	Dimensões / Indicadores / Variáveis
2017	ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, L. I.; GARCÍA-RODRIGUEZ, N.; SANZO-PEREZ, M.J.; REY-GARCIA, (2017)	<p>Análise Multidimensional da Inovação Social de ONLs (Organizações Não Lucrativas) na Espanha</p> <p>O objetivo do estudo é averiguar e medir “até qual ponto” são inovações sociais desde uma perspectiva multidimensional das ONLs – da Espanha, com algum tipo de práticas e registros qualificados como inovações sociais (IS)</p> <p>Universo: Um censo de 318 ONL_IS. Responderam ao contato por e-mail: 318 ONL_IS Amostra final: 228 ONL_IS, questionários validados.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. A IS está orientada para o bem comum: satisfação ou resolução de problemas sociais (serviços básicos, formação-educação, mercado de trabalho, serviços de saúde, outros problemas sociais, meio ambiente, conscientização); 2. A IS é um processo participativo / colaborativo com os diferentes Stakeholders (Participação, co-criação, parcerias; cooperação via TICs, celular; autogestão); 3. A IS implica uma melhoria em relação às soluções anteriores (substancialidade, eficiência, sustentabilidade); 4. A IS supõe uma transformação eficaz nos comportamentos e práticas. Nível micro ou individual: beneficiários, stakeholders externos, empoderamento; Nível meso: próprias organizações – econômico, colaboração, recursos humanos, legitimidade e boas práticas. Nível macro: sociedade.
2016 - 2019	IGOP Instituto de Governo e Políticas Públicas - Universidade Autônoma de Barcelona BLANCO et Al. 2016. MARTÍNEZ MORENO; CRUZ; BLANCO; e SALAZAR, 2019.	<p>Mapa da Inovação Social em Catalunha Projeto de Inovação social e Políticas Públicas: Desafios e Oportunidades (ISOP)</p> <p>Universo e amostra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 710 iniciativas geo-localizadas, • 482 e-mails válidos, • 107 questionários preenchidos <p>Objetivo: estudar os processos atuais de inovação social em para analisar “como desde as políticas públicas poder-se-ia contribuir para promover e reforçar este tipo de processos” (BLANCO <i>et al.</i>, 2016, p.7)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Satisfação de necessidades coletivas diversas (acesso aos espaços de uso comunitário, consumo de produtos orgânicos, acesso e gestão cidadã das TICs, acesso ao crédito, etc.). 2. Cooperação horizontal entre as pessoas 3. Vocação empoderadora, no sentido de que desejam fortalecer capacidades de ação social autônoma. 4. Defesa ou implementação de alternativas aos modelos dominantes de consumo, produção e / ou relação entre as pessoas e seu entorno social e territorial.
2019	UpSocial UPSOCIAL, 2019.	<p>Padrões de análises de inovações sociais</p> <p>Modelo criado a partir da análise e documentação de mais de 2.000 inovações em todo o mundo. Tem a finalidade de orientar clientes ou stakeholders para as decisões sobre quais das inovações sociais analisadas poderiam ser replicadas em outros locais com maior potencial de impacto e escala</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipo de inovação: I. sustentadora (de melhoria, complementar). II. disruptiva (de reformulação, transformadora); 2. Solidez da evidência: E. Provada, E. Forte, E. Prometedora, Teoria de Câmbio Documentada, Teoria de Câmbio Prometedora; 3. Experiência de Adaptação: A. Inter-Regional Provada, A. Inter-Regional Pontual, A. Regional, A. Local, Experiência Pontual; 4. Modelo de Transferência: Avançado, Consolidado, Estruturado, Incipiente, Explorável;

Anos	Autor / Entidade / Fonte	Nome / Tipo / Descritivo	Dimensões / Indicadores / Variáveis
2020	D'AMARIO e COMINI, 2020.	<p>Escala para classificação da Inovação Social nos Empreendimentos Sociais Brasileiros</p> <p>Universo: 1.195 organizações no Brasil, em 27 estados. Amostra: 264 empreendedores sociais: associações (61,74%), fundações (7,20%), cooperativas (4,55%) e empresas (26,52%). Critérios da amostra:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Não ser uma iniciativa de responsabilidade social corporativa; 2) Ter missão social e ambiental; 3) Proporcionar impacto social; 4) O impacto social causado na cadeia de valor deve apoiá-la financeiramente; 5) Ter pelo menos 50% da receita da venda de produtos/serviços, ou a empresa deve ter a perspectiva de se tornar financeiramente sustentável (operando indeterminadamente sem a necessidade de doações); 6) Ter, no mínimo, um ano de formalização. 	<p>5. Modelo de Geração de Renda: Em Escala, Adaptado, Adaptável, Consolidado em Origem, Experimental.</p> <p>Variáveis de inovação social incremental 1- Aprimoramento e redução de custos. 2- Desenvolvimento de novos P/S mais baratos. 3- Melhoramento de P/S para redução de impacto ambiental.</p> <p>Variáveis de inovação social disruptiva 4- Participação social e/ou política. 5- Transformação da vida das pessoas. 6- Igualdade, justiça social e empoderamento. 7- Novas alternativas de alcançar mudanças sociais em suas comunidades. 8- Mudanças na estrutura do mercado para atender pessoas em situação de vulnerabilidade social.</p> <p>Variáveis de inovação social institucional 9- Mudanças nas relações sociais, aumentando o nível de participação de grupos socialmente vulneráveis. 10- Inclusão de grupos historicamente excluídos. 11- Reconfiguração das estruturas sociais e econômicas existentes, 12- Novos mercados</p> <p>Variáveis de inovação social de marketing 16- Marketing para gerar uma nova concepção do P/S. 17- Novo método de promoção ou venda de preços. 18- Novo design que se encaixa no perfil do consumidor em situação de vulnerabilidade social. 19- Aumento de vendas através de mudanças no posicionamento de P/S.</p> <p>Variáveis de inovação social organizacional 20- Parceria com outras organizações para aprender novas formas de trabalhar. 21- Interação com outras organizações. 22- Novos métodos de interação com outras empresas para compartilhar conhecimento e alcançar objetivos sociais e/ou ambientais. 23- Novas iniciativas e parcerias que visam reduzir problemas sociais e ambientais.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores a partir das fontes mencionadas (2021).

3.3 A necessidade de sistemas da avaliação das Tecnologias Sociais nas OSCs, na Academia e nas Políticas Públicas

No Brasil, a preocupação com a elaboração de sistemas de avaliação das tecnologias sociais é constante desde que nos anos 2000, as iniciativas do *Banco de Tecnologias Sociais* da Fundação Banco do Brasil, do *Instituto de Tecnologia Social*, da *Rede de Tecnologia Social*, do *Fórum de Tecnologias Sociais*, do *Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas* (FORPROEX), das políticas públicas dos ministérios da ciência e tecnologia e de desenvolvimento social, e das agências de financiamento CAPES, FINEP e CNPq, fizeram com que a tecnologia social entrasse na agenda das políticas públicas.

Assim, durante os trabalhos preparatórios da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (4CNCTI), as OSCs que trabalham com tecnologias sociais elaboraram um documento requerendo, dentre o conjunto de medidas, a promoção do SATECS (ORGANIZAÇÕES DE SOCIEDADE CIVIL, 2011, p.194)⁵. A proposta teve aprovação na 4ª CNCTI, ficando registrada na consolidação das recomendações:

Formulação e implantação de um Programa Nacional de Inovação e Tecnologia Social, envolvendo financiamento, apoio e monitoramento de pesquisas e projetos nessa área. Criação de um fundo próprio para a implementação do Programa e utilização do Sistema de Acompanhamento de Tecnologias Sociais (Satecs) desenvolvido por encomenda da Secretaria de Inclusão Social (SECIS) do MCT. (BRASIL/MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010, p.109).

A elaboração de sistemas de avaliação das tecnologias sociais / inovações sociais é um instrumento indispensável para questões tão decisivas como: 1) contribuição com a construção do conhecimento e de sólida teoria empregada nas experiências, sobre as quais

⁵ O texto foi elaborado pelas seguintes entidades, em Brasília, durante os dias 4 e 5 de março de 2010: Agentes de Pastoral Negros do Brasil – APNs (Nacional); Associação Maranhense para a Conservação da Natureza – Amavida (MA); Banco Comunitário Paju – Rede Brasileira de Bancos Comunitários (CE); Centro de Cultura e Desenvolvimento do Paranoá – Cedep (DF); Central Única das Favelas – CUFA (MT); Circuito Fora do Eixo/Massa Coletiva (SP); Conexão (SP); Fórum Regional de Educação Popular do Oeste Paulista – Frepop (SP); Fundação Grupo Esquel Brasil (Nacional); Fundação para o Desenvolvimento de Comunidades Pesqueiras Artesanais – Fundipesca (BA); Grupo de Trabalho Amazônico – GTA (Região Norte); Instituto Internacional para o Desenvolvimento da Cidadania – IIDAC; Instituto Abelhas Nativas (MA); Instituto Banco Palmas (CE); Instituto Ecoar para a Cidadania (SP); Instituto Nova Ágora de Cidadania – INAC (SP); Instituto Paulo Freire – IPF (SP); Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN (DF); Instituto de Tecnologia Social – ITS Brasil (SP); Instituto Moitará (RJ); Movimento de Organização Comunitária – MOC (BA); Planeta.com (DF); Rede de Gestores Públicos da Economia Solidária (Nacional); Serviço de Educação Popular – Sedup (PB) (ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL, 2011).

há questões em nebulosa como saber sobre os processos que as originam, as condições de sobrevivência e os efeitos que produzem; 2) guia e recurso educativo para melhoria e aprimoramento dessas iniciativas, assim como também instrumento para as atividades estratégicas dos coletivos, fóruns, setores e organizações que as aglutinam e nos quais se reconhecem; 3) subsídio indispensável nas políticas públicas para o fortalecimento e criação de condições de possibilidade para a expressão mais nítida de um novo paradigma das políticas do conhecimento, sobre o qual tem se colocado grandes expectativas como novo “motor” de desenvolvimento social.

No âmbito das tecnologias sociais no Brasil a utilidade de dispor de um sistema de indicadores que possibilite analisar sua situação e seu estado pode ser apreciada, por exemplo, a partir dos resultados do último mapeamento, realizado em 2017 mediante a aplicação do SATECS por encomenda da Fundação Banco do Brasil, com ocasião da 9ª edição do Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social.

O universo da pesquisa foi constituído pelas informações das 986 tecnologias sociais cadastradas pelo Banco de Tecnologias Sociais, as quais foram contatadas mediante envio de e-mail. Dentre elas, 563 deram retorno, sendo que 163 não entraram no SATECS para o preenchimento do questionário, 23 comunicaram estarem inativas, e 52 tiveram o questionário invalidado por questões de inconsistência, tendo sido constituída a amostra por 356 tecnologias sociais (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2018, p26).

Pelos dados do levantamento, podem ser apreciadas algumas características das tecnologias sociais no Brasil:

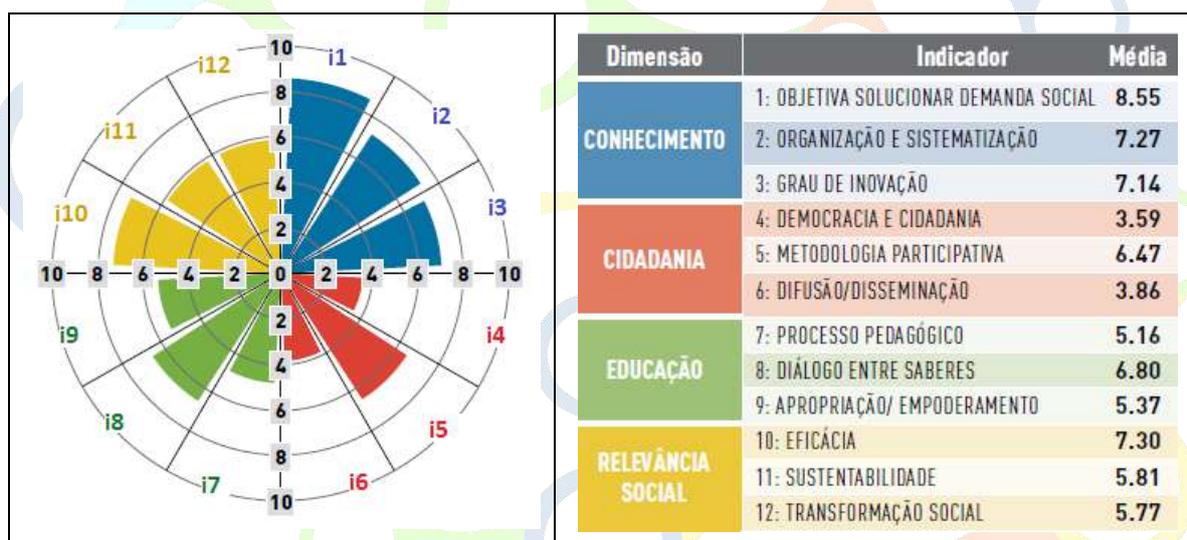
- **São realizadas principalmente pela sociedade civil**, correspondendo em 63,8% a OSCs (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2018)
- **Têm rosto feminino**, uma vez que *“as mulheres representam mais do que da metade da equipe em 77% das tecnologias sociais que foram mapeadas”* e *“em 89,6% dos casos há mulheres em cargo de gerência no projeto”* (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2018, p. 35).
- As áreas em que trabalham abrangem principalmente projetos de **desenvolvimento local** (49%), **meio ambiente** (47%), **geração de trabalho e renda** (46,2%), educação, cultura e lazer (41,5%), democratização do conhecimento (37,0%), agricultura familiar (35,6%), segurança alimentar e

nutricional (28,0%), economia solidária (28%), promoção de direitos: gênero, raça e deficiências (19,3%) e saneamento básico (13,7%).

- **Passam por enormes dificuldades de sobrevivência**, precisando de forte apoio público, como pode ser deduzido pelos dados acima apresentados da constituição da amostra.

Disponer de um sistema de indicadores pode se constituir em instrumento crucial como subsídio para as políticas públicas, para a academia - notadamente na extensão universitária -, para o coletivo das tecnologias sociais, e também para financiadores diversos, nacionais e internacionais. Nesse sentido, ao utilizar recursos do SATECS, por exemplo, obtêm-se conhecimentos sobre a realidade das tecnologias sociais no Brasil com muitas possibilidades para subsidiar a atuação dos atores mencionados.

Figura 1 - Média das Características das Tecnologias Sociais. Brasil. SATECS, 2017.



Fonte: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2018.

O indicador i1 relativo ao “social na origem”, apresentou o valor mais alto (8,55), destacando-se, então, que nas tecnologias sociais brasileiras há aplicação de conhecimentos –populares ou científicos - destinados à solucionar determinadas necessidades/problemas sociais que se tornaram demanda para os atores sociais que criaram e/ou trabalham com essas tecnologias sociais. Ao mesmo tempo, verifica-se que na avaliação dos pesquisados as tecnologias sociais resolvem bem a necessidade que pretendem solucionar, uma vez que o segundo indicador de maior valor (7,3) é precisamente o do “social no fim”, o i10, relativo ao efeito conseguido com sua ação. Destaca-se em 4º lugar (7,15) o nível de inovação.

Ao pensar em inserir nas políticas públicas a participação de tecnologias sociais ou ao planejar sua reaplicação, podem ser escolhidas aquelas tecnologias que apresentem padrões significativos de eficácia/eficiência, os quais, em agregação com outros dados, obtidos a partir da aplicação de filtros (por exemplo, geolocalização, área de atuação, público alvo, grau de sistematização dos conhecimentos) e correlações estatísticas diversas, pode auxiliar significativamente nas decisões para formulações e implementação de políticas públicas ou atender interesses de financiadores diversos.

Nas tecnologias sociais brasileiras, os menores valores foram encontrados nas dimensões e indicadores que estão “no meio”, especialmente na dimensão da “cidadania”, e no indicador i4, “democracia e cidadania”, o que indica que as pessoas às quais se destinam as tecnologias sociais têm em geral pouco poder nas decisões das instituições que fazem a gestão das mesmas. Observa-se também, levando em consideração o indicador i6 “difusão/disseminação”, que as tecnologias sociais brasileiras apresentam muita dificuldade para gerar reaplicação por elas próprias. De posse dessas informações, ressalta-se a importância para o poder público de implementar um sólido programa de fortalecimento e disseminação/divulgação das tecnologias sociais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo debruçou-se sobre a problemática e a necessidade de dispor de um sistema de indicadores de avaliação de tecnologias sociais / inovações sociais em âmbito nacional, porque ele possibilita ao setor (políticas públicas, OSCs e outros atores desenvolvedores de inovações sociais / tecnologias sociais, assim como também ao âmbito acadêmico) um instrumento indispensável para a construção do conhecimento nesse campo, para subsídio do monitoramento das políticas públicas, e como guia de melhoramento das tecnologias sociais / inovações sociais para fortalecimento dos atores que as desenvolvem.

Foi mostrado como as inovações sociais / tecnologias sociais representam a entrada em cena nas políticas públicas de CT&I da perspectiva do novo paradigma desejado das mesmas, aquele em que o bem-estar social, inclusão social, superação da pobreza, desenvolvimento social, diminuição da desigualdade e a proteção do meio ambiente se convertem em objetivo intencionalmente orientado. Assim, as tecnologias sociais / inovações sociais constituem uma proposta de inovação que se define na contramão dos modelos convencionais mais tradicionais, hegemônicos, das políticas de CT&I, não apenas porque nelas o social está no início e no fim, mas também porque está

no meio, na participação, na cidadania e democracia, no processo educativo, no empoderamento, construindo mudança social.

A pujança do ecossistema das tecnologias sociais / inovações sociais pode ser compreendida como uma ponta de lança da mudança de paradigma das políticas de CT&I em todos seus âmbitos. Certamente, a emergência do novo paradigma da inovação implica em novas (re)configurações dos objetivos das políticas, mas também exige novos modelos de governança. Junto com os atores tradicionais da comunidade científica e do mundo empresarial que detêm a influência decisiva nas decisões políticas sobre o rumo e as prioridades - sobre a distribuição de recursos, o planejamento, a gestão e a avaliação-, o novo paradigma requer a participação da sociedade civil (EUROPEAN COMMISSION, 2019), isto é, dos outros atores que inovam desde a nova perspectiva desejada.

Nesse contexto, torna-se crucial a disponibilização de um sistema de indicadores. Em contraste com a ausência de indicadores de impacto social nas políticas de CT&I como um todo, no campo das tecnologias sociais / inovações sociais surgem iniciativas de forma abundante, como mostrado, embora seja este um campo especialmente complexo, dada a multidimensionalidade das suas características. Essas iniciativas de elaboração de sistemas de indicadores precisam ser coletivamente validadas, fomentadas e adotadas nas políticas públicas, na academia e na sociedade civil, para potencializar seu impacto no desenvolvimento e transformação social.

5. REFERÊNCIAS

ADDARII, F.; LIPPARINI, F. **Vision and trends of social innovation for Europe**. Brussels: European Commission. 2017.

ALONSO, A.; ECHEVERRIA, J. ¿Qué es la innovación social? El cambio de paradigma y su relación con el Trabajo Social. **Cuadernos de trabajo social**, Vol. 29, Nº 2, 2016, p. 163-171.

ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, L. I.; GARCÍA-RODRIGUEZ, N.; SANZO-PEREZ, M.J.; REY-GARCIA, M. Análisis multidimensional del concepto de innovación social en las organizaciones no lucrativas españolas. Evidencias prácticas. **Revista Española del Tercer Sector**. 2017. Nº 36. Madrid, 2017, p. 23-48

BARROSO, J. M. D., President of the European Commission. **Europe leading social innovation. Social Innovation Europe Initiative**. Brussels, 17 march, 2011.

BLANCO, I.; CRUZ, H.; MARTÍNEZ, R.; SALAZAR, Y.; BRUGUÉ, Q.; PARÉS, M. **Innovació social i polítiques públiques: reptes i oportunitats** (ISOP). Bellaterra: Universidade Autònoma de Barcelona, 2016.

BORZAGA, C.; BODINI, R. What to make of social innovation? Towards a framework for policy development. **Euricse Working Paper**, N.036/12, 2012, p.1-15.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC) **Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação 2019**. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/indicadores/arquivos/Indicadores_CTI_2019.pdf>. Acesso em 31/03/2021.

BRASIL/MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Consolidação das recomendações da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Conferências nacional, regionais e estaduais e Fórum Municipal de C,T&I. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

BUCKLAND, H; GARMILLA, A.; MURILLO, D.; SILVAFLORES. **La Revolución Digital ante los grandes retos del mundo. 100 iniciativas de innovación social digital que están transformando América Latina**. Barcelona: Instituto de Innovación Social, ESADE. Madrid: Fundación EY, 2018.

BUCKLAND, H.; MURILLO, D. **Antena de la innovación social. Vías hacia el cambio sistémico. Ejemplos y variables para la innovación social**. Barcelona: Instituto de Innovación Social, ESADE, Universidad Ramón Llull, 2013.

BUSH, V. **Science. The Endless Frontier**. Washington: United States Government Printing Office, 1945.

CARACOSTAS, P., MUL DUR, U. **Society, The Endless Frontier**. A European vision of research and innovation policies for the 21st century. Luxembourg: European Commission, 1998.

CASAS, R. Retos Analíticos de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación para Enfrentar la Pobreza en América Latina. IN: CASAS, R.; MERCADO, A. (ORGs) **Mirada iberoamericana a las políticas de ciencia, tecnología e innovación: perspectivas comparadas**. Buenos Aires: CLACSO; Madrid: CYTED, 2015, p. 259-295

CASTRO SPILA, J. et al. **Social Innovation Evaluation Toolbox**. Gelsenkirchen: Institute for Work and Technology e outros, 2016. Disponível em <<http://www.simpact-project.eu/tools/evaluation.htm>>. Acesso em 31/03/2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Conselho Europeu extraordinário de Lisboa (Março de 2000): para uma Europa da inovação e do conhecimento**. 2000. Disponível em <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:c10241&from=PT>>. Acesso em 05/03/2021.

CONEJERO PAZ, E.; REDONDO LEBRERO, JC. La innovación social desde el ámbito público: Conceptos, experiencias y obstáculos. **Gestión y Análisis de Políticas Públicas**, Nueva Época – N° 15, jan-jun, 2016, p. 23-42.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H. T. Sobre o marco analítico-conceitual da Tecnologia Social. In: FBB. **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: FBB, 2004, p. 15-64.

D'AMARIO, E. Q.; COMINI, G. M. Inovação Social nos Empreendimentos Sociais Brasileiros: uma proposta de escala para sua classificação. **RBGN-Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 22, 2020, p. 104-122.

DELGADO GARCIA, J. C. Indicadores de Impacto Social da Política de CT&I: Iniciativas. Em: MENDES, L. K. L.; SILVA, N.; DELGADO GARCIA, J. C. (Orgs.) **Políticas públicas e veredas da cidadania**. Cruz das Almas: EDUFRB, 2020, p. 279-297.

DELGADO GARCIA, J. C. Uma Metodologia de Análise das Tecnologias Sociais. Em: GALANTE, O.H.; ARCIENAGA, A. A. (Org.). **Gestión tecnológica para la producción, el empleo y la inclusión - XII Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica - Altec, 2007**. Buenos Aires: BMPress, 2008, p. 383-397.

DELGADO GARCIA, J. C; e SOARES, A. P. M. SATECS UNI - Sistema de Acompanhamento das Tecnologias Sociais. Em: INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. (Org.). **Tecnologia social: experiências inovadoras em extensão universitária**. São Paulo: ITS BRASIL/MCTI/SECIS, 2012, p. 10-24.

DOMANSKI, D.; KALETKA, C.H. La investigación en Innovación Social en la Unión Europea y la experiencia de la TU Dortmund University – sfs. Em: DOMANSKI, D.; MONGE, N.; QUITIAQUEZ, G.; ROCHA, D. (Orgs.) **Innovación Social en Latino América**. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Parque Científico de Innovación Social, 2016.

DONOVAN, J.; CUNHA, M.; FRANZEL, S.; GYAU, A.; MITHÖFER, D. **Guías para el desarrollo de cadenas de valor: Una revisión comparativa**. Lima: World Agroforestry Centre (ICRAF) e Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), 2013.

ECHEVERRIA, J.; MERINO, L. Cambio de paradigma en los estudios de innovación: el giro social de las políticas europeas de innovación. **Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura**, N° 752, 2011, p. 1031-1043.

ECHEVERRIA, J. Filosofía de la innovación y valores sociales en las empresas. **Artefactos**. Vol. 9, N° 1, 2020, p. 77-99.

EDLER, J.; BERGER, M.; DINGES, M.; GÖK, A. The practice of evaluation in innovation policy in Europe. **Educational Research and Evaluation**, 2012. 21(3), p.167-182.

ELIAS, M. A. **A dimensão educativa da participação cidadã: a experiência de mutirões no Projeto Viva Cidade da Prefeitura Municipal de Santo André, 1989-1992**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP. Dissertação de Mestrado. 1999.

ESPIAU, G. Nuevas Tendencias de la Innovación Social. **Revista Española del Tercer Sector**. Nº 36, 2017, p. 141-168.

EUROPEAN COMMISSION. **Guide to Social Innovation**. Bruxelas: Regional and Urban Policy, 2013.

EUROPEAN COMMISSION. **Europe 2020 Flagship Initiative Innovation Union**, Bruselas, COM(2010) 546 final.

EUROPEAN COMMISSION. **The Future of Government 2030+. A Citizen Centric Perspective on New Government Models**. Luxembourg: European Union. 2019.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Caminhos e Perspectivas para a Tecnologia Social**. Brasília: Fundação Banco do Brasil, ITS BRASIL, 2018.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil. 2004.

GESES - Grupo de Especialistas em Empresas Sociais. **Métodos propostos para la medición del impacto social**. Luxemburgo: Escritório de Publicações da União Europeia, 2015.

GOODMAN, J. e MURILLO, D. (2011). **Antena de la innovación social. Las diez innovaciones sociales más destacadas e inspiradoras**. Barcelona: Instituto de Innovación Social, ESADE, Universidad Ramón Llull, 2011.

GUIMARÃES, G.; PASSONI, I.; DELGADO GARCIA, J. C. (Orgs.). **Tecnologia social: experiências exemplares - I**. São Paulo: ITSBRASIL/MCTI-SECIS, 2012.

GURRUTXAGA ABAD, A.; GALARRAGA EZPONDA, A. Recursos y dilemas de la innovación social: un concepto problemático. **Revista Española de Sociología**, 28 (3, supl. 1), 2019, p. 135-150.

HOWALDT, J.; HOCHGERNER, J. Desperately Seeking: A Shared Understanding of Social Innovation. IN: HOWALDT, J., KALETKA, C., SCHRÖDER, A. e ZIRNGIEBL, M. (ORGs). **Atlas of Social Innovation – New Practices for a Better Future**. Dortmund: Sozialforschungsstelle, TU Dortmund University. 2018, p. 18-21.

HOWALDT, J.; SCHRÖDER, A. (2017) SI-DRIVE: **General Assembly (4) Status of the Project – Results and Impact**. Dortmund. 2017. Disponível em <<https://www.si-drive.eu/si-drive-presentations/>>. Acesso em 31/03/2021.

HULGÅRD, L.; FERREIRA, S. Social Innovation and Public Policy. IN: HOWALDT, J., KALETKA, C., SCHRÖDER, A. e ZIRNGIEBL, M. (ORGs) **Atlas of Social Innovation – 2nd Volume: A World of New Practices**. 2019, p. 26-29.

ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Caderno de Debate - Tecnologia Social no Brasil**. São Paulo. 2004a.

ITS – INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Conhecimento e Cidadania 1: Tecnologia Social**. São Paulo: ITS. 2007.

ITS – INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. Em: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil. 2004b, p. 117-133.

JENSON, J.; HARRISSON, D. **Social Innovation Research in the European Union**. Approaches, findings and future directions. Policy review. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. Disponível em: <https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/policy_reviews/social_innovation.pdf>. Acesso em 31/03/2021.

JESSOP, B.; MOULAERT, F.; HULGARD, L. e HAMDOUCH, A. Social innovation reserach: a new stage in innovation analysis? In: MOULAERT, F., et al. **The International Handbook on Social Innovation**, 2013, p. 110-130.

LEE, E. K. M., LEE, H.; KEE, C. H.; KWAN, C. H.; NG, C. H. Social Impact Measurement in Incremental Social Innovation. **Journal of Social Entrepreneurship**. 2009, p. 1-18.

LÓPEZ CERREZO, J. A.; LUJÁN, J. L. Hacia un nuevo contrato social para la ciencia: evaluación del riesgo en contexto social. Em: LÓPEZ CERREZO, J. A. e SÁNCHEZ RON (Orgs.) **Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el Cambio de Siglo**. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva, 2001.

MAGALHAES, S. B.; RANGEL, B. M.; LAFETÁ, C.; ADULIS, D.; PINHEIRO D. M.; DELGADO GARCIA, J. C.; LEAL, M. C.; UENO, P. H. Tecendo inovação social no Paraná: Responsabilidade empresarial e tecnologias sociais em rede. Em: FARFUS, D. e ROCHA, M. C. (Orgs.). **Inovações Sociais**. Curitiba: SESI/SENAI/IEL/UNINDUS, v.2, 2007, p. 141-164.

MARTÍNEZ MORENO, R.; SUBIRATS, J. (2014) “Innovación social: ¿más sociedad o más mercado?”. Em: ABAD, F. (coord.). **Dentro de 15 años ¿escenarios improbables?**, Madrid: LID Editorial, p. 1-9.

MARTÍNEZ MORENO, R.; CRUZ, H.; BLANCO, I.; SALAZAR, Y. La innovación social, ¿Prácticas para producir autonomía, empoderamiento y nueva institucionalidad? **Revista Internacional de Sociología**. Vol. 77 (2), e126, abril-junio, 2019.

MARTÍNEZ, R e SUBIRATS, J. Innovación social: más sociedad o más mercado? Em: ABAD, F. (Org.). **Dentro de 15 años ¿escenarios improbables?** Madrid: LID Editorial, 2014.

MOULAERT, F.; MACCALLUM, D.; MEHMOOD, A; HAMDOUCH, S. (Orgs.) **The International Handbook on Social Innovation: Collective Action, Social Learning and Transdisciplinary Research**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. 2013.

MULGAN, G.; BRECKON, J.; TARREGA, M.; BAKHSHI, H.; DAVIES, J.; KHAN, H.; FINNIS, A. **Public value: how can it be measured, managed and grown?**. Londres: NESTA, 2019.

MULGAN, G.; JOSEPH, K.; NORMAN, W. Indicators for social innovation. In GAULT, F. (Org.) **Handbook of Innovation Indicators and Measurement**. Cheltenham: Edward Elgar, 2013, p. 420-438.

MURRAY, R; CAULIER-GRICE, J.; MULGAN, G. **The Open Book of Social Innovation**. Londres: The Young Foundation; NESTA - The National Endowment for Science, Technology and the Arts, 2010.

ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL. CT&I para o Desenvolvimento Sustentável. **Parcerias Estratégicas**, Vol. 16, Num. 32, jun 2011, p. 189-197.

ORTEGÓN, E.; PACHECO, J.F.; PRIETO, A. (2005). **Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas**. Santiago de Chile: CEPAL/ILPES, 2005.

PATEMAN, C. **Participação e Teoria Democrática**. São Paulo: Paz e Terra, 1991.

PENA, J. e MELLO, C. J. Tecnologia social: a experiência da Fundação Banco do Brasil na disseminação e reaplicação de soluções sociais efetivas. Em: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p. 83-88.

PHILLS, J.A.; DEIGLMEIER, K.; e MILLER, D. Rediscovering social innovation. **Stanford Social Innovation Review**, 6 (4), 2008, p. 34-43.

PUTTICK, R.; LUDLOW, J. **Standards of Evidence for Impact Investing**. Londres: NESTA, 2012. Disponível em < <https://www.nesta.org.uk/report/standards-of-evidence-for-impact-investing/>>. Acesso em 31/03/2021.

REY DE MARULANDA, N.; TANCREDI, F. B. **De la innovación social a la política pública: Historias de éxito en América Latina y el Caribe**. Santiago de Chile: CEPAL, 2010.

ROTHER, E.T. Revisión sistemática X Revisión narrativa. Editorial, **Acta Paul Enferm**. 20(2):ix. 2007.

RTS – REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL. Relatório de 6 anos da RTS. Abril de 2005 a maio de 2011. Disponível em < https://fbb.org.br/pt-br/?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=29&id=109&Itemid=1000000000000> Acesso em 27 de fevereiro de 2021.

RÜEDE, D. e LURTZ, K. **Mapping the various meanings of social innovation: Towards a differentiated understanding of an emerging concept**. EBS Business School Research Paper No. 12-03, 2012, p. 1-5. Disponível em: <<http://www.ebs.edu/?id=4176&L=1>>. Acesso em 31/03/2021.

SINGER, P. e KRUPPA, S. Senaes e a economia solidária – democracia e participação ampliando as exigências de novas tecnologias sociais. Em: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p. 89-101.

SINGER, P. Tecnologia Social para Economia Solidária. **Parcerias Estratégicas**. Vol.15, Num., 31, Dez. 2010, p. 237-243.

SOCIAL INNOVATION ACADEMY. **Social Innovation Trends 2020-2030: The Next Decade Of Social Innovation**. 2020. Disponível em <<http://www.socialinnovationacademy.eu/social-innovation-trends-2020-2030/>> Acesso em 10 de março de 2021.

TEPSIE. **Social innovation theory and research: a guide for researchers**. A deliverable of the project: “The theoretical, empirical and policy foundations for building social innovation in Europe” (TEPSIE), European Commission – 7th Framework Programme, Brussels: European Commission, DG Research, 2014.

UNCETA, A.; BARANDIARÁN, X. La Innovación Social como instrumento para la Innovación Pública. **UCJC Business and Society Review (formerly known as Universia Business Review)**, v. 16, n. 1, mar. 2019, p. 100-125, 31.

UNCETA, A.; CASTRO-SPILLA, J.; FRONTI, J. G. Social innovation indicators. **Innovation: The European Journal of Social Science Research**, 2016. 29(2), p. 192-204.

UNESCO. **A Ciência para o Século XXI: Uma nova visão e uma base de ação**. Brasília: UNESCO, ABIPTI, 2003.

UPSOCIAL. **Estándares de análisis de innovaciones sociales**. 2019. Disponível em <<https://upsocial.org/es/noticia/estandares-de-analisis-de-innovaciones-sociales>>. Acesso em 31/03/2021.

VANCLAY, F., ESTEVES, A. M., AUCAMP, I.; FRANKS, D. **Evaluación de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales en proyectos**. Fargo, Dakota del Norte: Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos (IAIA) e Banco Inter-americano de Desarrollo (BID), 2015.

VASEN, F. ¿Estamos ante un “giro poscompetitivo” en la política de ciencia, tecnología e innovación? **Sociologias**. Porto Alegre, ano 18, nº 41, jan/abr 2016, p. 242-268.

VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Orgs). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

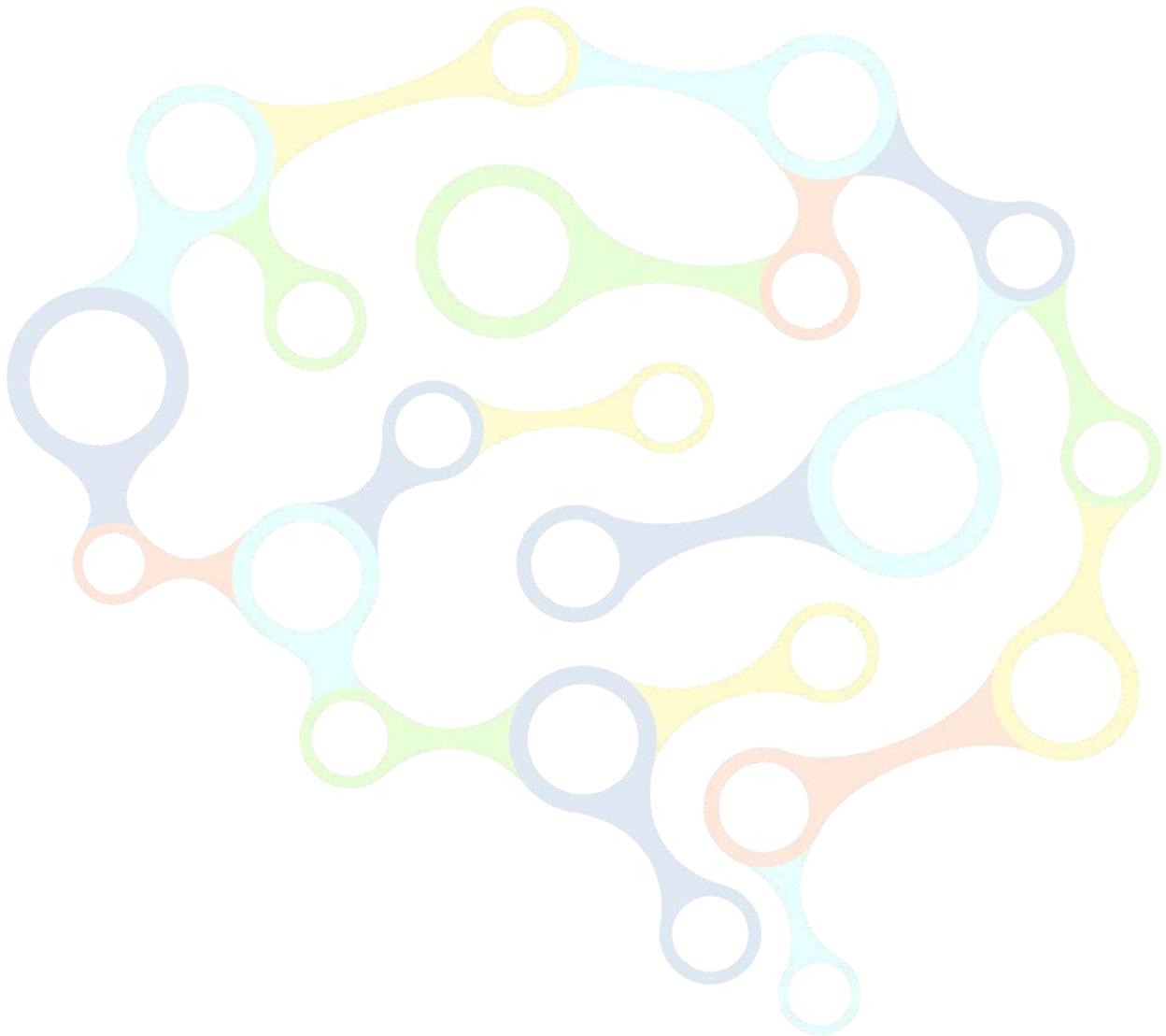
AUTORES:

Jesus Carlos Delgado Garcia: Professor Adjunto da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, atuando no Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade - CETENS/UFRB.

Sônia Marise Salles Carvalho: Professora da Universidade de Brasília. Diretora Executiva da Rede UNITRABALHO. Coordenadora da Incubadora de Tecnologia Social e Inovação. Associada a Rede de Pesquisadores de Economia Solidária- ABPES.

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual,
Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT.

Denise Machado Duran Gutierrez: Professora Associada da Faculdade de Psicologia da Universidade Federal do Amazonas/FAPSI/UFAM. Coordenadora de Tecnologia Social do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/COTES/INPA.





Capítulo 3

TECNOLOGIA ALTERNATIVA E SUSTENTÁVEL PARA APROVEITAMENTO DE PAPEL SULFITE IMPRESSO: GERENCIAMENTO DE RESÍDUO CLASSE II NA ORIGEM

DOI: 10.29327/555997.1-3

Carlos Oreques Fonseca
Rita de Cássia Pompeu de Sousa



TECNOLOGIA ALTERNATIVA E SUSTENTÁVEL PARA APROVEITAMENTO DE PAPEL SULFITE IMPRESSO: GERENCIAMENTO DE RESÍDUO CLASSE II NA ORIGEM

Carlos Oreques Fonseca

Rita de Cássia Pompeu de Sousa

RESUMO

O processo de gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil representa um problema antigo e vem apresentando poucas evoluções, mesmo com leis que determinam os procedimentos a serem adotados. Aliado a isso, empresas públicas e privadas estão na era digital, onde processos administrativos migraram do papel para meios eletrônicos, deixando muitos documentos confidenciais sem validade em seus “arquivos mortos”. O papel sulfite impresso é um resíduo bastante encontrado nos lixos no Brasil e é o material que compõe a maioria dos “arquivos mortos” das empresas. Neste contexto, há necessidade de estudos que possibilitem novas alternativas e soluções para reciclagem sustentável deste tipo de material e, preferencialmente, que esse retorno não cause impactos negativos ao Meio Ambiente. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver tecnologia alternativa e sustentável, por meio de prospecção teórica e prática para gerenciamento de resíduo classe II, papel sulfite impresso, no local de origem. Os resultados obtidos nos permite concluir que a tecnologia desenvolvida para gerenciamento do papel sulfite é sustentável e sem impactos negativos ao Meio Ambiente. Possibilita a transformação do resíduo no local de origem, com sucesso, gerando ainda um produto - fertilizante natural (adubo) - de boa qualidade e com custo acessível. É inovadora e alternativa para destinação sustentável desse tipo de resíduo, sendo oportuna sua divulgação, pois oferece ao mesmo tempo um ativo pré-tecnológico (Metodologia técnico-científica) e ativo tecnológico (produto), ou seja, um conjunto de instrumentos e métodos para serem utilizados e aplicados pelo principal público alvo do presente estudo.

Palavras-chave: Compostagem. Metodologia técnico-científica, Prospecção. PNRS. Resíduos.

Área tecnológica: Propriedade intelectual, Prospecção, Inovação e desenvolvimento.

1. INTRODUÇÃO

O papel é um dos materiais mais versáteis e mais utilizado no nosso dia a dia, principalmente o papel sulfite; porém, raramente, pensamos sobre seu processo produtivo e os impactos ambientais associados a sua produção e o seu consumo. O principal impacto ambiental é a derrubada de árvores para a extração da celulose, resultando na devastação de florestas nativas que dão lugar a espécies como eucaliptos e pinus. Outra consequência negativa do processo de produção do papel é a adição de componentes químicos na água. Esses resíduos tóxicos podem prejudicar seriamente o meio ambiente quando são descartados incorretamente. Para o branqueamento do papel, por exemplo, são utilizados cloro e agentes corrosivos que afetam os ecossistemas aquáticos.

Destarte, uma forma de gerenciamento de resíduos sólidos que pode reduzir o impacto negativo do descarte incorreto do papel é a atividade de reciclagem, a qual tem se estruturado como um setor econômico de relativa importância à medida que as questões dos resíduos sólidos tornaram-se um dos problemas principais em termos de planejamento urbano e de gestão pública. Ela é formada por um conjunto de operações interligadas cuja finalidade é a reintrodução dos materiais recicláveis nos processos de produção para serem transformados, novamente, em insumos produtivos.

Portanto, através da reciclagem o lixo passa a ser visto de outra maneira, não como um final, mas como o início de um ciclo em que pode-se preservar o meio ambiente, ter participação consciente e a transformação de hábitos (MARODIN E MORAIS, 2004). Um exemplo disso são os resíduos de papel e papelão que são coletados, na sua maioria, por catadores nas pequenas e até grandes cidades; mas, infelizmente, comprados a preços irrisórios, geralmente, por atravessadores para indústrias de reciclagem.

Entretanto, este material ainda é um dos resíduos bastante encontrado nos lixos no Brasil, principalmente o papel sulfite impresso, que compõe a maioria dos “arquivos mortos” das empresas públicas e privadas, podendo impactar, negativamente, a saúde humana e ao ambiente se destinados inadequadamente.

Logo, é necessário encontrar tecnologias alternativas que possibilitem a reciclagem sustentável deste tipo de resíduo sólido e, preferencialmente, que esse retorno não cause impactos negativos ao Meio Ambiente. Uma vez que, do orgânico ao

inorgânico, dos entulhos ao lixo domiciliar, todo resíduo sólido tem seu valor. Administrá-los da melhor forma possível é responsabilidade de todos, desde empresas até os cidadãos comuns, passando pelas autoridades e instituições competentes do setor público.

Neste sentido, verificou-se na literatura técnico-científica vigente, que outra forma de gerenciamento desse tipo de resíduo sólido, a qual contribuiria para a redução dos impactos ambientais gerados, seria o processo de compostagem.

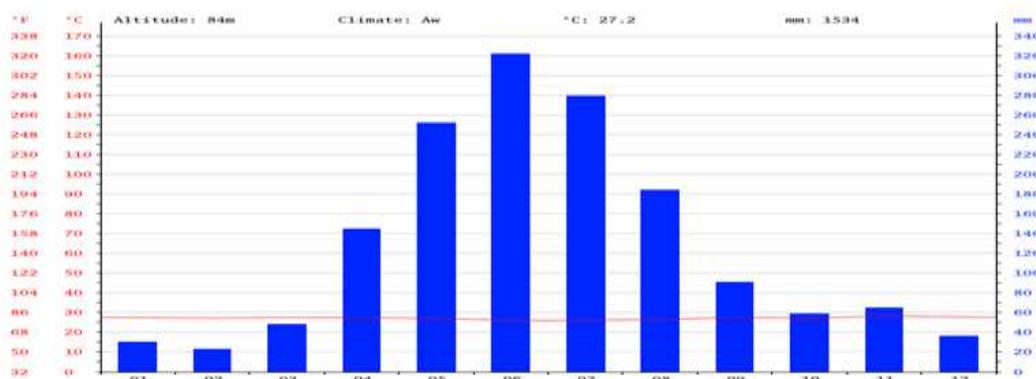
A compostagem pode ser definida como um processo controlado de decomposição aeróbia e exotérmica da substância orgânica biodegradável, por meio da ação de microrganismos autóctones, com liberação de gás carbônico e vapor de água, produzindo, ao final, um produto estável e rico em matéria orgânica (DE BERTOLDI et al. 1983; SENESI, 1989; ABNT, 1996; BIDONE E POVINNELLI, 1999; KIEHL, 2004).

Todavia, a eficiência desejada para o processo de compostagem somente será encontrada quando as exigências ambientais de decomposição forem ótimas. Diversos fatores podem interferir na atividade microbiológica dos microrganismos para transformação em um produto final estável, como aeração; umidade; temperatura; pH; tamanho da partícula e relação carbono/nitrogênio (C/N) (PRÁ et al., 2009; EPSTEIN, 2011).

Assim, fundamentando-se na importância de diferentes processos de gerenciamento de resíduos sólidos para a diminuição dos problemas ambientais causados pelo papel no Brasil, objetivou-se o presente trabalho com intuito de desenvolver tecnologia alternativa e sustentável, por meio de prospecção teórica e prática para gerenciamento de resíduo classe II, papel sulfite impresso, no local de origem.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no ano de 2019/2020 na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/RR - sediada na cidade de Boa Vista/RR (02° 49' 12" N; 60° 40' 23" W – Altitude: 85 m). Nesta cidade, o clima é classificado como AW, sendo quente e opressivo. As temperaturas médias variam em torno de 24°C e 36°C e a pluviosidade média é de 1.534 mm. As temperaturas mais elevadas, na média, são registradas em novembro e as maiores pluviosidades, na média, são registradas em junho.

Figura 1 - Temperaturas e precipitações médias em Boa Vista/RR

Fonte: Disponível em: <<https://images.climate-data.org/location/3894/climate-graph.png>>

As atividades realizadas pela Embrapa Roraima resultam diferentes resíduos e, de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) da Unidade (2018), se dividem quanto a sua atividade/localidade de geração em resíduos: gerais, de laboratórios e campos experimentais e ainda são classificados e segregados como perigosos, rejeitos, orgânicos e recicláveis.

Na tabela 1, destaca-se alguns dos resíduos gerados pela Embrapa Roraima.

Tabela 1 - Resíduos orgânicos gerados na Embrapa Roraima

Fonte de geração	Resíduos orgânicos	Quantidade aproximada de geração
Jardinagem	Folhas, galhos, raízes e gramas oriundos de poda e roçadas dos jardins (ALBUQUERQUE et al.,2009).	25,0 kg/dia
Copas e Cozinhas	Pó de café utilizado e outros oriundos da alimentação de empregados e colaboradores (ALBUQUERQUE et al.,2009).	
Coleta Seletiva Solidária (1)	Papel, papelão e papel misto	651,9 kg/ano

Nota¹: Resíduos coletados pelo programa de Coleta Seletiva Solidária da Unidade.

Os resíduos orgânicos gerados por semana, havendo necessidade de uma coleta específica, são manuseados internamente por empresa terceirizada para atendimento ao PGRS da empresa. Os resíduos gerados pelos laboratórios são segregados, sendo que os recicláveis são incluídos no Programa de Coleta Seletiva Solidária e os resíduos químicos são encaminhados para o Laboratório de Resíduos da Unidade, o qual efetua a guarda/trata/destina com a devida segurança.

Os resíduos provenientes dos campos experimentais são gerados de duas formas: grande parcela é produzida no momento da colheita, permanecendo na própria área de cultivo (plântio direto), e a outra parcela são as embalagens plásticas oriundas dos produtos, geralmente agro-químicos, utilizados nos experimentos de pesquisa. Neste último caso, elas são guardadas em locais devidamente apropriados nos próprios campos experimentais e uma vez por ano coletadas para serem entregues a empresas parceiras que fazem a destinação final adequada.

Os resíduos utilizados no presente experimento de compostagem consistiram daqueles gerados pela Unidade, conforme o Tabela 2.

Tabela 2 - Resíduos orgânicos a serem compostados

Resíduos	Matéria orgânica
R1	Papel sulfite impresso
R2	Folhas verdes de mangueiras resultante de podas das árvores
R3	Folhas secas de mangueiras resultantes de limpeza de área externa
R4	Pó de café utilizado

Fonte: Adaptado de PGRS (2018).

Os resíduos secos compostos por R1, R2 e R3 foram triturados manualmente de forma a atender a medida ótima para decomposição da matéria orgânica: 1 a 5 cm (PEREIRA NETO, 2007). Já o resíduo úmido foi seco ao sol para poder ser utilizado nas análises experimentais.

Realizou-se uma coleta para composição de 5 amostras dos resíduos iniciais (R1, R2, R3 e R4) para caracterizar os seguintes parâmetros físico-químico: umidade, pH, carbono total, nitrogênio total e relação C/N.

O experimento foi realizado em ambiente coberto, em recipientes plásticos impermeáveis, com capacidade de 80 litros. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 1 amostra referência.

Os materiais utilizados para a realização da compostagem foram: papel sulfite impresso com tinta preta de cartucho (PSI), pó de café utilizado (PC), folhas secas de árvores tipo mangueiras (FSM) e folhas verdes de árvores tipo mangueiras (FVM).

O papel sulfite impresso utilizado foi proveniente de resíduos gerados na Embrapa-RR. Para ser utilizado nos experimentos, foram recortados em quadrados de aproximadamente 3cm de largura e 3cm de altura (figura 2). O pó de café utilizado também foi oriundo do reaproveitamento dos resíduos gerados na Embrapa-RR.

Por aproximadamente 1 mês, foram coletados os pós de café das cafeteiras existentes na empresa. Após, o material foi introduzido em bandejas para secagem ao sol (figura 2). Tanto as folhas secas quanto as verdes das árvores tipo mangleiras, foram coletadas após podagem ou limpeza da área externa da Embrapa-RR e, posteriormente, foram trituradas/recortadas em pedaços de aproximadamente 3cm de largura por 3cm de altura (figura 3).

Figura 2 – Papel Sulfite e Pó de Café utilizado



Fonte: Oreques, (2019).

Figura 3 - Folhas Verdes e Secas de Mangleiras



Imagem: Oreques, (2019)

Os materiais foram distribuídos nas lixeiras/composteiras (figura 4) na proporção de 3 partes dos materiais ricos em carbono (papel sulfite + folhas secas) com 1 parte dos materiais ricos em nitrogênio (pó de café + folhas verdes), definidos de acordo com informações técnicas obtidas na literatura vigente, exposto na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 - Relação de materiais selecionados para a experimentação

Materiais ricos em carbono	Materiais ricos em Nitrogênio
- Papel (sem tinta ou químicos)	- Borrás de café
- Podas de jardim (folhas e galhos de árvores)	- Folhas verdes

Fonte: Adaptado e Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/63/2551-relacao-equilibrio-como-fazer-como-equilibrar-composteira-vermicompostagem-carbono-nitrogenio-minhocas-c-n-organico-micro-organismos-verdes-marrons-umidos-secos-folha-serragem-podas-restos-de-comida.html>>. Acesso em: 10 out. 2020.

Cada lixeira representou uma análise experimental, pois continha diferentes quantidades de papel sulfite. Esta diferenciação teve o intuito de descobrir qual o limite de papel sulfite que pode ser utilizado na composição do composto orgânico. As análises experimentais ficaram da seguinte forma:

Experimento 1: O experimento 1 (E1) foi montado no dia 06/12/2019, na lixeira industrial de cor azul e inseriu-se 7,5% de papel sulfite no total do material. Nela foram colocados 2 camadas de materiais distribuídos da seguinte forma: 2,7 kg de folhas secas, 300 gramas de papel sulfite, 800 gramas de folhas verdes e 200 gramas de pó de café. Para umidificação inicial utilizou-se 10 litros de água. Chorume expelido foi de 2 litros. Peso final total de 19 kg.

Experimento 2: O experimento 2 (E2) foi montado no dia 06/12/2019, na lixeira industrial de cor cinza e inseriu-se 10% de papel sulfite no total do material. Nela foram colocados 2 camadas de materiais distribuídos da seguinte forma: 2,6 kg de folhas secas, 400 gramas de papel sulfite, 800 gramas de folhas verdes e 200 gramas de pó de café. Para umidificação inicial utilizou-se 10 litros de água. Chorume expelido foi de 3 litros. Peso final total de 19,6 kg.

Experimento 3: O experimento 3 (E3) foi montado no dia 06/12/2019, na lixeira industrial de cor laranja e inseriu-se 12,5% de papel sulfite no total do material. Nela foram colocados 2 camadas de materiais distribuídos da seguinte forma: 2,5 kg de folhas secas, 500 gramas de papel sulfite, 800 gramas de folhas verdes e 200 gramas de pó de café. Para umidificação inicial utilizou-se 10 litros de água. Chorume expelido foi de 3 litros. Peso final total de 18,4 kg.

Experimento 4: O experimento 4 (E4) foi montado no dia 06/12/2019, na lixeira industrial de cor verde e inseriu-se 15% de papel sulfite no total do material. Nela foram colocados 2 camadas de materiais distribuídos da seguinte forma: 2,4 kg de folhas secas, 600 gramas de papel sulfite, 800 gramas de folhas verdes e 200 gramas de pó de café.

Para umidificação inicial utilizou-se 10 litros de água. Chorume expelido foi de 3,5 litros. Peso final total de 18,9 kg.

Experimento referência: O experimento referência (EP) foi montado no dia 06/12/2019, na lixeira industrial de cor vermelha e não foi inserido papel sulfite. Nela foram colocados 2 camadas de materiais distribuídos da seguinte forma: 3 kg de folhas secas, 800 gramas de folhas verdes e 200 gramas de pó de café. Para umidificação inicial utilizou-se 10 litros de água. Chorume expelido foi de 2,8 litros. Peso final total de 18,3 kg.

A proporção do papel levou em conta uma taxa de decomposição de 60% em 45 dias quando o papel não excede 27% do volume total (ALVAREZ et al., 2009).

Todas as lixeiras/composteiras tiveram a inserção de uma torneira na parte inferior para que fosse possível a liberação do excesso de água proveniente da umidificação. Também foram inseridas barras de ferro nos compostos para a verificação manual da temperatura. As tampas ficavam abertas para a areação do material.

Figura 4 - Lixeiras/Composteiras em diferentes cores utilizadas na experimentação



Imagem: Oreques, (2020)

Durante o processo de compostagem, tanto a temperatura quanto a umidade foram controladas pelo teste de mão (NUNES, 2009) e a massa era revirada a cada 14 dias para oxigenação. Sempre que necessário a reposição de água era feita. O volume da massa foi medido em balança de precisão no início da análise experimental e no final, quando o material apresentou as características de maturidade. Depois de 120 dias, após apresentar as características de maturidade descritas na literatura, foram coletadas amostras de aproximadamente 500 gramas de cada experimento, para que as análises químico/físicas fossem feitas. O laboratório escolhido para o envio das amostras para análise foi o da

Pirasolo, empresa localizada em Piracicaba/SP, com grande reputação nacional, atuante desde de 1987 na prestação deste tipo de serviço.

Para a realização da análise custo-risco-efetividade dos produtos desenvolvidos neste trabalho, foram elaborados dois cálculos. O primeiro foi em relação ao custo total para o desenvolvimento da tecnologia e o segundo o custo despendido para uma possível comercialização do produto, sempre levando em consideração uma comparação com o adubo químico NPK 4-14-8, utilizando as quantidades necessárias para a produção de alface americana. Todos os dados dos custos mais a dosagem, grau de efetividade e toxicidade, foram obtidos nos dados comerciais de venda do adubo químico bem como através do estudo realizado com a aplicação e comparação dessas variáveis na produtividade de alface americana realizado por (SILVA, VILLAS BÔAS e SILVA, 2010).

O intuito desta análise, custo-risco-efetividade, é o de proporcionar aos interessados uma visão econômica da tecnologia em comparação a outro tipo de adubo extremamente utilizado no dia a dia para que assim tenham o embasamento devido na tomada de decisão.

3. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Para definir a qualidade de um composto devem ser analisados a umidade, o índice de PH, a relação C/N e o teor de nitrogênio total (KHIEL, 2010).

Durante o período experimental, a temperatura ambiente em Boa Vista/RR, variou de 21,6 a 33,4⁰ C. A medição de temperatura da massa de compostagem foi realizada pelo teste da mão, onde foram introduzidas barras de ferro até o fundo da pilha e a cada 2 (dois) dias se tocava com a palma da mão na barra, a fim de identificar o quão quente se apresentava o material. Não se notou grandes variações de temperatura, sempre estando próximo a temperatura ambiente, essa situação pode ser explicada pelo pequeno volume do material, que facilita a perda de calor para a atmosfera. Além disso, o revolvimento frequente da massa de compostagem para controle da umidade contribui para a manutenção de temperatura constante. Os resultados são parecidos aos encontrados por Souza (2018), que realizou compostagem em pequenas pilhas utilizando esterco bovino e resíduos de papel sulfite branco, não identificando variações de temperatura conforme dados da literatura e atribuiu esse fenômeno ao pequeno volume das pilhas e a origem

celulósica do material, que torna a degradação lenta pelo baixo metabolismo dos microrganismos envolvidos.

Em relação a umidade, a análise feita pela empresa Pirasolos, no dia 22/06/2020, apresentou teores superiores aos considerados ideais pela literatura em todas as amostras experimentais. Os laudos dos compostos E1 e E2 apresentaram 70% de umidade, composto E3 com 69%, composto E4 com 65% e o composto EP com 68%. A IN 25/2009, indica que 50% é o percentual máximo de umidade para que o composto seja considerado ideal. É importante buscar o equilíbrio água/ar, mantendo o material em processamento com um teor de umidade em torno de 55%. Umidades superiores a 60% levam a anaerobiose e inferiores a 40% reduzem significativamente a atividade microbiana (BIDONE, 1999). Sendo a compostagem um processo biológico de decomposição de matéria orgânica, a água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos microrganismos, ao proceder revolvimentos deve-se misturar camadas externas mais secas, com camadas externas mais úmidas. (KHIEL, 1985). Assim, entendeu-se que seria necessário mais um tempo de maturação das análises experimentais e, no início de agosto/2020, foram enviadas novas amostras para o Laboratório de Solos da Embrapa Roraima, a fim de confirmar os dados gerados em relação a umidade. No dia 17/08/2020, o resultado obtido foi totalmente diferente, onde a amostra E1 apresentou 48,47% de umidade, a amostra E2 32,39%, amostra E3 28,13%, amostra E4 46,09% e a amostra EP 50,36%. Essa diferença pode ser explicada pelo tempo de análise, pois ao decorrer dos dias a umidade foi se perdendo por evaporação. Outro aspecto relevante foi que, durante o processo, verificou-se que por causa das características das matérias-primas, bem como das lixeiras utilizadas como composteiras, teores de umidade maiores no fundo do que na superfície. Nestes casos, realizou-se revolvimento periódico para homogeneização e aeração da massa de compostagem, contribuindo assim, para a redução de temperatura supracitada. A tabela 4 mostra um comparativo dos teores percentuais de umidade obtidos nas análises feitas.

Tabela 4 - Umidade: Resultados

Laboratório	Data	E1	E2	E3	E4	EP
Pirasolos	22.06.2020	70	70	69	65	68
Embrapa Roraima	17.08.2020	48	32	28	46	50

Fonte: Os Autores

Quanto ao pH, todas as amostras experimentais apresentaram resultados considerados positivos, conforme tabela 5. Os dados do PH foram obtidos com o laboratório de solos da Embrapa Roraima. Segundo Pereira Neto (2004), para a maioria das bactérias, a faixa ótima de pH está entre 6 e 7,5 e para os fungos entre 5,5 e 8,0. Ao final do processo de compostagem, o pH tende a ficar na faixa alcalina de 7,5 a 9,0. Segundo Graves et al. (2000), a faixa ideal para a atividade microbiana é de 6,5 a 8,0. Uma característica importante do resultado foi a crescente do PH em cada análise experimental e isso pode ser explicado pela quantidade de papel sulfite adicionado ao experimento que também foi de forma crescente.

Tabela 5 - PH: Resultados

Laboratório	Data	E1	E2	E3	E4	EP
Embrapa Roraima	17.08.2020	7,73	7,86	8,04	8,10	7,74

Fonte: Os Autores

Os dados obtidos na relação C/N (tabela 6), mostram pequenas diferenças entre as amostras experimentais. Segundo Moreira e Siqueira (2006), quando a relação de C/N da massa de compostagem atinge valores abaixo de 18/1, indica que houve a bioestabilização. Quando um resíduo ou fertilizante orgânico apresenta relação C/N entre 8/1 e 18/1 ele é considerado adequado para uso desde que tenha passado pelo processo de compostagem (KHIEL, 2010). Os resultados obtidos mostram que todas as amostras experimentais tiveram dados considerados adequados pela literatura. Na decomposição do papel espera-se uma elevada relação C/N pelo excesso de carbono no material e pela presença de lignina que dificulta o acesso dos microrganismos a celulose e a hemicelulose (KERBAUYI, 2008). Esse fato não ficou comprovado neste estudo, visto que a única amostra experimental que não continha papel sulfite foi a que apresentou a relação C/N mais elevada.

Tabela 6 - Relação C/N: Resultados

Laboratório	Data	E1	E2	E3	E4	EP
Embrapa Roraima	22.06.2020	11/1	9/1	11/1	12/1	14/1

Fonte: Os Autores

A literatura vigente informa que os fertilizantes naturais devem possuir teor de nitrogênio superior a 1 (um) para serem considerados ideais. A IN 25/2009 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) relata que os fertilizantes orgânicos precisam de teores de nitrogênio acima de 0,50. Os resultados apresentados pelos experimentos (tabela 7), mostram que todas as análises ficaram dentro dos parâmetros supracitados como ideais, sendo que os E2 e E3 ficaram com índices superiores aos demais.

Tabela 7 - Teor de Nitrogênio Total

Laboratório	Data	E1	E2	E3	E4	EP
Pirasolos	22.06.2020	1,89	2,59	2,24	1,54	1,75

Fonte: Os Autores

Os resultados relacionados à quantificação de massa total dos resíduos utilizados para montagem dos experimentos em relação ao composto final, gerado nos 5 (cinco) experimentos (E1, E2, E3, E4 e EP) estão expostos na tabela 8. Vale ressaltar que a medida que vai acontecendo a decomposição dos resíduos utilizados no processo, ocorre naturalmente a redução de volume e peso da massa. De acordo com Inácio & Miller (2009), as perdas de gás carbônico e vapor d'água são responsáveis por reduções de 40-80% do peso total do composto.

Tabela 8- Massa total dos resíduos utilizados para montagem dos experimentos em relação ao composto final, gerado em cada um dos cinco experimentos (E1, E2, E3, E4 e EP)

Amostras	Data	E1	E2	E3	E4	EP
Peso Inicial (kg)	06/12/2019	19,0	19,6	18,4	18,9	18,3
Peso Final (kg)	05/05/2020	9,6	8,4	6,8	7,6	12,6
Redução do peso total do composto (%)	-	50,5	42,8	36,9	40,2	68,8

Fonte: Os Autores

No geral, com exceção de E3 (36,9%), as reduções de massa seguiram uma tendência esperada (40-80%), pois os processo de revolvimentos e de umidificação promoveram maior rapidez na degradação aeróbia dos resíduos, transformando a matéria

orgânica presente para a forma mineralizada, assim resultando na diminuição do peso e do volume.

A tabela 9 mostra um panorama dos resultados obtidos nas amostras experimentais em comparação ao que dizem as teorias e algumas pessoas jurídicas, em relação as características ideias dos compostos orgânicos. Fica nítido que todas as amostras obtiveram parâmetros positivos e de acordo com exigido pelo mercado. Outra observação importante é que não houve uma variação constante de resultados em relação a quantidade de papel sulfite adicionado, apesar de ter utilizado uma escala crescente de inserção do material na montagem das análises experimentais.

Tabela 9 - Resultados obtidos em análise nos produtos dos experimentos (E1,E2,E3 e E4) comparados a valores do Experimento Padrão (EP) e aos preconizados como desejáveis em Referencial Teórico (RT), Instrução Normativa (IN) e pessoas jurídicas (Esalq/USP e Resol)

Parâmetros analisados	Valores								
	E1	E2	E3	E4	EP	RT	IN 25/2009	ESALQ/USP	Resol
U60	48,47	32,39	28,13	46,0	50,36	15-35%	<50%	Máximo 40%	Máximo 50%
pH	7,73	7,86	8,04	8,10	7,74	6-7,5	>6	Mínimo 6	Mínimo 6
C/N	11/1	9/1	11/1	12/1	14/1	8 a 18/1	<20/1	Máximo 18/1	Máximo 18/1
N	1,89	2,59	2,24	1,54	1,75	ND-	>0,5%	Mínimo 1%	Mínimo 1%
P2O5	0,29	0,27	0,19	0,18	0,18	0,5-1,5%	ND*	ND	ND
K20	1,0	0,72	0,68	0,55	0,72	0,5-1,5%	ND	ND	ND
MO	50	57	57	45	60	ND	ND	Mínimo 40%	Mínimo 40%
Ca	4,1	4,5	4,0	4,9	3,2	1,5-3%	ND	ND	ND
Mg	0,34	0,37	0,37	0,32	0,32	0,6-1,2%	ND	ND	ND
S	0,25	0,17	0,15	0,15	0,15	0,2-0,5%	ND	ND	ND

ND*=Não determinado

Fonte: Os Autores

As análises obtidas nos produtos dos experimentos (Tabela 9) apresentaram resultados relevantes e, mesmo com o aumento da quantidade de papel sulfite utilizado, não observou-se mudanças consideráveis nos dados apresentados.

À vista disso, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela IN N^o25/2009 (MAPA), para adubação, os compostos finais se encontraram dentro do limite de pH, C, N e relação C/N. A umidade encontrou-se com valor acima do recomendado na primeira análise e dentro dos valores na segunda análise.

Em relação aos macronutrientes P₂O₅ (Fósforo), K₂O (Potássio), MO (Matéria Orgânica), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio) e S (Enxofre), a maioria encontra-se de acordo com o preconizado em Referencial Teórico (RT), com exceção do P₂O₅ e Mg, porém as diferenças foram mínimas e não comprometeram a qualidade do fertilizante.

Ao final do processo de compostagem um dos fatores a ser observado é o aspecto visual. Segundo Khriel (2008), o aspecto visual do composto final é um dos fatores utilizados na identificação do grau de decomposição, a fim de saber se o composto estava estabilizado ou maturado, pois um composto final pode estar mal decomposto e ser considerado estável sem estar maturado.

De maneira geral, todas as análises experimentais apresentaram características semelhantes no final dos 150 dias do processo. Não apresentaram odores e nem resquício de papel sulfite, todas as massas de compostagem tiveram presença de galhos e folhas, uma vez que a poda de árvores é um material rico em lignina, sendo de difícil composição. Finalizaram com cor escura, típico de composto orgânico. As imagens 8, 9, 10, 11 e 12 abaixo, identificam, respectivamente, o material final das amostras E1, E2, E3, E4 e EP.

Figura 5- Produto Final E1



Figura 6 - Produto Final E2



Imagens: Oreques, (2020)

Figura 7- Produto Final E3



Figura 8 - Produto Final E4



Imagens: Oreques, (2020)

Figura 9- Produto Final EP



Imagem: Oreques, (2020)

A tabela 10 – Custo-Risco-Efetividade – mostra o resultado da comparação econômica, de toxicidade e efetividade do produto resultante da tecnologia desenvolvida em relação a adubo químico de mesma aplicabilidade. Nessa tabela utilizou-se o produto E4 como referência, pois foi o que será indicado em cartilha informativa.

Tabela 10 - Tabela Custo Risco Efetividade

Itens Analisados	Produto E4	AQC NPK 4-14-8
Custo/ Desenvolvimento do Produto	R\$10,00	R\$ 17,63
Preço Final – Comercialização SC 50Kg	R\$35,00	R\$ 133,00
Dosagem	-----	150Kg/Ha
Grau de toxicidade (risco)	Baixo	Médio/Alto
Efetividade	Média/Alta	Média/Alta

E: Experimento / AQC: Adubo Químico Convencional

Fonte: Santos (2015).

Na tabela, o custo para desenvolvimento do produto originado no estudo foi elaborado em cima da segunda produção, para exposição do valor que realmente existirá em cima dos produtos. A primeira produção, além dos R\$ 10,00 (energia/água/hora-homem) teria um valor adicional das lixeiras que foram usadas como composteiras no valor de R\$ 83,90, mais R\$ 6,09 das torneiras inseridas para eliminação da água em excesso. O preço final para comercialização foi composto da seguinte forma: R\$ 10,00 (água/energia/hora-homem coleta dos materiais), R\$ 3,00 (saco de rafia), R\$ 7,00 (hora-homem para ensacamento), R\$ 15,00 (lucro e tributos).

Em relação a dosagem, não existe um estudo que mostre a quantidade necessária do adubo químico com resto de papel sulfite necessário, visto que na grande maioria das vezes, ele é inserido de forma manual, sem medição. O grau de toxicidade, como já visto nos resultados químico-físicos é praticamente inexistente e a efetividade é percebida e mencionada no trabalho referência. Mediante os dados expostos, notou-se que o desenvolvimento e utilização de tecnologia alternativa sustentável para aproveitamento do papel sulfite traz ganho econômico, efetividade parecida e contaminação bem menor do Meio Ambiente quando comparado ao adubo químico.

No experimento E4 obteve-se resultados inéditos, como a quantidade de massa máxima de papel sulfite necessária para obtenção de produto orgânico rico em minerais no tempo médio estipulado na literatura para esse processo. Trata-se de um fertilizante natural (adubo) – de boa qualidade, obtido com uso de materiais e equipamentos de fácil acesso e baixo custo quando verificado o risco e efetividade da tecnologia em comparação com produtos químicos de mesmo objetivo, conforme exposto na Tabela 10.

Tecnologias alternativas, que diferenciadas pela ênfase ao baixo custo e a utilização racional de recursos localmente abundantes, define-se pela acessibilidade social e eficiência ecológica (DA COSTA et al., 2012), geralmente, auxiliam no enquadramento de normas quando proporcionam resultados importantes. Bem como possibilitam o aproveitamento prático do conhecimento científico. Neste contexto, os compostos finais obtidos nos experimentos E1, E2, E3 e E4 apresentaram características necessárias para serem aplicados no solo, sendo o período de 150 dias suficiente para a estabilização da matéria orgânica, o que demonstra que a compostagem é uma técnica eficaz de tratamento de resíduos sólidos.

Os resultados obtidos em todas as análises realizadas nos produtos originados de E1, E2, E3 e E4 são considerados satisfatórios por apresentarem-se de acordo com o

produto de EP (testemunha) e legislação vigente. Assim, dos procedimentos realizados experimentalmente, selecionou-se o experimento E4, o qual possuía a maior quantidade de massa de papel sulfite para indicá-lo como modelo de Tecnologia Sustentável eficiente na reciclagem do papel sulfite impresso via processo de compostagem aeróbia.

Por conseguinte, será indicado e descrito os procedimentos passo a passo aplicado ao E4 em cartilha informativa, que poderá ser acessada pelo link (encurtador.com.br/iSV12), elaborada para disponibilização ao público alvo, instituições públicas e privadas, a partir do presente trabalho experimental, o qual possibilitou observações importantes e a obtenção de informações relacionadas às práticas e procedimentos adotados, bem como das informações teóricas vigentes.

Pôde-se observar no decorrer do processo experimental de compostagem:

- (i) Fases de temperatura pouco visíveis durante o processo;
- (ii) O aumento de volume de papel sulfite em cada análise experimental não ocasionou diferenças constantes nem significativas nos resultados;
- (iii) Dificuldade de revolvimento do material nas primeiras semanas, devido a pouca área de manuseio do recipiente;
- (iv) Umidade em excesso devido a dois fatores específicos. O primeiro é o tipo de material compostado, pois o papel sulfite tende a reter mais líquido o segundo é pelo recipiente usado como composteira, o qual tinha pouco volume/altura. Neste caso, será recomendado a utilização de recipientes/composteiras com maiores volumes, altura e largura na cartilha orientativa e informativa a ser disponibilizada ao público alvo, instituições públicas privadas, ou seja, um documento técnico-pedagógico, adequado aos preceitos de tecnologia social preconizado pelo Sebrae.

As tecnologias sociais são importantes ferramentas desenvolvidas a partir do conhecimento popular e de problemas locais, construídas junto da população, baseadas na criatividade e na disponibilidade de recursos da localidade. Dessa forma, as mesmas são baratas, de fácil reaplicação e podem ser adaptadas a novas realidades de acordo com as necessidades ou recursos disponíveis (SEBRAE, 2017).

Portanto, verificou-se que a aplicação da prospecção teórica - prática é uma nova perspectiva para desenvolvimento de Tecnologia Social. Trata-se de uma ferramenta metodológica útil e importante que permite a obtenção, seleção e indicação dos melhores resultados. Com a reciclagem do papel sulfite impresso na origem, via processo experimentais de compostagem aeróbia gerou-se um produto – fertilizante natural

(adubo) – de boa qualidade, com uso de materiais e equipamentos de fácil acesso e baixo custo, quando verificados o risco e efetividade da tecnologia em comparação com produtos químicos de mesmo objetivo, com resultados muito satisfatórios.

Além disso, corrobora com os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto N° 10.936, de 12 de janeiro de 2022, a qual integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com as diretrizes nacionais para o saneamento básico e com a política federal de saneamento básico, nos termos do disposto na Lei n° 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Conforme Art. 2° disposto neste decreto, aplica-se às pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado: I - responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos; e II - que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

4. CONCLUSÃO

A tecnologia desenvolvida possibilita o gerenciamento do resíduo classe II, papel sulfite impresso, com sucesso, gerando ainda um produto - fertilizante natural (adubo) - de boa qualidade e com custo acessível.

É inovadora e alternativa para destinação sustentável e sem impactos negativos ao Meio Ambiente desse tipo de resíduo, sendo oportuna sua divulgação, pois oferece ao mesmo tempo um ativo pré-tecnológico (Metodologia técnico-científica) e ativo tecnológico (produto), ou seja, um conjunto de instrumentos e métodos para serem utilizados e aplicados pelo principal público alvo desse estudo.

5. PERSPECTIVAS FUTURAS

A tecnologia desenvolvida se mostrou eficaz no reaproveitamento do papel sulfite impresso, fazendo com que a reintrodução deste tipo de material não seja prejudicial ao meio-ambiente.

Faz-se necessário novas experimentações com composteiras/lixeiros de maior capacidade, a fim de identificar se a eficácia do processo bem como o tempo para maturação sofrerão alguma mudança.

Outro ponto a ser desenvolvido é o da verificação, através de experimentos, do composto gerado. Seria interessante utilizá-lo na produção de algum tipo de hortaliça e fazer um comparativo de tempo de desenvolvimento, custo e sabor em relação a mesma produtividade com compostos vendidos no comércio em geral.

6. REFERÊNCIAS

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EDUSP, 1999. 109 p.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. PNRS - **Política Nacional de Resíduos Sólidos**.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022 - Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578>>. Acesso em 14 de Jan. de 2022.

BRASIL. Lei 2.004 de 17 de julho de 2019 – **Estabelece diretrizes municipais para a implementação do Plano Municipal de Resíduos Sólidos de Boa Vista** por meio da Elaboração e Implantação do Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos – Municipal – Boa Vista/RR.

BRASIL. Lei 8.150 de 8 de janeiro de 1991 - Dispõe sobre a política nacional de **arquivos públicos** e privados e dá outras providências.

BRASIL. Instrução Normativa - **IN 25 de 4 de setembro de 2019** - MAPA

COSTA, S. I. R. B. , SILVA, M.M. **A racionalidade ambiental na construção de tecnologias alternativas para a agricultura familiar: O caso do serviço da tecnologia alternativa – SERTA**. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/25325/18581>>. Acesso 25 set 2020.

DE BERTOLDI M, VALLINI G, PERA A. **The biology of composting: A review**. WasteManagement&Resource1983; p.153-176.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: Ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156p.

KERBAYUI, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

KIEHL, E.J. **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**.4.ed. Piracicaba, SP. 173 p., 2004.

KHIEL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. 1. ed. rev. e atual. Piracicaba: Degaspari, 2010. 247 p.

MARODIN, V. S, MORAIS, G. A. **Educação Ambiental com os temas geradores lixo e água e a confecção de papel reciclável artesanal**. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. Belo Horizonte. UEMS. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/congrent/educa>>.

PEREIRA NETO, J.T. 2007. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. UFV. Viçosa. 81 p.

SANTOS. J.P.S. **Estudos sobre Custo-Risco-Efetividade no Brasil:** Uma revisão sistemática. Vol. 20. Rio de Janeiro, 2015.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Tecnologias Sociais:** como os negócios podem transformar Comunidades. Cuiabá: MT, Sebrae, 2017.

SILVA, F. A. M.; Vilas-Boas, R. L.; Silva, R. B. da. **Resposta da alfaca à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos.** Acta Scientiarum Agronomy, v.32, p.131-137, 2010

AUTORES

Carlos Oreques Fonseca: Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT-UFRR);

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Rita de Cássia Pompeu de Sousa: Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT-UFRR);

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Capítulo 4

ESTRATIFICAÇÃO ELÉTRICA DO SOLO NA VIZINHANÇA DO PRÉDIO DO DCET: UM ESTUDO PARA SUBSIDIAR ATERRAMENTO ELÉTRICO

DOI: 10.29327/555997.1-4

Jadson de Carvalho de Oliveira Junior
Taigo Alves dos Santos
Helyelson Paredes Moura

ESTRATIFICAÇÃO ELÉTRICA DO SOLO NA VIZINHANÇA DO PRÉDIO DO DCET: UM ESTUDO PARA SUBSIDIAR ATERRAMENTO ELÉTRICO

Jadson de Carvalho de Oliveira Junior

Taigo Alves dos Santos

Helyelson Paredes Moura

RESUMO

A preocupação com a integridade dos sistemas elétricos, proteção de pessoas contra descargas atmosféricas e as fugas de corrente elétrica estão presentes na atuação de engenheiros eletricitistas, no sentido de projetar malhas de terra, responsáveis pela drenagem de correntes de surto. Malhas de aterramento são construídas com hastes metálicas, conectores e cabos, onde a resistência elétrica da malha depende da resistividade elétrica do solo, além da quantidade, comprimento e espaçamento entre as hastes. Neste trabalho, o método geofísico eletrorresistividade foi utilizado na determinação da estratificação elétrica do solo na vizinhança da área de construção do prédio do DCET para subsidiar sistema de aterramento elétrico. O levantamento de dados, consistiu em 14 ensaios de sondagem elétrica vertical, utilizando o arranjo de eletrodos Wenner, com espaçamento máximo entre os eletrodos de 16 m. Os resultados das sondagens elétricas verticais mostram modelos de três camadas geoeletricas, respectivamente, solo superficial predominantemente arenoso ($2131 \Omega.m \leq \rho \leq 12889 \Omega.m$; $0,9 < \text{espessura} < 1,3$), solo areno-argiloso ($2573 \Omega.m \leq \rho \leq 8048 \Omega.m$; $2,6 < \text{espessura} < 6,3$) e solo predominantemente argiloso ($441 \Omega.m \leq \rho \leq 1490 \Omega.m$). Até a profundidade aproximada de 7 m, a resistividade elétrica média é de $4462 \Omega.m$.

Palavras-chaves: Geofísica aplicada. Resistividade elétrica. Aterramento elétrico.

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da eletricidade na sociedade, houve a necessidade de aprimorá-la, de modo que sua utilização tivesse uma eficiência aceitável dentro de padrões de qualidade que se estabelecem, como níveis de tensão e frequência, assim como

o correto funcionamento de equipamentos que a utilizam como fonte de energia. Não obstante, a segurança para quem monta e opera os sistemas elétricos, bem como o usuário final da eletricidade passou a ser de fundamental importância para que ela se estabelecesse no cotidiano humano.

Esta proteção está relacionada às diversas faltas, como distorções na forma de onda da tensão e/ou corrente elétrica, curto-circuito ou uma descarga atmosférica, que podem ocorrer e danificar os equipamentos elétricos e causar acidentes em pessoas e animais.

Assim a eficiência e a segurança podem ser garantidas através de um sistema de aterramento ou malhas de terra, responsáveis pela drenagem de correntes de surto (MAMEDE FILHO, 2013). O sistema de aterramento visa melhorar a qualidade da energia elétrica, o qual reduz a sobretensão e aumenta a segurança de pessoal operacional e do público. Nesse sentido, malhas de aterramento são construídas com a utilização de hastes metálicas verticais, conectores e cabos e/ou condutores horizontais, conectados entre si, dispostos na forma de uma grade, colocada em subsuperfície, a fim de garantir a proteção de equipamentos elétricos e a segurança de pessoas (KINDERMAN; CAMPAGNOLO, 2002; LEGACE *et al.*, 2006).

É importante destacar que a resistência elétrica da malha, importante para o bom funcionamento do aterramento, depende, além do número, comprimento e espaçamento entre hastes, que formam a geometria da malha, da resistividade elétrica do solo (OLIVEIRA JUNIOR, SANTOS, 2016; ABNT-NBR 7117/1981).

O conhecimento da resistividade elétrica dos diferentes materiais e/ou camadas litológicas que compõem a subsuperfície e suas respectivas espessuras caracterizam a estratificação elétrica do meio físico, que é de suma importância para a escolha do local e a geometria da malha, sendo a base de conhecimento para o dimensionamento da malha de terra (KINDERMANN; CAMPAGNOLO, 2002). Assim, a resistividade do solo é o primeiro parâmetro necessário e importante para o cálculo da resistência da malha de aterramento e a elaboração de um projeto de aterramento (SOUZA, 2012). A resistividade elétrica depende fundamentalmente das características mineralógicas do solo, compactação, temperatura, teor de umidade e composição química dos sais dissolvidos nos eletrólitos (KEAREY; BROOKS, 2009), em que pode ser determinada por métodos geofísicos, como de eletrorresistividade (BRAGA, 2016).

O método de eletrorresistividade baseia-se no fato de que os diferentes tipos de materiais e/ou litologias, em função de suas composições mineralógicas, texturais e conteúdo de eletrólito, apresentam a propriedade de resistividade elétrica. O método é não invasivo e pode ser aplicado com a técnica de sondagem elétrica vertical (SEV) ou de caminhamento ou imageamento elétrico, utilizando vários tipos de arranjos de eletrodos, dentre eles, o Schlumberger, Wenner, dipolo-dipolo, na avaliação das variações verticais e laterais, respectivamente, até uma ou mais profundidades determinadas (REYNOLDS, 2011).

O arranjo de eletrodos Wenner, empregado durante a SEV, é o principal arranjo utilizado nos estudos de estratificação do solo para análise de resistividade que subsidia sistemas de aterramento, conforme padronizado pela ABNT (NBR 7117: 1981 KINDERMANN & CAMPAGNOLO, 2002).

Dentro desse contexto, torna-se necessário um estudo referente ao local onde será desenvolvido o sistema de aterramento e à edificação, bem como o tipo de malha a ser dimensionado. Oliveira Júnior e Santos (2016) ressaltam que o estudo refere-se à análise dos equipamentos elétricos que serão protegidos pela malha; do fluxo de pessoas que realizarão atividades na devida edificação; e da estratificação elétrica do solo e desta forma conseguir a máxima eficiência da malha.

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar a estratificação elétrica do solo na vizinhança da área de construção do prédio do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas – DCET, situado no Campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, o qual utilizou o arranjo de eletrodos Wenner, com a técnica da SEV.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Método geofísico de eletrorresistividade

A eletrorresistividade (ER), pertencente ao grupo dos métodos da geofísica de prospecção, é aplicada para determinar a resistividade elétrica real ou aparente dos materiais presentes em subsuperfície que, juntamente com a constante dielétrica e a permeabilidade magnética, expressam as propriedades eletromagnéticas dos solos e rochas (REYNOLDS, 2011). O princípio físico baseia-se no fato de que a distribuição em subsuperfície do potencial elétrico gerado no terreno é função das resistividades elétricas dos diferentes materiais e/ou camadas litológicas que compõem o meio investigado (KEAREY; BROOKS, 2009).

A aplicação do método ER requer que uma corrente elétrica contínua ou alternada de baixa frequência (inferior a 10 Hz) seja injetada no subsolo por um par de eletrodos, localizados na superfície do terreno, ligado a uma fonte artificial de corrente. A diferença de potencial é medida na superfície, entre um segundo par de eletrodos ligado a um medidor de tensão elétrica. Com o conhecimento da intensidade da corrente transmitida, da diferença de potencial medida, do conhecimento da geometria de distribuição dos eletrodos de corrente e de potencial, é possível estimar a resistividade elétrica do semi-espaço abaixo da superfície do terreno (REYNOLDS, 2011; ORELLANA, 1974).

A resistividade elétrica ρ ($\Omega \cdot m$), definida como a resistência dos materiais em conduzir corrente elétrica, depende da natureza e do estado físico do material, e pode ser expressa na forma da resistência elétrica R de um simples corpo (ex. cilindro) condutor e homogêneo de comprimento L unitário e seção transversal A unitária, dada por (TELFORD; GELDART; SHERIFF, 1990):

$$\rho = R \left(\frac{A}{L} \right) \quad \text{Equação - 1}$$

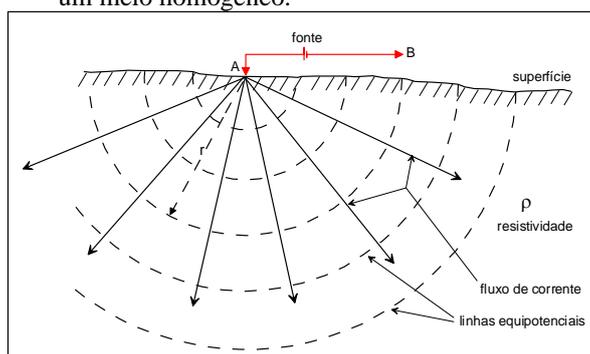
onde a unidade de área A é dada em m^2 , L em metros (m) e R em ohm (Ω). Substituindo-se na Equação - 1, a Lei de Ohm ($R = \Delta V / I$), onde ΔV é a diferença de potencial (V) aplicada entre as extremidades do prisma condutor e I a corrente elétrica (A) que flui através dele, tem-se a resistividade elétrica ρ , na forma:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \left(\frac{A}{L} \right) \quad \text{Equação - 2}$$

sendo $\Delta V/I$ (V/A), a razão definida como Ohm (Ω), e A/L é dada em metro (m). Assim, a resistividade elétrica ρ é expressa em $\Omega \cdot m$. O inverso da resistividade é a condutividade elétrica σ ($1/\rho$), cuja unidade é Siemens por metro (S/m).

Para desenvolver o conceito da resistividade elétrica obtida em ensaios de campo, considera-se primeiramente uma corrente elétrica I , transmitida em um meio homogêneo e isotrópico (figura 1), por um eletrodo A na superfície do meio, tal que, o outro eletrodo de corrente B , se supõe suficientemente distante no infinito para que sua influência seja desprezível.

Figura 1 – Fonte de corrente A na superfície de um meio homogêneo.



Fonte: Autoria própria.

A uma distância r de A, o fluxo radial da corrente atravessa perpendicularmente uma superfície semi-esférica S , de área $2\pi r^2$, localizada em subsuperfície, pois, acima da superfície do meio, a condutividade do ar é nula (REYNOLDS, 2011; BURGER, 2006). A densidade de corrente J (A/m^2) em coordenadas esféricas, considerando a simetria do problema, na posição r , é, então,

$$J_r = \frac{I}{2\pi r^2} \quad \text{Equação - 3}$$

Se $\rho = 1/\sigma$ é a resistividade do meio homogêneo e isotrópico, então pode-se escrever a Lei de Ohm ($J = \sigma E$), na forma

$$E_r = J_r \rho = \frac{I \cdot \rho}{2\pi r^2} \quad \text{Equação - 4}$$

sendo E_r a intensidade do campo elétrico a uma distância r de A. O potencial V , a uma distância r do eletrodo A, é dado pela integral de E_r entre r e o infinito isto é (WARD, 1999):

$$V = \int_r^\infty E_r dr = \frac{I\rho}{2\pi r} \quad \text{Equação - 5}$$

Esta Equação fornece a relação fundamental para todos os métodos elétricos executados na superfície da terra (WARD, *op. cit.*).

Quando a distância entre os dois eletrodos de corrente é finita (figura 2), o potencial em pontos próximos da superfície será afetado por ambos os eletrodos de corrente elétrica. Assim, o potencial medido em M é a soma das contribuições de cada eletrodo de corrente, dado por:

$$V_M = \frac{I \cdot \rho}{2\pi} \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right] \quad \text{Equação - 6}$$

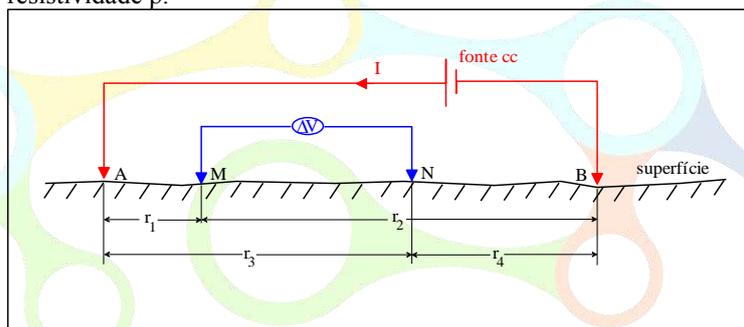
sendo r_1 a distância entre A e M, e r_2 a distância entre B e M. Similarmente, pela introdução do segundo eletrodo de potencial em N (figura 2), tem-se, de forma análoga, a Equação 6, o potencial em N.

$$V_N = \frac{I \cdot \rho}{2\pi} \left[\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right] \quad \text{Equação - 7}$$

onde r_3 é a distância entre A e N, enquanto r_4 é a distância entre B e N. Finalmente, pode-se medir a diferença de potencial entre M e N, o que ocorre na prática de campo durante o levantamento de dados, como sendo:

$$\Delta V = \frac{I \cdot \rho}{2\pi} \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right] \quad \text{Equação - 8}$$

Figura 2 – Dois eletrodos de corrente A e B, e de potencial M e N, sobre a superfície de um meio homogêneo e isotrópico de resistividade ρ .



Fonte: Autoria própria.

Expressando ρ da Equação 8 e substituindo-se $r_1 = AM$, $r_2 = BM$, $r_3 = AN$ e $r_4 = BN$, a resistividade do semi-espaco é dada por

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} 2\pi \left[\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} \right]^{-1} \quad \text{Equação - 9}$$

ou

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} K \quad \text{Equação - 10}$$

onde I é a corrente elétrica, ΔV é a medida da diferença de potencial, e K é chamado de fator geométrico do arranjo geral do quadripolo AMNB (TELFORD; GELDART; SHERIFF, 1990), que depende somente das posições de injeção de corrente e de medida do potencial.

Como na prática, os ambientes geológicos comuns não podem ser considerados homogêneos, pois possuem uma sucessão de camadas com diferentes valores de resistividade (meio não homogêneo e anisotrópico), a quantidade calculada pela Equação 10 é conhecida como resistividade elétrica aparente ρ_a .

As heterogeneidades e anisotropias dos materiais geológicos, que geralmente estão distribuídas, tanto lateralmente como em profundidade, são causadoras das distorções no campo elétrico, e são na superfície, traduzidas por anomalias de resistividade aparente.

2.2 Fatores que influenciam o valor da resistividade elétrica do solo

De acordo com Burger (2006) e Kindermann e Campagnolo (1995), os principais fatores que podem alterar o valor da resistividade do solo são: o tipo de solo, teor de argila, umidade, temperatura, estratificação oriunda de sua formação geológica, compactação ou porosidade, textura, além da quantidade de sais dissolvidos. Logo, a combinação desses fatores resultam em solos com característica geoeletrica distinta.

Dentre as propriedades físicas de minerais, solos e rochas, a resistividade elétrica é a que apresenta o maior intervalo de variações: pode alcançar valores tão pequenos quanto $10^{-5} \Omega.m$, para minerais metálicos (condutores), como o cobre e ouro, como valores intermediários (semicondutores) de 10^{-5} a $10^{+5} \Omega.m$, como para a maioria dos sulfetos e alguns óxidos, e até maiores valores de $10^{+5} \Omega.m$ (dielétricos), como para os silicatos, rochas sedimentares, metamórficas e ígneas (TELFORD; GELDART; SHERIFF, 1990). Um mesmo tipo de rocha pode também apresentar variações muito grandes deste parâmetro em função, por exemplo, do conteúdo de eletrólitos.

Os valores de resistividade para os solos e rochas são bem menores que os valores de resistividade dos seus minerais, pois a condução da corrente é feita na sua grande parte através de caminhos que não passam por esses minerais, que são os eletrólitos presentes nos poros das rochas. A condução elétrica em rochas sedimentares, e em rochas próximas à superfície, é basicamente eletrolítica, por terem uma maior porosidade, fazendo com que a corrente elétrica flua ao longo dos poros interconectados, por isso, elas são ditas menos resistivas.

De acordo com Reynolds (2011), os íons que conduzem a corrente elétrica resultam da dissociação de sais, quando dissolvidos nos eletrólitos. Assim, a resistividade dependerá da quantidade de eletrólito presente, da salinidade do mesmo e da maneira como o eletrólito distribui-se na rocha. Na ausência de minerais de argila, a porosidade e a permeabilidade passam a ser fatores de extrema importância, quando se analisa a resistividade elétrica de um meio. Entretanto, a presença de argila, que possui uma grande capacidade de troca iônica, proporciona um caminho adicional de condução de corrente elétrica ao dos eletrólitos. Nesse aspecto, a presença de argila faz diminuir a resistividade das rochas.

A temperatura influencia também no valor da resistividade do meio investigado. A agitação de íons aumenta com a temperatura quando a viscosidade de um fluido diminui. Assim, a resistividade elétrica diminui quando a temperatura aumenta.

Samouelian *et al.* (2005) *apud* Campbell, Bower, Richards (1948) conduzindo experimentos de laboratório em 30 amostras de solos salinos e alcalinos, mostraram que a condutividade aumentou em 2,02%/°C entre 15 e 35°C.

Outro fator que condiciona fortemente a resistividade elétrica de um meio é a sua textura, fazendo com que a resistividade varie em diferentes direções da rocha. Neste caso, a rocha é dita anisotrópica.

O Quadro 1 mostra alguns exemplos de valores da resistividade de algumas rochas e minerais que servem apenas para se ter uma ideia da ordem de grandeza, pois, como abordado anteriormente, diversos fatores interferem nos valores de resistividade elétrica dos materiais encontrados no meio geológico.

Quadro 1 – Valores de resistividade de algumas rochas (TELFORD; GELDART; SHERIFF, 1990).

Rochas	Resistividade (variação ou valor médio em $\Omega.m$)
Granito porfirítico (saturado)	$4,5 \times 10^{-3}$
Basalto	$10 - 1,3 \times 10^{+7}$
Xisto	$20 - 10^{+4}$
Argilas consolidadas	$20 - 2 \times 10^{+3}$
Argilas inconsolidadas úmidas	20
Conglomerados	$2 \times 10^{+3} - 10^{+4}$
Arenitos	$1 - 6,4 \times 10^{+8}$
Calcários	$50 - 10^{+7}$

2.3 A técnica da sondagem elétrica vertical e arranjo de eletrodos Wenner

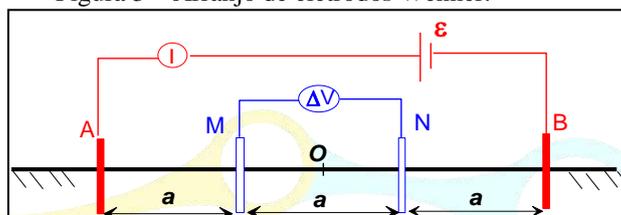
O objetivo da sondagem elétrica vertical (SEV) é a investigação da distribuição vertical da resistividade elétrica, abaixo do ponto médio da distância entre os eletrodos de corrente elétrica. A melhor eficácia da SEV se efetuam sobre um terreno composto por camadas lateralmente homogêneas e limitadas por planos paralelos à superfície do terreno, isto é, meio estratificado (ORELLANA, 1974).

A técnica apresenta várias possibilidades de arranjos de eletrodos (Schlumberger, dipolo-dipolo, Wenner, gradiente, polo-dipolo) variando em função dos objetivos da pesquisa e de situações gerais de campo, tais como, topografia, ruídos artificiais indesejáveis e urbanizações. O arranjo de eletrodos Wenner, empregado durante a SEV, é o arranjo utilizado nos estudos de estratificação do solo para análise de resistividade que subsidia sistemas de aterramento (NBR 7117: 2012; KINDERMANN; CAMPAGNOLO, 2002).

Conforme a figura 3, este arranjo trata-se de um caso específico de quadripolo simétrico (ORELLANA, 1974). O quadripolo simétrico consiste em dois eletrodos de

emissão de corrente (A e B) e de dois eletrodos de potencial (M e N), sendo que os quatro eletrodos estão igualmente espaçados por a e dispostos alinhados no perfil de medidas do ensaio de campo, tendo como centro o ponto O. A profundidade do sepultamento de eletrodos é mantida pequena em comparação ao espaçamento entre eles, numa proporção de pelo menos 1:10, para que possam ser considerados pontuais.

Figura 3 – Arranjo de eletrodos Wenner.



Fonte: Autoria própria.

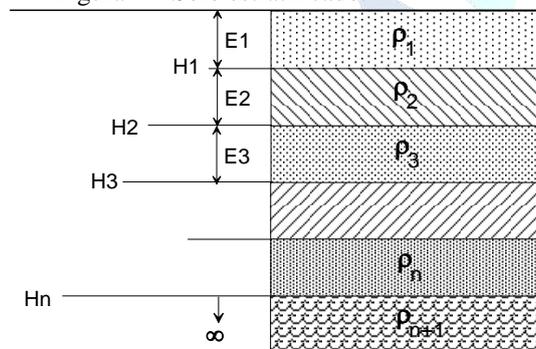
Como o espaçamento dos eletrodos adjacente são iguais, o fator geométrico K do arranjo Wenner é $2\pi a$, assim o cálculo da resistividade elétrica aparente (Equação 10) é (KEAREY; BROOKS; HILL, 2009; KINDERMANN; CAMPAGNOLO, 2002):

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad \text{Equação - 11}$$

A profundidade de investigação aumenta com o incremento da abertura entre os eletrodos e o ponto de atribuição das medidas é o ponto médio entre os eletrodos M e N. Loke (1998) quantificou a profundidade teórica de investigação para o arranjo de $0,519 \cdot a$, sendo a a distância entre os eletrodos.

O modelo geoeétrico, constando das resistividades elétricas (ρ_i) e as profundidades (H_i) ou espessuras (E_i) das camadas, obtida após a interpretação de uma SEV, é referido na literatura sobre aterramento elétrico, como solo estratificado (figura 4). Vários modelos interpretativos de SEVs, ao longo de uma direção no terreno, caracterizam uma seção geoeétrica da área investigada.

Figura 4 – Solo estratificado.



Com o conhecimento da estratificação do solo é possível dimensionar sistemas de aterramento com vários tipos de configurações (KINDERMANN; CAMPAGNOLO, 2002).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no Campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, no bairro Jardim Marco Zero, município de Macapá, estado do Amapá. Especificamente, a área de estudo localiza-se entre as coordenadas de latitude $0^{\circ}0'8.9''N$ e $0^{\circ}0'9.7''S$ e longitude $51^{\circ}05'3.6''W$ e $51^{\circ}05'2.1''E$, situada na vizinhança da área demarcada em 1992, para construção do prédio do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas - DCET, onde atualmente, funciona os cursos de Engenharia Elétrica e Ciências da Computação (Figura 5).

Figura 5- Área de estudo e os locais de ensaios das SEVs.



Fonte: Adaptado de Google Earth - <http://www.earth.google.com>

De acordo com a classificação de KÖPPEN, o clima da região é tropical úmido, com chuvas em todas as estações, tendo uma seca de pequena duração, entre os meses de agosto a novembro, e chuvas abundantes no período de dezembro a julho (FERREIRA *et al.*, 1999). A temperatura varia entre $36^{\circ}C$ a $20^{\circ}C$, com 2561,3 mm/ano de chuva e umidade relativa de 83,1% ao ano.

A paisagem da área da Universidade é composta por testemunhos de vegetação de cerrado e espécies arbóreas, e verifica-se também a presença de espécies vegetais (palmeiras) associada à ocupação humana (COSTA; MOURA; MORAES, 2016). No que se refere aos solos, ocorre na área Latossolos Amarelos de textura predominantemente areno-argilosa (IBGE, 2004), assim como, encontra-se na área Latossolo Amarelo concrecionário (COSTA; MOURA; MORAES, 2016).

3.2 Atividades de Campo

Em novembro de 2012 foi realizado o levantamento dos dados de resistividade elétrica aparente, com a técnica de sondagem elétrica vertical (SEV). Na área de pesquisa foram realizadas 14 SEVs, utilizando o arranjo de eletrodos Wenner, com espaçamentos variáveis (a_j) entre os eletrodos, iguais a 2 m, 4 m, 6 m, 8 m e 16 m. Em cada ponto de sondagem, duas SEVs foram executadas, alinhadas perpendicularmente nas direções N-S e E-W. Os locais de execuções das SEVs, denominadas SEVIP(1) a SEVIP(14), foram escolhidos distribuindo-as uniformemente pela área de interesse (Figura 5).

Duas trenas colocadas sobre o terreno foram usadas para controlar o intervalo entre os eletrodos. O equipamento utilizado foi o resistivímetro SARIS. O tempo de injeção e relaxamento de corrente utilizado foi de 1 s. As figuras 6 e 7 ilustram dois instantes dos trabalhos de levantamento de dados.

Figura 6 - Montagem com cabos, eletrodos e trena na direção da SEV-Wenner.



Fonte: Autoria própria.

Figura 7 - Leituras de resistividade elétrica aparente, durante o ensaio da SEV-Wenner.



Fonte: Autoria própria.

3.3 Tratamento dos dados e interpretação das SEVs

Após os ensaios de resistividade elétrica aparente, as medidas foram digitalizadas no programa EXCEL, onde se realizou os cálculos da resistividade aparente média ajustada, representativa da SEV no ponto de ensaio. Ressalta-se que os valores de resistividade elétrica medidos passem por esses cálculos para verificar sua coerência em relação as demais direções dos ensaios. As etapas dos cálculos são mostradas a seguir (KINDERMAN; CAMPAGNOLO, 1995):

Etapas 1: calcula-se a média aritmética dos valores de resistividade para cada espaçamento adotado, por meio da Equação 12:

$$\rho_M(a_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_i(a_j) \quad \forall j = 1, q; i = 1, n \quad \text{Equação - 12}$$

Onde:

$\rho_M(a_j)$ - Resistividade média obtida devido ao espaçamento a_j .

n - Número de medições feitas para cada espaçamento ($n = 2$).

$\rho_i(a_j)$ - Valor da i -ésima resistividade elétrica obtido devido ao espaçamento a_j .

q - Número de espaçamentos empregados ($q = 5$).

Etapa 2: calcula-se o desvio em relação à média de cada medida obtida de acordo com a Equação 13:

$$|\rho_i(a_j) - \rho_M(a_j)|; \quad \forall i = 1, n; j = 1, q \quad \text{Equação - 13}$$

Etapa 3: verificar se o desvio padrão apresenta um valor de medida inadequado, obedecendo o critério estabelecido pela Equação 14:

$$\frac{|\rho_i(a_j) - \rho_M(a_j)|}{\rho_M(a_j)} \cdot 100 \geq 50\% \quad \text{Equação - 14}$$

Caso o desvio padrão não supere 50% o valor será coerente.

Com os valores obtidos de resistividade elétrica aparente para cada espaçamento, têm-se as curvas de resistividade elétrica aparente ajustada de cada SEV.

Em seguida, as curvas de resistividade elétrica aparente foram processadas, através do programa computacional RESIXIP, que adota uma técnica rápida e eficiente para inversão de dados de resistividade (INTERPEX, 1993; INMAN, 1975), baseada no método dos mínimos quadrados. Os processos de inversão de dados de resistividade buscam estabelecer um modelo geoeletrico da provável distribuição real dos valores de resistividade elétrica em subsuperfície, partindo de um modelo de estimativa inicial, construído diretamente a partir das medidas de campo.

De posse da solução do problema inverso, modelo geoeletrico final para cada SEV, faz-se uma associação dessas informações com o conhecimento da geologia local, obtido de perfis de sondagens mecânicas, medidas feitas em poços de monitoramento e cacimba ou nos cursos d'água, a procura do significado de cada camada geoeletrica, individualizada pela SEV. Se eventuais discrepâncias entre os resultados forem detectadas, volta-se ao método da inversão, procedendo-se à fixação de alguns parâmetros (resistividade e/ou espessura) que tenham sido determinadas com maior precisão.

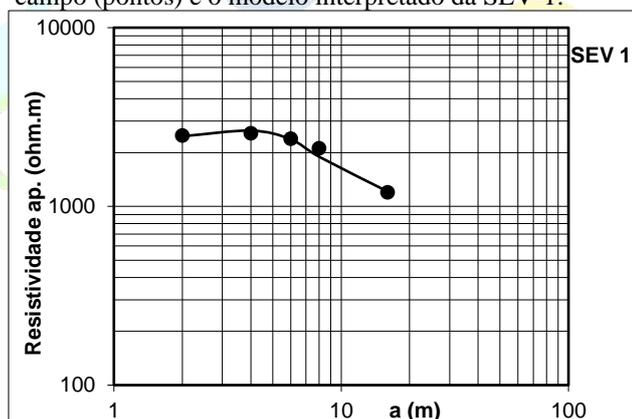
De posse da estratificação geoeétrica, obtida pela interpretação das SEVs, os valores de resistividade elétrica e profundidade das camadas foram utilizados na construção de seções obtidas pelas correlações dos modelos geoeétricos.

4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao lado da área de construção do prédio do DCET foram realizadas sete SEVs. Os resultados das resistividades médias recalculadas (dados de campo), que foram utilizadas nas modelagens para obtenção da estratificação elétrica do solo, e as curvas ajustadas dos modelos interpretados das SEVs (1, 2, 4 e 5), representativos dos ensaios na área, estão apresentados nas figuras 8 a 11.

Como pode-se observar nessas figuras, as curvas de campo recalculadas (pontos pretos) são do tipo K, modeladas com três camadas $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$ (figura 8) e Q (figuras 9 a 11), modeladas com $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ (ORELLANA, 1974). Essa variação de resistividade elétrica aferem caráter heterogêneo para o meio investigado devido à complexidade das disposições dos sedimentos de ampla variedade de textura (argila, silte e areia), concentrações volumétricas, umidade, estruturas de raízes e presença de fragmentos lateríticos em superfície, como mostrado nas interpretações dos modelos de cada SEV.

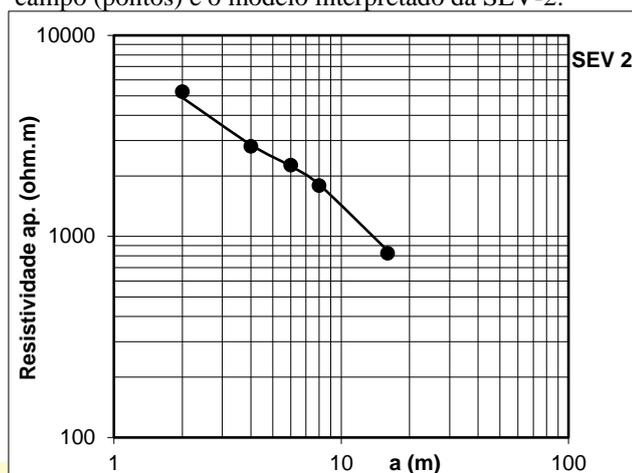
Figura 8 - Curva ajustada do modelo nos dados de campo (pontos) e o modelo interpretado da SEV-1.



Camada Geoeétrica	SEVs	
	Resistividade ($\Omega.m$)	Espessura (m)
1 Solo Superficial (cobertura)	2131	0,9
2 Sedimentos predominantemente areno-argilosos	2859	6,3
3 Sedimentos predominante argilosos	614	-

Erro de ajuste: 5,4 %. Fonte: Autoria própria.

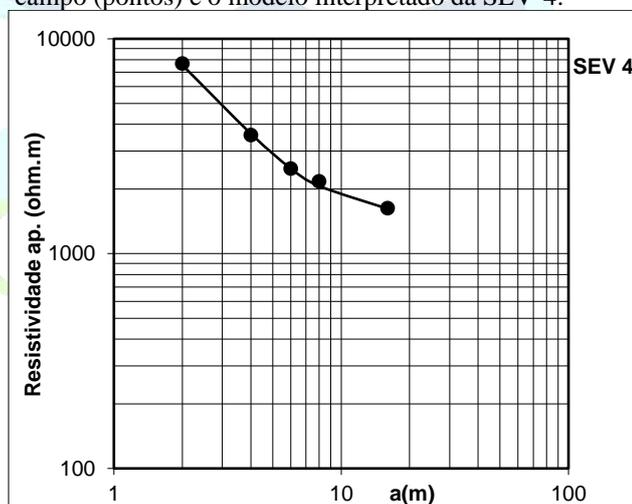
Figura 9 - Curva ajustada do modelo nos dados de campo (pontos) e o modelo interpretado da SEV-2.



	Camada Geométrica	SEVs	
		Resistividade ($\Omega.m$)	Espessura (m)
1	Solo Superficial (cobertura)	9210	1,1
2	Sedimentos predominantemente areno-argilosos	2573	6,0
3	Sedimentos predominante argilosos	450	-

Erro de ajuste: 3,6 %. Fonte: Autoria própria.

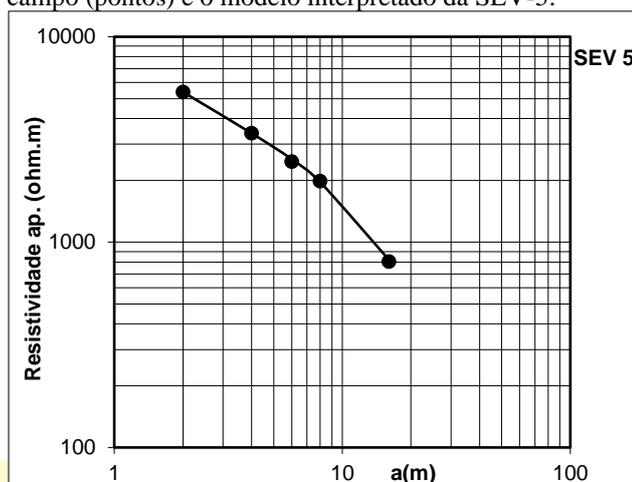
Figura 10 - Curva ajustada do modelo nos dados de campo (pontos) e o modelo interpretado da SEV-4.



	Camada Geométrica	SEVs	
		Resistividade ($\Omega.m$)	Espessura (m)
1	Solo Superficial (cobertura)	12888	1,3
2	Sedimentos predominantemente areno-argilosos	2857	3,0
3	Sedimentos predominante argilosos	1490	-

Erro de ajuste: 2,5 %. Fonte: Autoria própria.

Figura 11 - Curva ajustada do modelo nos dados de campo (pontos) e o modelo interpretado da SEV-5.



Camada Geométrica		SEVs	
		Resistividade ($\Omega.m$)	Espessura (m)
1	Solo Superficial (cobertura)	7906	1,3
2	Sedimentos predominantemente areno-argilosos	2978	5,4
3	Sedimentos predominante argilosos	441	-

Erro de ajuste: 1,7 %. Fonte: Autoria própria.

No quadro 2, têm-se os resultados reunidos das interpretações quantitativas das sete SEVs, isto é, a estratificação elétrica obtida para a área de estudo, indicando valores máximos e mínimos de resistividade e de espessura das camadas.

Quadro 2 – Estratificação elétrica da área investigada.

Camada Geométrica		SEVs	
		Resistividade ($\Omega.m$)	Espessura (m)
1	Solo Superficial (cobertura)	$2131 < \rho_1 < 12889$	$0,9 < e_1 < 1,3$
2	Sedimentos predominantemente areno-argilosos	$2573 < \rho_2 < 8048$	$2,7 < e_2 < 7,2$
3	Sedimentos predominante argilosos	$441 < \rho_3 < 1490$	-

Fonte: Oliveira Junior, Santos (2016).

A primeira camada geométrica refere-se ao solo superficial desprovido de cobertura vegetal e extremamente seco, que dificulta a condução iônica, principal forma de propagação da corrente elétrica nos materiais geológicos superficiais. Os maiores valores de resistividade estão relacionados aos materiais sob intensa compactação. Os menores valores de resistividade são associados aos materiais predominantemente argilosos, úmido e com maior presença de matéria orgânica.

A segunda camada refere-se ao solo não saturado com presença mínima de água, relacionado os sedimentos predominantemente areno-argilosos.

A terceira camada, relativa também à zona não saturada, apresenta resistividades elétricas mais baixas e com menor variação, associado aos sedimentos predominantemente argilosos.

De posse das estratificações elétricas, obtidas de cada SEVs, agrupou-se coerentemente em seções, com o objetivo de visualizar a disposição espacial das camadas geoeletricas. Nas Figuras 12 e 13 são mostradas as seções geoeletricas nas direções aproximadas SW-NE e NW-SE, respectivamente.

Figura 12 – Seção geoeétrica construída com base nas SEVs 3,4,5 e 7.

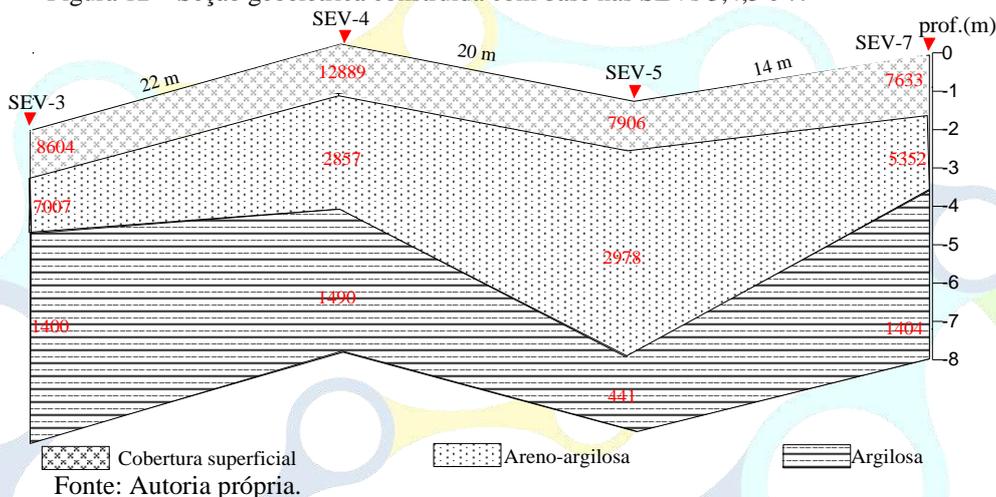
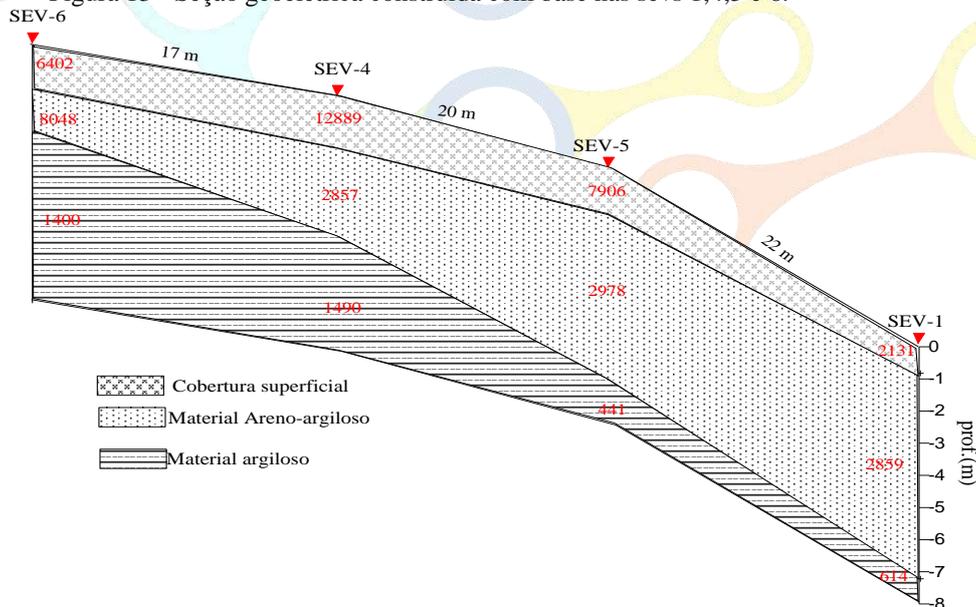


Figura 13- Seção geoeétrica construída com base nas sevs 1,4,5 e 6.



Fonte: Autoria própria.

Observa-se de forma geral que a terceira camada é a mais condutiva em relação às camadas subjacentes. Para efeito de aterramento elétrico na forma de sistemas formados por hastes verticais ou condutores enterrados horizontalmente no solo, recomenda-se para instalação de malha de aterramento, a porção da área compreendida pelas SEV-3, SEV4 e SEV6, onde a camada condutiva apresenta-se em menores profundidades. Ressalta-se que o valor médio regional de resistividade elétrica na área investigada é de $4462 \Omega.m$.

5. CONCLUSÃO

Em conformidade com os objetivos propostos para o estudo, pode-se considerar que os resultados geofísicos evidenciam a potencialidade de aplicação da técnica de sondagem elétrica vertical na obtenção de informações que auxiliam no processo de análise da área de estudo quanto às características elétricas do meio físico para subsidiar dimensionamento de sistemas de aterramento elétrico.

Os resultados das interpretações quantitativas das SEVs caracterizaram três camadas geoeletricas. A primeira camada refere-se ao solo superficial seco, com presença de matéria orgânica; a segunda refere-se ao solo não saturado com presença mínima de água, relacionado os sedimentos predominantemente areno-argilosos e a terceira camada, relativa também à zona não saturada, apresenta resistividades elétricas mais baixas ($441 \Omega.m < \rho_3 < 1490 \Omega.m$), associado aos sedimentos predominantemente argilosos. O valor médio regional de resistividade elétrica na área de estudo de $4462 \Omega.m$.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7117/1981: Medição da Resistividade do Solo pelo Método dos Quatro Pontos. 1981.

BRAGA, A. C. DE O. Geofísica aplicada: métodos geoeletricos em hidrogeologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

BURGER, H. R.; SHEEHAN, A. F.; JONES, C. H. Introduction to Applied Geophysics. Prentice Hall. 2006, 575 p.

CAMPBELL, R. B.; BOWER, C. A. RICHARDS, L. A. Change of electrical conductivity with temperature and the relation of osmotic pressure to electrical conductivity and ion concentration for soil extracts. Soil Sci. Soc. Proc, 1948. p. 66-69.

COSTA, J. A.; MOURA, H. P. ; MORAES, I. P. Pedomorfologia de antrossolos no município de Macapá, Amapá: Resultados Preliminares. In: XI SINAGEO - Simpósio

Nacional de Geomorfologia, 2016, Maringá-PR. XI SINAGEO – Simpósio Nacional de Geomorfologia. Maringá: UEM, 2016. v. 1. p. 1-4.

FERREIRA, A. F. C.; BARREIROS, F. L. S.; MADERS, G. R.; RAMOS, I. N.; FIGUEIRA, P. S. S. Disposição Final dos Resíduos Sólidos na Cidade de Macapá: Implicações Sociais, Econômicas e Ambientais. 1999. 73f. Dissertação (Especialização em Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 1999.

INMAN, J. R. Resistivity inversion with ridge regression. *Geophysics*, Tulsa, OK, n.40, p.789-817, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa geomorfológico do Estado do Amapá. 2004.

INTERPEX LIMITED. RESIX-IP v.2.0 – Resistivity and induced polarization data interpretation software: User's manual. Golden, Colorado, U.S.A, 1993. Paginação irregular.

KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. Geofísica de exploração. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

KINDERMANN, G.; CAMPAGNOLO, J. M. Aterramento Elétrico. 5. ed. Florianópolis: UFSC-EEL-LabPlan, 2002.

LOKE, M. H. Resdinv rapid 2d resistivity and ip inversion using least-squares methods. User manual. Austin Tex., Advanced Geosciences, Inc., 66 p., 1998.

MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; SANTOS, T. A. estratificação elétrica do solo: estudo de caso para uso de malha de aterramento do prédio de engenharia elétrica da UNIFAP. Monografia de trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016. 69 p.

ORELLANA, E. Prospección geoelectrica em corriente continua. Madrid: Ed. Paraninfo, 1974. 571 p.

REYNOLDS, J. M. Un introduction to applied and environmental geophysics. 2ª ed. UK: Wiley-Blackwell, 2011.

SAMOUËLIAN, A.; COUSIN, I. TABBAGH, A.; BRUAND, A.; RICHARD, G. Electrical resistivity survey in soil Science: a review. *Soil & Tillage Research* 83, 2005. p. 173-193.

SOUZA, A. N. *et al.* SPDA - Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas: teoria, prática e legislação. São Paulo: Érica, 2012.

TELFORD, W. M.; GELDART, L. P.; SHERIFF, R. E. Applied geophysics. 2nd ed. [S.l.]: Cambridge University Press, 1990. 770 p.

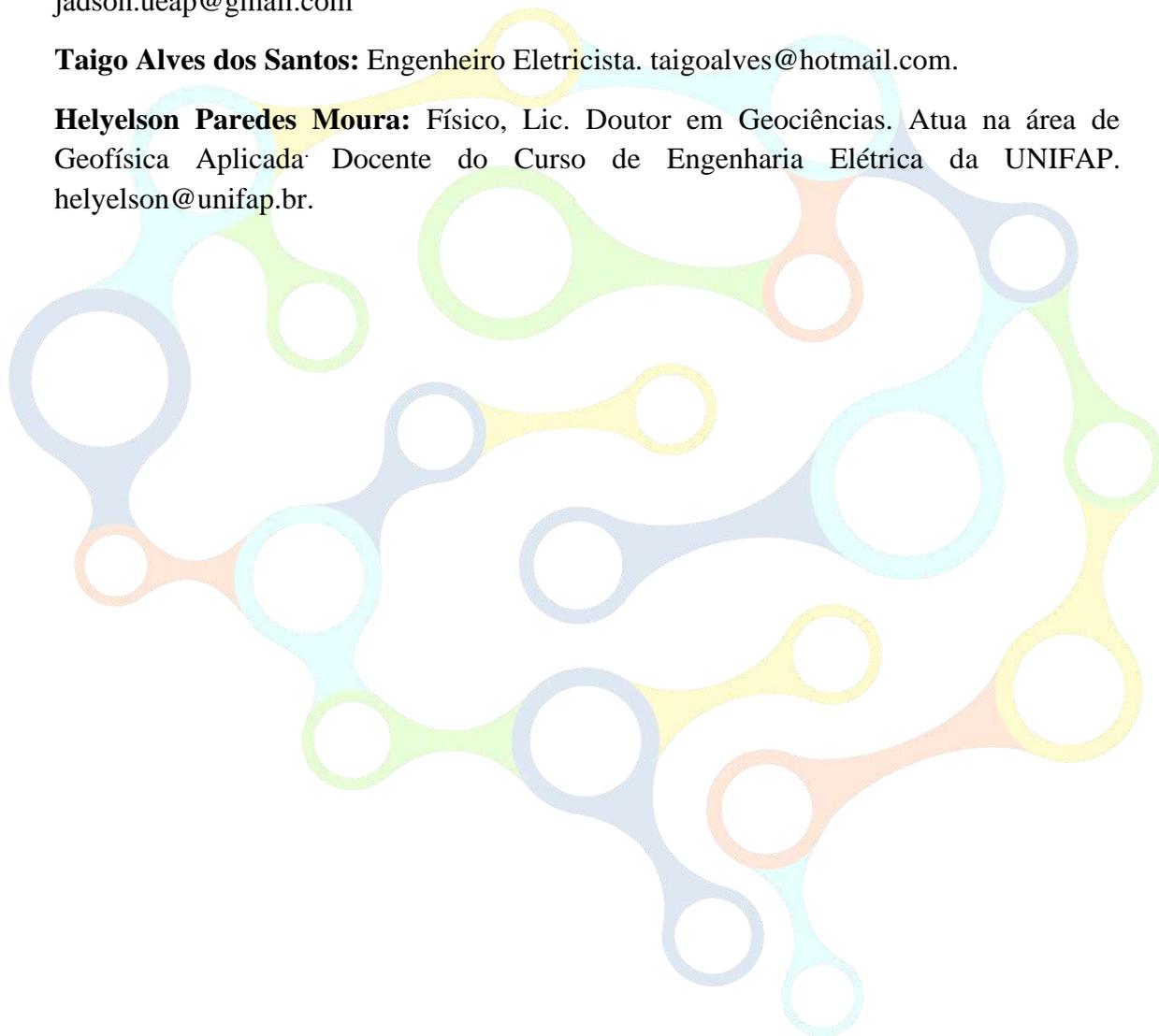
WARD, S. H. Resistivity and polarization methods. Geotechnical and Environmental Geophysics, Vol. 1: Review and Tutorial. Society of Exploration Geophysics, Tulsa, OK, p. 147-189, 1999.

AUTORES:

Jadson de Carvalho de Oliveira Junior: Engenheiro Eletricista. jadson.ueap@gmail.com

Taigo Alves dos Santos: Engenheiro Eletricista. taigoalves@hotmail.com.

Helyelson Paredes Moura: Físico, Lic. Doutor em Geociências. Atua na área de Geofísica Aplicada. Docente do Curso de Engenharia Elétrica da UNIFAP. helyelson@unifap.br.





Capítulo 5

BANCADA DE EMULAÇÃO DE TURBINA EÓLICA

DOI: 10.29327/555997.1-5

Cyntia Cristinne Corrêa Baia de Aquino
André Vinícius Lima Baia de Aquino
Alaan Ubaiara Brito

BANCADA DE EMULAÇÃO DE TURBINA EÓLICA

Cyntia Cristinne Corrêa Baia de Aquino

André Vinícius Lima Baia de Aquino

Alaan Ubaiara Brito

RESUMO

Uma bancada de emulação de uma turbina eólica através da utilização de dados de velocidade de vento em tempo real é proposta neste trabalho. A velocidade do rotor da turbina é emulada por um motor de indução tipo gaiola de esquilo, o qual é acionado por um conversor de frequência alimentado por um microcontrolador. Os sinais de entrada de velocidade de vento são fornecidos por um anemômetro. Através da equação característica da turbina a ser emulada, se converte o sinal para PWM. A modelagem computacional da turbina foi desenvolvida em linguagem C++ com o microcontrolador ATmega328P. Além disso, uma comunicação entre o Microsoft Excel e o microcontrolador foi realizada para facilitar a interface homem máquina (IHM). Os sinais de saída do motor de indução foram avaliados através de diversos cenários de velocidade de vento, densidade do ar e coeficientes de potência, e comparados a curva de potência para condições ideais de operação, o que comprovaram a eficácia da bancada de emulação. Com isso, a bancada é didática e flexível, pois é capaz de emular o comportamento de diversos modelos de turbina eólica submetida a diversos cenários, o que contribui para estudos relacionados à geração eólica.

Palavras-chaves: Turbina Eólica, Bancada de Emulação, Modelagem Flexível.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico traz um impacto na utilização dos recursos energéticos existentes. O aumento da demanda torna necessário a utilização de fontes de energia renovável, tais como a energia eólica e solar. A matriz energética brasileira é representada por cerca de 9,5% de geração eólica da capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional (SIN). Espera-se que este valor atinja os 11,4% até 2024 (ONS, 2020). Os avanços tecnológicos relacionados à energia eólica mostram a necessidade de estudos na área, trazendo à tona seus conceitos, embates e funcionamentos.

1.1. Problemática

O campo científico sempre está atualizando, e as universidades e institutos devem dispor de equipamentos e tecnologias adequados para contribuir com a ciência. A aquisição de um gerador eólico real e todos os materiais necessários para sua funcionalidade é de alto custo, além de necessitar de mão de obra qualificada para sua montagem e manutenção. É necessário também características específicas para sua instalação, como altura, espaço aberto, e estudos de velocidade de vento na área para avaliar o potencial eólico e possível rendimento do gerador, o que acarreta a utilização de mais recursos, e, conseqüentemente, um aumento no custo total. Por isso, a utilização de uma bancada de emulação é uma alternativa, pois, além de utilizar os recursos disponíveis na própria instituição de ensino, também é possível realizar a modelagem computacional para que a bancada seja adaptável a diversas características. Sendo assim, os objetivos deste trabalho são apresentados no tópico posterior.

1.2. Objetivos

Nesta seção serão apresentados os objetivos geral e específicos que foram atingidos no desenvolvimento deste trabalho.

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema que emule o comportamento de turbinas eólicas sob condições reais de velocidade de vento.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Projetar a bancada, selecionar e avaliar os componentes necessários para montagem;
- b) Analisar os parâmetros de entrada e saída de cada componente para realizar a conexão apropriada;
- c) Inserir diferentes cenários de velocidade de vento, densidade do ar e rendimento da turbina para avaliar a flexibilidade da bancada;
- d) Inserir os valores de entrada de velocidade de vento em tempo real;
- e) Realizar testes e compará-los com os valores previstos para avaliar a eficácia da bancada.

1.3. Justificativa

Vários trabalhos implementaram bancadas com o intuito de avaliar a geração eólica. Entretanto, há trabalhos que não consideram valores reais de velocidade de vento, como é o caso de Himani e Dahiya (2014), que realizou a simulação de uma turbina eólica em um motor de indução de 1,5 kW, modelando a velocidade de vento com MATLAB. Similarmente, Rocha (2008), utilizou um motor de indução trifásico tipo gaiola de esquilo para emular o comportamento da turbina eólica considerando as características dinâmicas e o sistema de transmissão, utilizando um modelo que simula a velocidade de vento.

Já Cunha e Nicolette (2015), utilizaram a média da velocidade de vento provida de um anemômetro, com dados coletados durante um ano para a sua emulação. Os autores utilizaram distribuição de Weibull para adaptar os dados coletados em seu problema. Dolan e Lehn (2005) modelam o torque tanto dinâmico quanto estático da turbina eólica, para avaliarem a tecnologia de geração eólica no mercado de energia competitivo. Os dados de velocidade de vento utilizados também provêm de um banco de dados coletados, dos quais foram utilizadas as médias desses dados.

Por isso, este trabalho traz como principal contribuição a utilização de dados de velocidade de vento em tempo real, através da conexão direta do anemômetro com os demais componentes da bancada. O intuito é obter valores de saída da bancada com os dados de saída de uma turbina eólica real. A compreensão de situações mais realistas para futuros estudos na área de geração eólica é adquirida através da bancada de emulação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

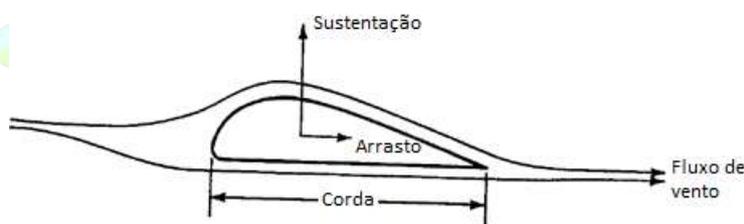
2.1. Turbina eólica

A turbina eólica é o componente responsável pelo aproveitamento de energia cinética proveniente da velocidade de vento, também chamada de rotor, constitui parte do aerogerador, que é composto por torre, nacela, gerador e turbina (PINHO et al., 2008) e é o componente que traz a classificação do gerador eólico através do seu eixo. Hemami (2012) classifica as turbinas eólicas em dois tipos, as de eixo vertical e as de eixo horizontal. As turbinas de eixo vertical são projetadas com rotor, gerador e caixa de câmbio posicionados na parte inferior da turbina no eixo vertical, facilitando o acesso quando necessário (HEMAMI, 2012). Esse tipo de turbina possui uma pá em formato único para captar a potência de vento independentemente da direção do fluxo (AL-SHEMMERI, 2010). Já as turbinas de eixo horizontal tem o rotor e gerador localizados

no topo da torre em eixo horizontal. Esta turbina é a mais encontrada no mercado, por ser mais simples e possuir um rendimento maior.

Existem duas forças que movem as turbinas, as forças de sustentação e arrasto, como apresentado na Figura 1.1. Um corpo que obstrui o movimento do vento sofre a ação de forças que atuam perpendicularmente ao escoamento (forças de sustentação) e de forças que atuam na direção do escoamento (forças de arrasto). Os rotores que giram predominantemente sob o efeito de forças de sustentação permitem liberar muito mais potência do que aqueles que giram sob efeito de forças de arrasto, para uma mesma velocidade de vento (JOHNSON, 2006).

Figura 1.1: Forças de Sustentação e Arrasto



Fonte: Adaptado de Johnson (2006).

As turbinas de eixo horizontal são predominantemente movidas por forças de sustentação e possuem mecanismos capazes de permitir que o disco varrido pelas pás esteja sempre em posição perpendicular ao vento. As turbinas mais utilizadas para geração de energia elétrica são as de eixo horizontal do tipo de hélice normalmente compostas por três pás (DUTRA, 2008).

A energia proveniente do movimento é denominada energia cinética. A quantidade de energia de um objeto em movimento depende de dois fatores, sua massa e sua velocidade (JOHNSON, 2006). Usando as unidades apropriadas para medir massa e velocidade, a relação que determina a energia de um objeto em movimento é dada pela Equação 1.1.

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad 1.1$$

Sendo:

E_c = Energia Cinética (J);

m = Massa (Kg);

v = Velocidade (m/s).

Para que seja determinar a energia de produção total, é necessário conhecer a potência de saída. Neste caso, na equação 1.1 pode-se substituir a massa de ar que flui em 1 segundo, e a partir desse ponto, determinar a potência de vento, como mostrado na Equação 1.2. O volume que se move em 1 segundo é dado pela Equação 1.3.

$$m = \rho \cdot V \quad 1.2$$

$$V(1s) = A \cdot v \quad 1.3$$

Sendo:

ρ = densidade do ar (Kg/m³);

V = Volume (m³);

A = Área da secção (m²).

Substituindo as Equações 1.2 e 1.3 na Equação 1.1 pode ser encontrada a potência de um fluido em movimento, como mostra a Equação 1.4.

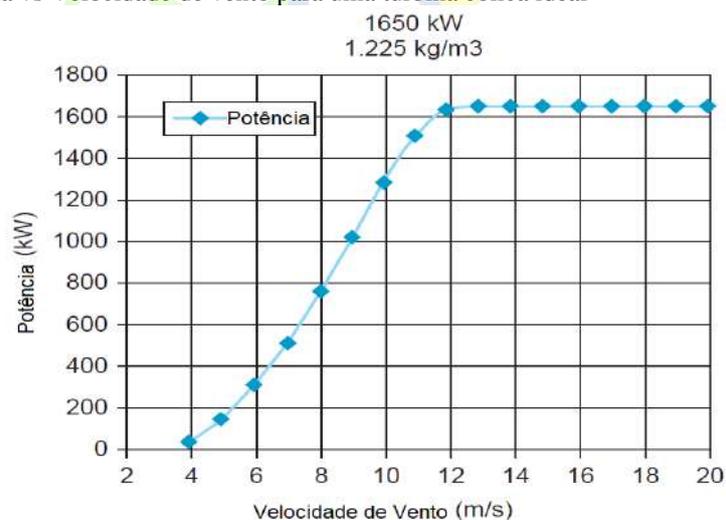
$$P_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad 1.4$$

Sendo:

P_v = Potência de Vento (W).

Na Figura 1.2 é apresentado o gráfico do comportamento geral da potência de uma turbina eólica ideal em relação à velocidade de vento, variando do modelo apresentado as turbinas que apresentam sistemas de controle distintos, bem como diferentes velocidades de partida, nominal e corte.

Figura 1.2: Potência vs Velocidade de vento para uma turbina eólica ideal



Fonte: Adaptado de Hemani (2012).

A potência de vento é analisada de acordo com a velocidade de vento, tamanho da turbina e a densidade do ar. Essa potência, entretanto, é a potência existente no ar quando flui. Uma turbina não absorve totalmente essa potência, já que se pode extrair apenas uma fração dela. Isso depende do tipo de turbina, da eficiência e outras condições de operação da turbina. A fração da potência extraída do vento por uma turbina eólica é usualmente representada por C_p (coeficiente de potência, ou coeficiente de performance). Esse coeficiente não é um valor fixo, mas varia de acordo com a velocidade do vento, com a rotação da turbina e com os parâmetros da pá da turbina. O limite de Betz determina que o máximo coeficiente de performance possível é $C_p = 16/27$, o que significa que a máxima eficiência atingida por uma turbina eólica é de 59%, o que só seria possível caso a turbina trabalhasse em máxima potência com velocidade constante em situações ideais. Mas ainda assim, é possível que turbinas bem projetadas atinjam um valor de 50%. Para outros modelos, a eficiência é ainda menor, sendo de 20 a 25%. Quando um protótipo apresenta um valor de eficiência maior que o limite de Betz, significa dizer que não se adequa as condições reais e deve ser desconsiderado (AL-SHEMMERI, 2010). A potência de saída da turbina pode ser calculada através da potência total contida no vento multiplicada pelo C_p , como apresentado na Equação 1.5.

$$P_t = P_v \cdot C_p \quad 1.5$$

Sendo:

P_t = Potência da Turbina (W).

Inserindo a Equação 1.4 na Equação 1.5, se obtém a Equação 1.6, que é utilizada como base neste trabalho.

$$P_t = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p \quad 1.6$$

3. METODOLOGIA

A emulação de uma turbina eólica em bancada de testes é obtida pelo controle de um motor de indução tipo gaiola de esquilo, cuja finalidade é reproduzir em seu eixo uma potência similar à de uma turbina eólica real para determinadas condições de operação e velocidade de vento. O acionamento deste motor é efetuado através de um conversor de frequência (CF), o qual é comandado por sinais analógicos provenientes de um microcontrolador. O microcontrolador utilizado foi o ATmega 328, pois nele foi possível programar as entradas no CF, bem como condicionar o sinal estocástico proveniente do

anemômetro. O motor funciona de forma equivalente aos dados obtidos através do anemômetro, semelhantemente ao comportamento de uma turbina eólica real.

3.1 Componentes da Bancada

Os componentes utilizados na bancada são o microcontrolador, motor, CF e anemômetro. O motor de indução possui diversas vantagens, já que seu controle é feito de forma simplificada através do CF, onde é possível realizar um controle de velocidade. A placa Arduino UNO, que possui o microcontrolador ATmega328P, foi utilizada devido a sua fácil aquisição, linguagem de programação acessível, além de sua implementação facilitada neste trabalho. O motor de indução selecionado é de fabricação WEG e a Tabela 1.1 apresenta seus dados técnicos.

Tabela 1.1: Dados técnicos do motor de indução trifásico

Descrição	Valores
Potência	2 CV ou 1,5kW
Frequência (Hz)	60
Rpm	855
Tensão (V)	220/380
In (A)	7,75/4,49
Ip/In	4,6
Rendimento em % a plena carga	74,7
Fator de potência a plena carga	0,68
Fator de serviço	1,15
Peso (kg)	37

Fonte: Dados de placa do motor.

O CF possui diversas funções, tais como o controle de velocidade de motores. O CF utilizado é de fabricação WEG, modelo CFW-10. Este modelo possui o tipo de controle linear ($P_{202}=0$), que foi utilizado na bancada. O CF é alimentado pela rede trifásica. Os parâmetros mais relevantes para este conversor são apresentados na Tabela 1.2.

Tabela 1.2: Parametrização do Conversor de Frequência

Legendas	Descrição	Valores
P000	Para alterar valores do inversor	5
P100	Delay entre o sinal recebido e o sinal enviado pelo inversor no momento de subida do sinal	1,5
P101	Delay entre o sinal recebido e o sinal enviado pelo inversor no momento de descida do sinal	1,5
P133	Frequência Mínima	0
P134	Frequência Máxima	60
P136	Boost de Torque Manual	0
P145	Frequência Nominal	60
P151	Nível de atuação da regulação de tensão do circuito intermediário	410
P202	Tipo de Controle Controle V/F Linear (Escalar)	0
P203	Seleção de Funções Especiais: Nenhuma	0
P206	Tempo em que o Inversor gera um reset automaticamente após um erro	30
P222	Define a entrada como sendo a da entrada analógica A11	1
P230	Habilita os Bornes	1
P231	Define o sentido de giro. Nesse caso, depende do parâmetro P230	2
P234	Ganho da Entrada Analógica A11	220
P235	Define o tipo do sinal da entrada analógica. Nesse caso, de 0 a 10V	0
P236	Offset da Entrada Analógica A11	0
P263	Ent. Dig: Sem Função ou Habilita Geral	1
P264	Ent. Dig: Sentido de Giro	5
P265	Ent. Dig: Local/Remoto	6
P266	Ent. Dig: Gira/Pára	4
P297	Frequência de chaveamento em kHz	3,5

Fonte: Adaptado de WEG (2013)

O anemômetro utilizado é do tipo concha, o que é vantajoso para a bancava visto que independente da direção do fluxo de vento, ele rotaciona. Além disso, é de fabricação *Fronius* e possui as especificações apresentadas na Tabela 1.3.

Tabela 1.3: Dados técnicos do Anemômetro

Descrição	Valores
Sensor	Anemômetro em copo com contato reed
Sinal de saída	Retangular: Baixo $\leq 0,5$ V / Alto $\geq 4,5$ V
Resolução	1 m/s; 1 km/h
Tolerância	$\pm 5\%$ a partir de 5 m/s
Dimensões	85 x 93 x 115 mm

Cabo de conexão	2 m de fio de cobre, extremidades livres, ponteiros, resistente aos raios UV
Max. comprimento do cabo (Distância: Sensor Card/Box para o Sensor)	30 m

Fonte: Adaptado de Fronius (2005).

3.2 Determinação dos parâmetros da Turbina

Após analisar os diferentes tipos de turbinas e pelo funcionamento similar ao do anemômetro utilizado neste projeto, as turbinas eólicas de eixo horizontal se mostraram ideais para os objetivos deste trabalho, além da facilidade de encontrá-las no mercado. O principal fator para a determinação de uma referência foi a limitação da potência do motor utilizado. Logo, as pesquisas se basearam em uma turbina eólica que possuísse potência nominal de até 1500 W. A microturbina eólica utilizada como referência é de modelo E300I, de fabricação *Krestel*, e suas especificações são apresentadas na Tabela 1.4, as quais são utilizadas como referência de diâmetro do rotor, velocidade de partida e velocidade nominal.

Tabela 1.4: Dados da microturbina de referência

Descrição	Valores
Marca	Krestel
Modelo	E300I
Potência Elétrica Nominal (kW)	1
Pico de Potência (kW)	1,15
Tensão do Sistema (V)	12, 24, 48, 110, 200
Velocidade de Partida (m/s)	2,5
Velocidade Nominal de Vento (m/s)	11
Diâmetro do Rotor (m)	3
Área de Varredura das Pás (m²)	7,07
Rotação Nominal (rpm)	650

Fonte: Disponível em: <www.kestrelwind.co.za>

3.3 Equacionamento da Emulação

Previamente à montagem da bancada, foram realizados testes com a conexão CF-Motor para estabelecer os parâmetros desta conexão. Os dados de entrada foram inseridos pelo controle de frequência determinado pelo usuário mediante a IHM do CF, com a variação de 0,1 Hz, para a determinação da potência mecânica de saída do motor. Esta potência foi determinada com a leitura de tensão, corrente, fator de potência, calculando-se a potência elétrica enviada ao motor, como mostra a Equação 1.7. A potência elétrica é então multiplicada pelo rendimento do motor de 74.7%, obtendo-se a potência mecânica

de saída, os valores de potência relacionada à frequência foram armazenados em um banco de dados para referência.

$$P_{ele} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi \quad 1.7$$

Os valores de potência são diretamente relacionados à Equação 1.6, a qual depende, além dos outros parâmetros, da velocidade de vento elevada a terceira potência. A relação entre a potência mecânica da turbina e a velocidade de vento é então analisada. Há uma busca de valores no banco de dados relacionados à potência, podendo relacionar assim a frequência que deve ser inserida no CF com a velocidade de vento. Os parâmetros da Equação 1.6 então podem ser alterados para esta relação.

O CF está configurado para uma relação de V/F de forma linear, ou seja, a frequência é diretamente proporcional à tensão. Os valores de frequência foram associados à tensão de 5V, sabendo que esta é a tensão máxima de saída do microcontrolador. Ou seja, uma relação de frequência de 0 a 60 Hz pode ser vista aqui como uma relação de tensão de 0 a 5 V. Com todos os parâmetros da turbina determinados, é sabido o valor de potência da turbina para a velocidade de vento lida em tempo real. Busca-se esse valor de potência no banco de dados, e assim, um valor de frequência, também lido como valor de tensão, é usado como parâmetros de equacionamento.

As equações que representam as curvas de tensão podem ser verificadas na Tabela 1.5, para: a) a variação de diâmetro com um C_p fixo de 0,18 e densidade de vento 1,225 kg/m^3 , considerando a nível do mar; b) variação de densidade de vento para um diâmetro fixo de 3 metros e C_p de 0,18; e c) variação de C_p , com diâmetro fixo de 3 metros e densidade de vento 1.225 kg/m^3 .

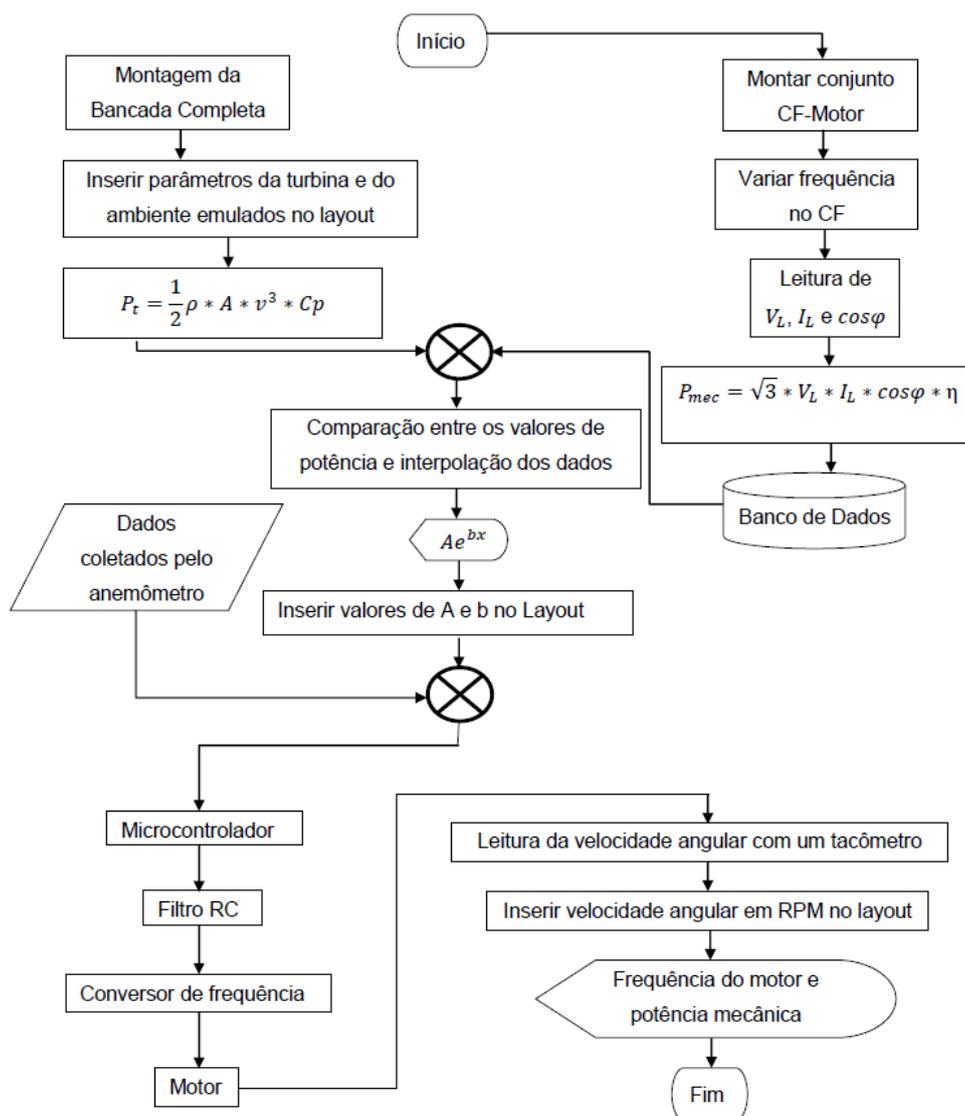
Tabela 1.5: Equações de variação dos parâmetros da turbina

Descrição	Valores
Diâmetro = 2m	$0,0629e^{0,0349x}$
Diâmetro = 3m	$0,0648e^{0,0451x}$
Diâmetro = 4m	$0,0672e^{0,054x}$
Densidade = 1kg/m^3	$0,0644e^{0,0423x}$
Densidade = 1,1125kg/m^3	$0,0649e^{0,0437x}$
Densidade = 1,225kg/m^3	$0,0648e^{0,0451x}$
$C_p = 0,15$	$0,0647e^{0,0382x}$
$C_p = 0,25$	$0,0648e^{0,0451x}$
$C_p = 0,35$	$0,0663e^{0,0501x}$

Fonte: Autores, 2022.

As equações apresentadas na Tabela 1.5 foram inseridas como dados de entrada microcontrolador para as características de cada curva. A equação específica para a alteração de cada parâmetro modifica a programação no microcontrolador, ou seja, a tensão de saída depende da equação inserida no microcontrolador. Desse modo, turbinas com parâmetros diferentes podem ser emuladas, necessitando apenas a alteração da equação de entrada. Neste trabalho, todas as equações foram parametrizadas para equações exponenciais, já que foi o tipo de equacionamento que mais se aproximou do previsto. Um *layout* foi criado para que o usuário da bancada insira os parâmetros da turbina e os valores dos coeficientes da equação exponencial. O microcontrolador faz a leitura dos dados que foram inseridos no *layout*. O fluxograma na Figura 1.3 apresenta o funcionamento detalhado da bancada.

Figura 1.3: Fluxograma do funcionamento da bancada



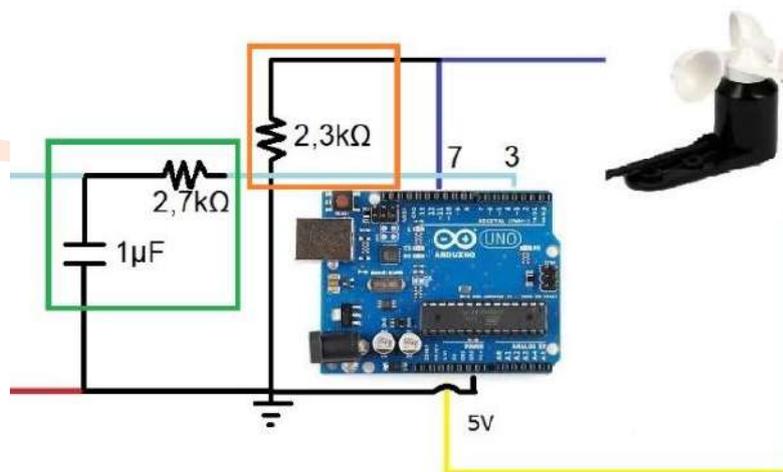
Fonte: Autores, 2022.

3.4 Montagem e Instalação Da Bancada

A bancada foi montada no prédio de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, no laboratório de Energia Renovável da Universidade Federal do Amapá. O anemômetro foi instalado de forma que se respeitasse a distância máxima de 10 metros da bancada. O anemômetro possui dois cabos: um para sua alimentação, feita através de uma fonte de 5V; e outro é o sinal de saída de velocidade de vento, sendo este sinal em forma de trem de pulsos.

A alimentação é feita pela porta de 5V no próprio microcontrolador, e a conexão de sinal de saída é feita, também no microcontrolador, em paralelo com um resistor de 2,3 k Ω conectado à porta terra para a estabilidade de leitura. Tais conexões são apresentadas na Figura 1.4. O microcontrolador recebe o perfil de velocidade de vento na porta 7 e o converte em perfil de potência de vento, utilizando as equações da Tabela 1.5. O sinal de saída do anemômetro é alterado para um sinal PWM através do microcontrolador e enviado para a porta 3.

Figura 1.4: Conexão anemômetro-microcontrolador



Fonte: Autores, 2021.

O sinal PWM é um sinal periódico com dois níveis (0 V e 5 V), variando o tempo em que este permanece em cada nível. A porcentagem do período em que o sinal permanece no nível de 5 V é o que chamamos de *duty cycle* e a tensão eficaz do sinal será a multiplicação do *duty cycle* e a tensão máxima. Logo, para um *duty cycle* de 50 %, a tensão eficaz será de 2,5 V enquanto para um *duty cycle* de 100 %, a tensão eficaz será de 5 V.

Este sinal passa por um filtro RC, para que o sinal PWM carregue o capacitor, havendo uma leve queda de tensão por efeito Joule, a qual é corrigida por um ganho de

tensão inserido no CF. A tensão armazenada no capacitor é a tensão eficaz do sinal PWM, logo, a tensão medida nos terminais do capacitor é uma tensão de comportamento linear de 0 a 5 V. Foi observado em laboratório que os valores de 2,7 k Ω para a resistência e 1 μ F para a capacitância se adequaram melhor para o filtro deste trabalho.

Para se limitar a potência com os valores da turbina eólica de referência, há no algoritmo o valor da velocidade de partida da turbina, onde a tensão enviada para a porta 3 para valores abaixo de 2,5 m/s é igual a 0 V, bem como o valor de velocidade nominal que será a representação de potência máxima do sistema. Logo, para valores iguais ou acima de 11 m/s e menores de 25 m/s, o microcontrolador envia uma tensão igual a 5 V para sua porta de saída. Além disso, no caso de velocidades acima de 25 m/s, o microcontrolador volta a enviar uma tensão de 0 V, por ser a velocidade de corte da turbina.

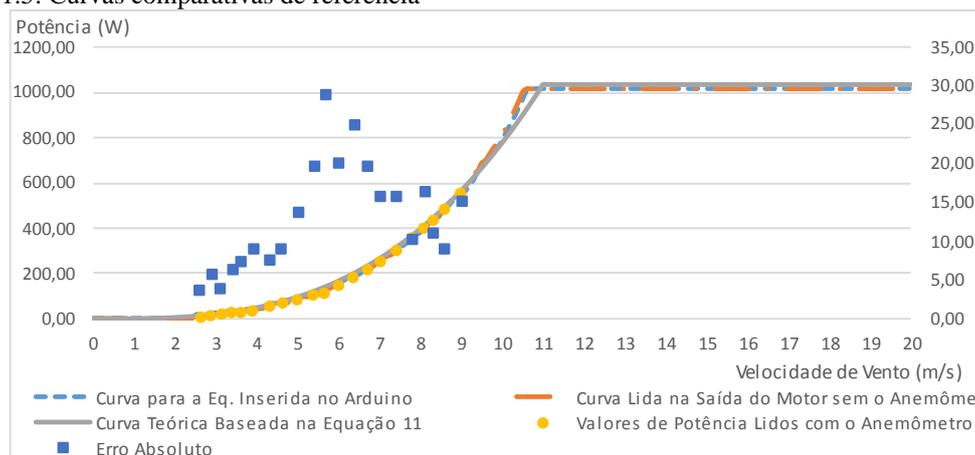
O CF é responsável pelo controle de tensão e frequência do motor. Assim sendo, estas grandezas são diretamente proporcionais ao sinal recebido pelo CF, sendo também responsáveis pelo torque do motor de indução. Vale ressaltar que a tensão de entrada no CF tem que ser de 0 a 10 V, onde este intervalo é proporcional ao intervalo de frequência determinado pelos parâmetros de frequência mínima e máxima do CF, os quais são 0 e 60 Hz, respectivamente. Como o valor máximo de tensão enviado ao conversor é de 5 V, é necessário ser aplicado um ganho para que se duplique o valor de tensão.

Com o acionamento do motor feito através do CF, é realizada a leitura da velocidade angular no eixo de saída da máquina assíncrona com a utilização de um tacômetro, que mostra valores variando de 0 a 900 rpm, para o motor usado neste projeto. A velocidade angular se relaciona diretamente com a tensão, podendo se calcular a potência mecânica de saída.

4. RESULTADOS

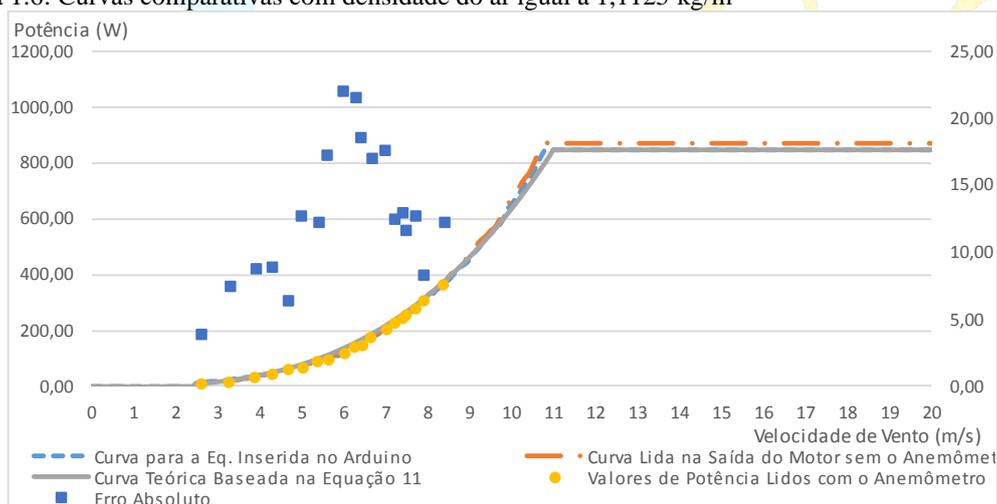
Os resultados obtidos referem-se à inserção das equações apresentadas na Tabela 1.5, as quais modelam a variação dos parâmetros de potencial eólico. Na fase de testes, para os parâmetros da turbina de referência, considerando a densidade do ar equivalente a nível do mar, ou seja 1,225 kg/m³, constatou-se que para um C_p de 0,18, os valores de potência mecânica atingiam a potência nominal do motor na velocidade nominal da turbina de referência, bem como apresentado na Figura 1.5, na qual é perceptível que o comportamento gráfico das 3 curvas é muito semelhante. Por este motivo, o valor de 0,18 é considerado o padrão para os resultados.

Figura 1.5: Curvas comparativas de referência



Fonte: Autores, 2022.

Pode ser observado que a Figura 1.5 apresenta três curvas, que serão utilizadas em todos os gráficos comparativos subsequentes. As curvas representam: a) os valores de potência em relação à velocidade para a Equação 1.6; b) as equações obtidas com a modificação dos parâmetros e inseridas no microcontrolador correlacionadas aos valores de potência do banco de dados e; c) os valores de velocidade angular lidos na saída do motor de indução e correlacionados ao banco de dados, sendo estes os resultados do trabalho. A análise da potência feita para uma variação de densidade do ar de $1,1125 \text{ kg/m}^3$ é apresentada na Figura 1.6.

Figura 1.6: Curvas comparativas com densidade do ar igual a $1,1125 \text{ kg/m}^3$ 

Fonte: Autores, 2022.

Somente ao chegar no ponto de velocidade nominal, pode-se verificar uma diferença perceptível entre as curvas. A diferença entre os valores de potência lidos na saída do motor utilizando o anemômetro e os valores esperados baseados na equação da

potência teve uma média absoluta de 11,82 W, sendo que a maior diferença entre estes dados para uma determinada velocidade de vento é de 19,45 W, o que corresponde a 7% para o ponto de leitura. A curva para a equação de potência da turbina para estes parâmetros é menor do que os resultados obtidos. Isto porque o ganho inserido para a correção da queda de tensão influencia, para certos valores de frequência, no aumento de potência nominal. De semelhante modo, os resultados obtidos para a densidade do ar igual a 1 kg/m^3 são apresentados na Figura 1.7.

Figura 1.7: Curvas comparativas com densidade do ar igual a 1 kg/m^3



Fonte: Autores, 2022.

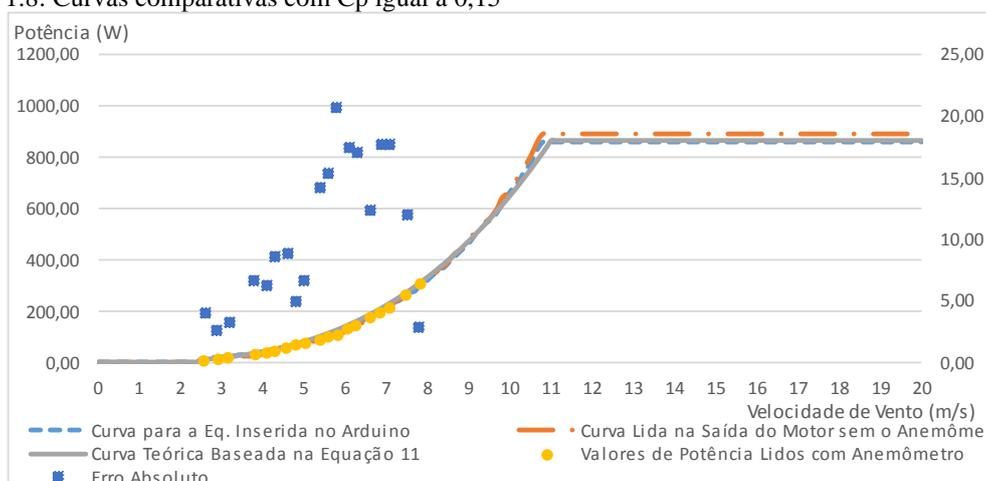
Neste caso da Figura 1.7, a diferença entre os valores de potência lidos na saída do motor utilizando o anemômetro e os valores esperados baseados na equação da potência teve uma média absoluta de 12,88 W, sendo que a maior diferença entre estes dados para uma determinada velocidade de vento é de 21,99 W, o que corresponde a 16% para o ponto de leitura.

Todos os valores medidos ao final de cada teste foram comparados de acordo com o parâmetro analisado. A comparação da variação de densidade do ar demonstra que os valores de densidade influenciam quando a potência nominal é alcançada, e que para a densidade do ar igual a 1 kg/m^3 , para as características já apresentadas, a potência nominal da turbina é menor do que para outros valores, pela influência da densidade na Equação 1.6.

Ainda que o gráfico para um C_p de 0,18 tenha atingido um resultado próximo aos valores de potência ideais, o objetivo deste projeto é de emular turbinas em várias condições, ou seja, para as variações de densidade, como mostrado anteriormente, assim como para variações de C_p . Para fins de demonstração da eficácia da metodologia, além

do C_p igual a 0,18, foram considerados os C_{ps} de 0,15 e 0,25. A Figura 1.8 mostra os resultados para um C_p de 0,15.

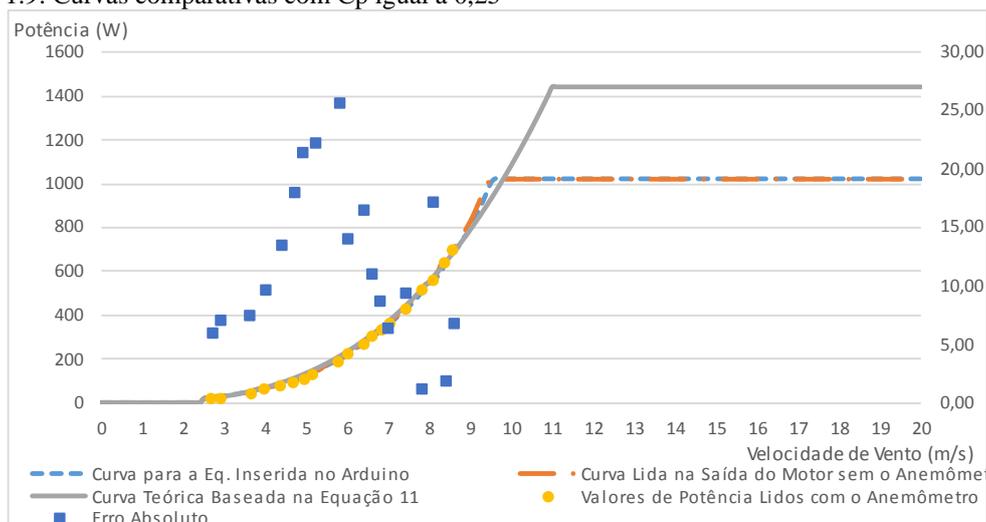
Figura 1.8: Curvas comparativas com C_p igual a 0,15



Fonte: Autores, 2022.

A diferença entre os valores de potência lidos na saída do motor utilizando o anemômetro e os valores esperados baseados na equação da potência teve uma média absoluta de 10,51 W, sendo que a maior diferença entre estes dados para uma determinada velocidade de vento é de 20,77 W, o que corresponde a 16% para o ponto de leitura. Para estas características, o valor de C_p influencia no fato de que a potência nominal desta turbina chega a ser menor do que a máxima potência que o motor pode atingir, ou seja, pode-se dizer que a eficiência desta turbina é menor do que a ideal. Outros valores de C_p abaixo de 0,15 atingem uma potência nominal ainda menor, sendo esta bancada eficiente em emular o comportamento de todas, com exceção daquelas que possuem parâmetros dos quais sua potência nominal seria acima da fornecida pela máquina assíncrona.

De semelhante modo, os valores obtidos para um C_p de 0,25 são apresentados na Figura 1.9. Nota-se que, de acordo com a equação de potência da turbina, a potência nominal atinge um valor superior à potência máxima de saída do motor. Ainda assim, o comportamento até que se atinja a potência máxima do motor é bastante satisfatório para o objetivo do trabalho. Pode-se inferir também que, para uma pequena alteração de C_p , a potência nominal da turbina aumenta consideravelmente.

Figura 1.9: Curvas comparativas com C_p igual a 0,25

Fonte: Autores, 2022.

Na Figura 1.9, a diferença entre os valores de potência lidos na saída do motor utilizando o anemômetro e os valores esperados baseados na equação da potência teve uma média absoluta de 11,78 W, sendo que a maior diferença entre estes dados para uma determinada velocidade de vento é de 25,67 W, o que corresponde a 12% para o ponto de leitura.

A variação de C_p implica que os maiores valores atingem a potência nominal em uma velocidade de vento menor do que para valores inferiores de C_p . O único valor que não atinge a potência máxima de saída do motor é o relacionado ao C_p de 0,15, pois sua potência nominal é menor do que a de saída do motor.

É importante ratificar que, devido à limitação de potência determinada tanto pela potência nominal do CF quanto do motor, este trabalho de emulação foca em microturbinas, trazendo valores de potência da turbina consideravelmente baixos em relação a uma turbina eólica de grande porte. Isto é perceptível quando os valores atingidos para potências maiores que a nominal do rotor são limitados pela própria potência nominal.

Com a conexão do anemômetro, se fez a leitura de velocidade angular em diferentes períodos, para saber tanto a velocidade de vento lida pelo equipamento quanto a potência mecânica semelhante à da turbina. As leituras equivaleram-se com todos os valores inseridos no microcontrolador, mostrando a eficácia do trabalho, sendo assim, todas as curvas de potência para os mais variados parâmetros se apresentaram satisfatórias para o objetivo deste trabalho, se comportando de forma semelhante à esperada.

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi proposta uma metodologia utilizando uma bancada a fim de emular o funcionamento de uma turbina eólica, sabendo da necessidade de estudos na área de energias renováveis, além de explorar uma das fontes de energia que vem crescendo nos últimos tempos. A emulação da turbina eólica foi baseada em suas características dominantes, visando assim se aproximar ao máximo de seus parâmetros de funcionamento. Para este trabalho, optou-se em trabalhar com regime permanente, não levando em consideração os atrasos em decorrência dos dispositivos utilizados, como o atraso de resposta do filtro, nem considerando características transitórias como a inércia do motor.

Com o avanço tecnológico e as pesquisas na área de energia eólica, fez com que os campos acadêmico e profissional despertassem ainda mais interesse para estudos no tema. Devido ao alto custo de aquisição, além das características físicas de um aerogerador real, o estudo na área se torna mais difícil, podendo se utilizar a inserção de softwares e bancadas de simulação e emulação, como o caso deste projeto, contribuindo para estudos na geração eólica.

Portanto, a metodologia proposta utilizou um motor de indução tipo gaiola de esquilo acionado pelo conversor de frequência CFW-10. Este motor teve como objetivo emular a rotação da turbina eólica real. Os dados de potência foram acoplados a um banco de dados, do qual comparou-se os valores de frequência diretamente proporcionais à velocidade angular de saída do motor com a potência. O perfil de vento foi obtido através de dados de velocidade de vento lidos em tempo real provenientes de um anemômetro. Estes dados, por possuírem um perfil de trem de pulsos, foram convertidos em sinal de tensão através de um microcontrolador, juntamente com um filtro RC. Os dados de velocidade de vento foram utilizados como dados de entrada da bancada de emulação.

Através da análise de potência obtida com os testes, os sinais de saída se comportaram de forma semelhante a curva de potência ideal, tonando possível futuras análises e estudos por conta deste projeto. Além disso, a análise de erro, ou seja, a diferença dos valores esperados e obtidos possui, em módulo, um valor baixo em relação a potência nominal analisada, satisfazendo o objetivo de proximidade com a realidade. Pode-se dizer então, que o conjunto de componentes cumpre a função estabelecida de emular turbinas eólicas reais, da mesma forma que emulou o comportamento das características dominantes da turbina eólica selecionada como referência.

Outros modelos de turbinas podem ser emulados, desde que a máquina síncrona utilizada possua potência de saída superior à potência nominal, e que os parâmetros específicos sejam alterados para a turbina a ser emulada, conforme a interface desenvolvida pelos autores. Além disso, é possível analisar o comportamento de um aerogerador em diferentes modos de operação quando submetidos a variações de velocidade de vento.

Para trabalhos futuros, propõe-se que se conecte um gerador e analise seu comportamento em conexão com uma carga. Ademais, pode-se aprimorar o comportamento de um aerogerador incluindo o efeito de sombreamento sobre a turbina e sua influência na potência, o controle de *Yawing*, pertencente em algumas turbinas encontradas no mercado, a análise dos ângulos da pá, e as análises em regime transitório para ter resultados que respeitem as características não dominantes dos aerogeradores.

4. REFERÊNCIAS

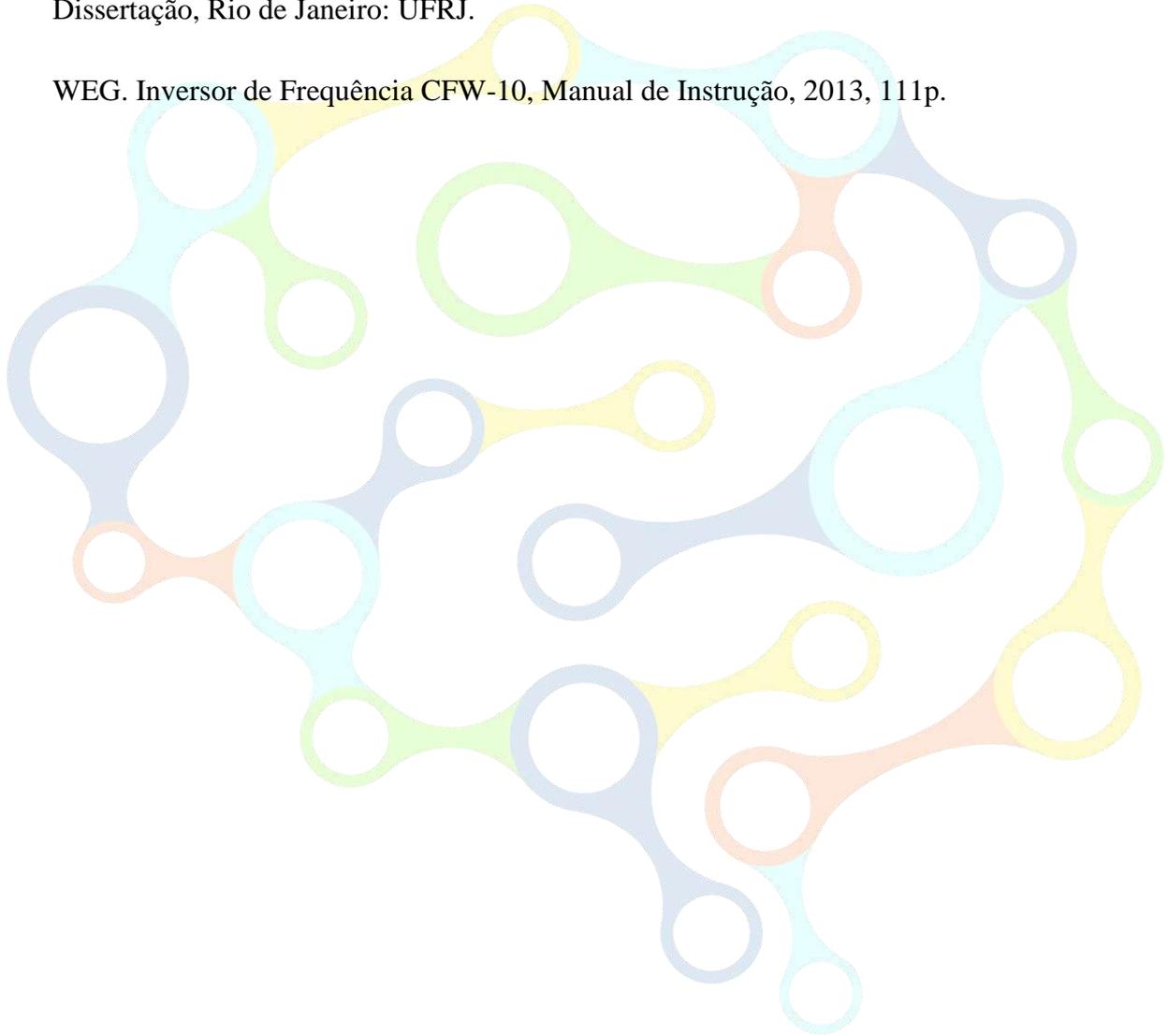
- AL-SHEMMERI, T. Wind turbines. 1 ed. Staffordshire: Ventus, 2010. 88p.
- CUNHA, A. L. DA S.; NICOLETTE, J. H. Implementação de uma Bancada para um Simulador de Microgerador Eólico, 2015. TCC, Curitiba: UTFPR.
- DOLAN, D. S. L.; LEHN, P. W. Real-Time Wind Turbine Emulator Suitable for Power Quality and Dynamic Control Studies. . p.6, 2005. Montreal, Canada.
- DUTRA, R. Tutorial de Energia Eólica - Princípios e Tecnologia. CRESESB, 2008.
- FRONIUS, Sensors Fronius IG – Series, Datasheet, 2005, 4p.
- HEMAMI, A. Wind turbine technology. Clifton Park: Cengage Learning, 2012.
- HIMANI; DAHIYA, D. R. Design and Development of Wind Turbine Emulator to Operate with 1.5KW Induction Generator. AEAIJ, v. 1, n. 4, p. 10, 2014.
- JOHNSON, G. L. Wind Energy Systems. Eletronic ed. Manhattan, 2006.
- KESTREL. Kestrelwind. Disponível em <www.kestrelwind.co.za>. Acesso em: 15/03/2018.

ONS. O Sistema em Números. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>>. Acesso em: 17/10/2020.

PINHO, J. T.; BARBOSA, C. F. O.; PEREIRA, E. J. DA S.; SOUZA, H. M. S.; BLASQUES, L. C. M.; GALHARDO, M. A. B.; MACÊDO, W. N. Sistemas híbridos. 1 ed. Brasília: MME, 2008.

ROCHA, R. V. Simulação de Aerogerador em uma Bancada Experimental, 2008. Dissertação, Rio de Janeiro: UFRJ.

WEG. Inversor de Frequência CFW-10, Manual de Instrução, 2013, 111p.





Capítulo 6

A IMPLANTAÇÃO DA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO DO RIO JARI E A PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DAS COMUNIDADES AO SEU ENTORNO

DOI: 10.29327/555997.1-6

Rafaela Pagno
Leandro Rios Leão
José Reinaldo Cardoso Nery



A IMPLANTAÇÃO DA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO DO RIO JARI E A PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DAS COMUNIDADES AO SEU ENTORNO

Rafaela Pagno

Leandro Rios Leão

José Reinaldo Cardoso Nery

RESUMO

A evolução da tecnologia para se construir hidrelétricas a “fio d’água” constitui uma alternativa mais sustentável de geração de eletricidade, em comparação com os demasiados prejuízos socioambientais causados pelo alagamento de grandes áreas para os reservatórios tradicionais. Apesar disso, a construção dessas usinas ainda deixa um passivo ambiental oneroso para as comunidades ao seu entorno. Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo de caso nas comunidades ribeirinhas no entorno da hidrelétrica de Santo Antônio, localizada no rio Jari, na divisa dos estados do Amapá e do Pará, com o intuito de investigar, através da percepção de seus moradores, as condições socioambientais em decorrência da instalação da usina. Foi feito um levantamento inicial sobre a hidrelétrica, de modo a caracterizar o tipo de geração de energia e, a seguir, foram feitas visitas às comunidades Santo Antônio da Cachoeira, Padaria e Iratapuru, no município de Laranjal do Jari (AP), para verificação *in loco* e aplicação de questionário semiestruturado às famílias dos moradores dessas localidades. Apesar do elevado potencial energético da hidrelétrica, com benefícios para a região, verificou-se que as três comunidades sofreram com graves danos ambientais e sociais, entre eles o assoreamento do rio, a escassez do pescado e, paradoxalmente, a falta de energia elétrica.

Palavras-chave: Hidrelétrica fio d’água. Percepção socioambiental. Vale do Jari.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores potenciais energéticos do mundo, porém, apenas duas das diversas fontes energéticas disponíveis no país – hidráulica e petróleo – tem sido extensivamente aproveitadas.

A grande maioria do suprimento energético do país provém da geração hidráulica, tendo como seu principal expoente, as usinas hidrelétricas (UHE), tornando assim o

aproveitamento da água para geração de energia de suma importância para o desenvolvimento do país.

A política de construção de hidrelétricas é parte de uma realidade que permitiu ao Brasil ser reconhecido como um dos maiores investidores em grandes projetos para a obtenção de energia, principalmente vindo de fontes hidrelétricas. (DENOSSO; YCHIKAWA, 2014). Essas construções tem se destacado, pois trazem transformações tanto na natureza, quanto na qualidade de vida das populações atingidas por essas obras, trazendo assim tanto desenvolvimento econômico, quanto significativos impactos socioambientais.

Alguns estudos realizados durante a implantação das usinas não incluem os impactos socioambientais, fazendo com que ações tardias sejam implementadas após o surgimento dos problemas, ocorrendo consequências indesejáveis como o remanejamento das comunidades afetadas, proliferação de doenças, modificações drásticas da fauna e da flora local.

Em contrapartida a esses problemas, surgiram as usinas tipo fio d'água, que tem por objetivo causar menos prejuízos ao entorno da construção. Essas usinas não dispõem de reservatórios de água, ou os tem em dimensões menores do que as grandes centrais hidrelétricas.

A UHE Santo Antônio do Rio Jarí, implantada na cachoeira de Santo Antônio, localizada na região entre os municípios de Laranjal do Jarí (AP) e Almeirim (PA), é um exemplo desse tipo de usina, que vem sendo amplamente utilizada em diversos empreendimentos desta magnitude na Amazônia, devido às características hidrológicas dessa região.

O intuito deste trabalho é mostrar a percepção dos moradores de comunidades às margens do rio Jari, no entorno da hidrelétrica de Santo Antônio, com relação às mudanças ocorridas nas localidades, como consequências advindas da construção da usina.

Essa percepção dos ribeirinhos, com relação aos aspectos socioambientais, representa uma tomada de consciência através do ato de perceber o ambiente em que se está inserido, buscando a proteção e preservação ambiental, especialmente nas localidades em que habitam. O conhecimento da percepção socioambiental desses moradores permite levantar dados para a elaboração de ações de conscientização e

intervenção voltadas à melhoria da qualidade de vida de cada comunidade (CAMARA et al., 2019; FAGGIONATO, 2009; MALAFAIA; RODRIGUES, 2009).

Este trabalho buscou diagnosticar a percepção socioambiental junto aos moradores das comunidades Santo Antônio da Cachoeira, Padaria e Iratapuru, localizadas às margens do rio Jari, no município de Laranjal do Jari (AP), às proximidades da UHE Santo Antônio. A obtenção dos dados foi feita através de visitas, conversas com moradores e aplicação de questionário.

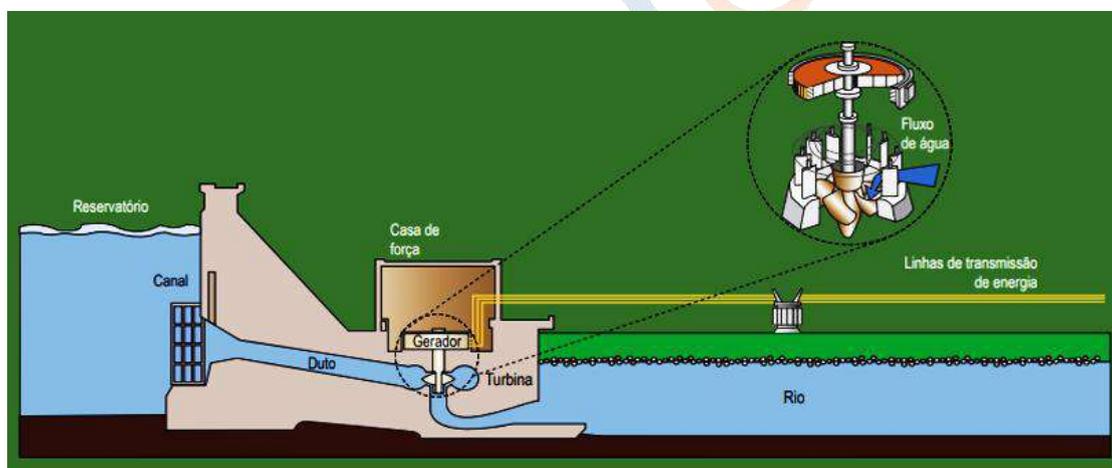
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Usinas Hidrelétricas

A forma mais difundida de geração de energia elétrica proveniente das fontes hidráulicas é a construção de usinas hidrelétricas, as quais utilizam o potencial hidráulico existente nas águas dos rios. O potencial hidráulico é dado pela vazão hidráulica e pela concentração dos desníveis existentes ao longo do curso do rio. Esses desníveis podem ser naturais ou construídos na forma de barragens ou através do desvio do rio de seu leito natural para a formação de reservatórios de água, e essa é conduzida por um canal até equipamentos que geram eletricidade (REBOLLAR; GUERRA; YOUSSEF, 2011).

Estruturalmente, as usinas hidrelétricas são compostas basicamente por: barragem, sistema de captação e adução de água, casa de força e vertedouro, que funcionam em conjunto e de maneira integrada, como mostra a figura 1. A barragem interrompe o ciclo natural do rio para formar o reservatório e acumular a água, de modo a possibilitar um desnível necessário à conversão da energia concentrada, em energia elétrica.

Figura 1 - Esquema simplificado da composição de uma usina hidrelétrica.



Fonte: ANEEL (2008)

O canal de adução e o conduto forçado, tem por função levar a água em direção à casa de máquinas (ANEEL, 2008). A tubulação forçada, interliga o final do canal de adução com a casa de máquinas. Nela ocorre o desenvolvimento de pressão, e desta forma, o desnível existente é necessário para construção de uma central hidrelétrica começa a ser aproveitado.

O vertedouro consiste em um canal construído artificialmente com a finalidade de impedir a passagem de água por cima da barragem em períodos chuvosos ou quando ocorre aumento de vazão (SHREIBER, 1977).

A casa de força, tem a finalidade de alojar as máquinas e os equipamentos geradores de energia, podendo ser a céu aberto ou subterrânea, em caverna ou aterrada (SHREIBER, 1977).

A energia gerada é levada através de cabos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão elevada para condução adequada, através de linhas de transmissão, até os centros de consumo. A partir desse ponto, a energia tem sua tensão ajustada para níveis adequados, através da utilização de transformadores abaixadores, e distribuída aos consumidores.

Exemplos típicos de outras formas de geração de energia hidráulica, que não necessitam de barragens, são as usinas a “fio d’água” e as hidrocinéticas. Por outro lado, este tipo de operação de usinas requer condições especiais do rio, com ênfase para a vazão, que deve ser aproximadamente constante, para que um determinado valor de energia possa ser garantido (ELETROBRÁS, 2000).

2.2 Impactos causados por usinas hidrelétricas

Apesar das usinas hidrelétricas utilizarem um recurso natural renovável e de custo zero que é a água e “não poluïrem” o ambiente, as mesmas alteram a paisagem, causam grandes desmatamentos, provocam prejuïzos à fauna e flora, inundam áreas verdes, além do que muitas famílias são deslocadas de suas residências, para darem lugar à sua construção (ORTIZ, 2005).

Durante a construção de uma usina hidrelétrica muitas árvores de madeira de lei são derrubadas, outras são submersas, apodrecendo debaixo d’água e permitindo a proliferação de mosquitos causadores de doenças. Muitos animais silvestres morrem, por não haver a possibilidade de resgatá-los. Tudo isso em nome do desenvolvimento e conforto.

As inundações das florestas fazem com que a vegetação encoberta entre em decomposição, alterando a biodiversidade e provocando a liberação de metano, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa e pela rarefação da camada de ozônio (INATOMI; UDAETA, 2005).

Segundo Leite (2005), a implantação de hidrelétricas pode gerar impactos ambientais na hidrologia, clima, erosão e assoreamento, sismologia, e alteração da paisagem. Na hidrologia impacta com a alteração do fluxo de corrente, alteração de vazão, alargamento do leito, aumento da profundidade, elevação do nível do lençol freático, mudança de lótico para lântico e geração de pântanos. Impacta no clima alterando temperatura, umidade relativa, evaporação (aumento em regiões mais secas), precipitação e ventos (formação de rampa extensa). Impacta também através da erosão marginal com perda do solo e árvores, assoreamento provocando a diminuição da vida útil do reservatório, comprometimento de locais de desova de peixes, e perda da função de geração de energia elétrica. Na sismologia pode causar pequenos tremores de terra, com a acomodação de placas.

Segundo Cortez (2004), o principal fator da redução pluviométrica nas áreas de recarga (cabeceiras) dos rios, é o desmatamento. E cita o rio São Francisco como exemplo, afirmando que o desmatamento de sua cabeceira e afluentes foram responsáveis por rebaixar o seu nível, assorear o seu leito e causar a salinização de sua foz.

O impacto socioambiental causado pelo aumento da exploração do meio, em função da necessidade de geração de energia, vem sendo motivo de preocupação constante dos estudiosos que procuram descobrir formas de amenizá-lo, uma vez que a energia hidrelétrica é uma fonte renovável e indispensável ao desenvolvimento do país.

2.3 Avaliação de Impactos Ambientais

Os impactos ambientais gerados pela obtenção de energia interferem enormemente no desenvolvimento sustentável, e o entendimento deles se faz primordial para a análise de implantação de projetos e planejamentos energéticos. (INATOMI; UDAETA, 2005).

Todos os empreendimentos que causem significativas interferências ao meio ambiente devem se submeter ao licenciamento ambiental, junto a órgão competente, desde as etapas iniciais de seu planejamento e instalação até à efetiva operação. Seus projetos devem ser estudados e analisados, para que os impactos socioambientais sejam

minimizados. Para a implantação de uma usina hidrelétrica, em qualquer lugar do mundo, vários estudos são necessários, e um dos principais estudos a serem feitos antes da construção é o estudo de impactos ambientais.

Para se determinar os impactos é necessário definir a natureza geral do projeto sobre a área de influência do mesmo (inundação, mudança de regime hidrológico etc), sendo também fundamental identificar os tipos específicos de ecossistemas que serão afetados. O barramento de um rio implica em uma mudança muito grande. (PEREZ, 1992).

Empreendimentos com potencial de geração de impactos ambientais significativos, como hidrelétricas, devem elaborar Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), conforme regem normas específicas: Política Nacional de Meio Ambiente, Constituição Federal do Brasil e Resoluções do CONAMA nº 01/86 e nº 237/97.

Para avaliar os impactos de implantação de hidrelétricas sobre a fauna da região é necessário conhecimento sobre espécies e costumes, rotas migratórias e reprodutivas, identificação das áreas de maior produtividade pesqueira, entre outros elementos ligados à peculiaridade local. Para avaliar os impactos sobre a cobertura vegetal e uso do solo na bacia, são necessários mapeamentos das fitoformações naturais da bacia com auxílio de sensoriamento remoto e recursos cartográficos, enquanto que para a avaliação dos impactos sobre o ecossistema, é necessária sua caracterização, avaliando-se espécies importantes na manutenção da diversidade biológica ou em extinção, e a capacidade da área para manter espécies da fauna e o nível geral de insularização da cobertura vegetal nativa (SOUZA, 2000).

2.4 UHE a fio d'água

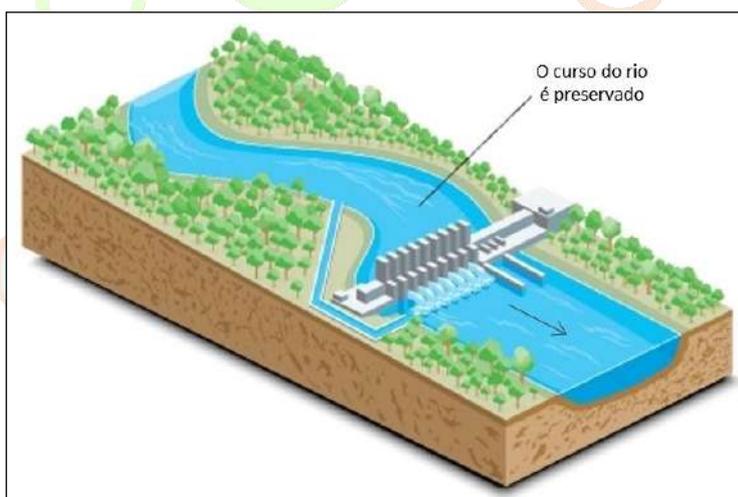
Usinas a fio d'água são hidrelétricas que operam sem um reservatório de volume significativo para o armazenamento de água. No Brasil, existe hoje muitas dessas unidades em funcionamento. É uma necessidade do planejamento elétrico nacional, definir a melhor maneira de aproveitar e estabelecer prioridades em seu cronograma de obras e possíveis alterações em projetos em andamento (SANT'ANNA; LINS, 1998).

Nas usinas com reservatório, ocorre a regularização do rio, ou seja, durante os períodos de cheia, além do fluxo da água utilizada para a produção de energia, ocorre acúmulo de água no reservatório. Nas usinas a fio d'água o reservatório tem dimensão

reduzida, insuficiente para permitir a regularização do rio, ou seja, a produção de energia é inconstante e depende da variação da vazão do rio. Nos períodos de cheia a usina produz muita energia e nos períodos de seca a produção é reduzida, isso quer dizer que a produção de energia é inconstante e a usina apresenta um baixo fator de capacidade.

Essa é a principal característica que a diferencia do sistema tradicional, ou seja, a tecnologia fio d'água não exige a formação de uma grande represa, como nas hidrelétricas tradicionais (Figura 2). O volume de água vindo das chuvas na cabeceira dos rios passa pelas turbinas gerando energia, e o que excede escapa pelo vertedouro, que são mantidos sempre abertos. Em termos ecológicos, essa tecnologia representa um importante passo à frente. O barramento do rio pela construção da usina forma, sim, um reservatório, porém muito menor que as represas tradicionais que armazenam água para o período de seca (LINS, 2015).

Figura 2 - Exemplo de UHE a fio d'água.



Fonte: Usina Baixo Iguaçu (2014).

A maior vantagem deste tipo de hidrelétrica está na redução dessas áreas alagadas o que, por consequência, reduz o desmatamento e protege a fauna, com o intuito de preservar o meio ambiente. A maior desvantagem é a menor geração de energia ao longo do ano, fora da estação de chuvas, já que o armazenamento de energia limpa em forma de água é muito menor que nas grandes barragens (KARDEC, 2014).

3. METODOLOGIA

O foco principal do trabalho foi realizar uma observação participante, aliada à pesquisa bibliográfica e análise documental, com o intuito de identificar as principais

consequências socioambientais decorrentes da instalação da UHE Santo Antônio, no Município de Laranjal do Jari, estado do Amapá.

3.1 Caracterização do universo de estudo

A pesquisa foi realizada nos limites do município de Laranjal do Jarí, localizado na região sul do estado do Amapá, distante da capital do Estado cerca de 265 quilômetros, pela BR-156. Laranjal do Jarí faz fronteira com os municípios amapaenses de Mazagão, Pedra Branca do Amapari e Oiapoque; com o estado do Pará e ainda com o Suriname e Guiana Francesa.

Os locais de estudo foram as comunidades Padaria, Santo Antônio da Cachoeira e Iratapuru, situadas à margem esquerda do rio Jarí, no município de Laranjal do Jarí (AP), como mostra a figura 3. Estas comunidades foram selecionadas por serem aquelas que foram afetadas diretamente pela implantação do empreendimento.

Figura 3 - Localização das comunidades em relação à UHE Santo Antônio.



Fonte: Lins (2015).

O Setor Santo Antônio da Cachoeira/Padaria compreende as duas maiores comunidades que dão nome ao referido setor, constituindo-se em núcleos ribeirinhos do rio Jarí, os quais, em suas particularidades, dispõem de escolas, posto de saúde, templo religioso, pequeno comércio e espaço para reuniões comunitárias (IEPA, 2004).

A comunidade de Santo Antônio da Cachoeira, situada no entorno da cachoeira do mesmo nome, tem sua origem ligada à colonização portuguesa através da expansão

missionária dos padres capuchos. Sua relevância está ligada também à cachoeira de Santo Antônio, que representa um significativo ponto turístico do Estado. (IEPA, 2004).

A comunidade de Padaria está situada a jusante da localidade anterior (Comunidade Cachoeira), e também se situa como parte importante da história da colonização portuguesa da região, onde fora um dos principais entrepostos comerciais da época. (IEPA, 2004).

A comunidade tradicional do Iratapuru, formada por famílias descendentes de migrantes nordestinos atraídos pela exploração da castanha no início do século XX, foi fundada oficialmente em 1991, as famílias possuem fortes relações de parentesco e sempre mantiveram tradições, ritos e relação direta com a floresta e o rio (CAMPOS; MENDONÇA; CAMPOS, 2018).

A comunidade situa-se dentro de uma reserva de desenvolvimento sustentável (RDS), cuja área total, além de fazer parte do município de Laranjal do Jarí, se estende também pelos municípios de Mazagão e Pedra Branca do Amapari, no Amapá.

3.2 Trabalhos de campo

Em princípio, optou-se por fazer uma descrição básica do funcionamento e características técnicas básicas da UHE Santo Antônio. Para a obtenção dos dados, foi promovida uma visita técnica na UHE, associada à realização de entrevistas com técnicos da usina, seguindo um roteiro básico de perguntas, aplicadas de acordo com a função ocupada pelo entrevistado. Além disso, foram realizadas consultas detalhadas nas ferramentas do site do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), onde foram obtidas diversas informações referentes à geração da usina, desde sua implantação.

Para realizar essa visita técnica, foi necessário efetuar deslocamento por via fluvial, desde a sede do município de Laranjal do Jari até à UHE, subindo o rio Jari por cerca de uma hora, sendo o retorno, da mesma forma, descendo o rio até o cais de Laranjal do Jari.

A próxima etapa constituiu do contato direto com os moradores das comunidades; para isso, foi feita visita a cada um dos locais de estudo para conversar com os moradores e aplicar o questionário, de modo a verificar a percepção dos mesmos com relação aos impactos causados pela implantação da hidrelétrica.

O deslocamento da cidade de Laranjal do Jari até Cachoeira e Padaria ocorreu por via fluvial, entretanto existe a possibilidade de se fazer por via terrestre. O acesso à

comunidade Iratapuru ocorreu a partir de Cachoeira, uma vez que o acesso àquela comunidade se dá exclusivamente por via fluvial. Percorreu-se, caminhando, cerca de 2 km da comunidade Cachoeira até o porto de saída para Iratapuru. A partir daí, o percurso foi feito por via fluvial, durando cerca de uma hora.

Na execução da pesquisa *in loco* nas três comunidades de estudo, foram realizadas visitas e entrevistas com os moradores, envolvendo cerca de 70% das famílias que residem nessas localidades. Foi utilizado um questionário semiestruturado para obter as informações referentes aos aspectos socioambientais decorrentes da implantação da usina.

4. RESULTADOS

4.1 Dados técnicos sobre a UHE Santo Antônio do Rio Jari

A hidrelétrica Santo Antônio está instalada no Rio Jari, na divisa dos estados do Pará e Amapá (Figura 3), entre os municípios de Almeirim (PA) e Laranjal do Jari (AP). O projeto contempla uma linha de transmissão própria de cerca de 20 quilômetros que interliga o Amapá ao Sistema Nacional, através do circuito Tucuruí-Macapá-Manaus. No total, são 47 torres, percorrendo a distância de 19,6 quilômetros da UHE até Laranjal do Jari. (INESC, 2017).

Esta UHE utiliza a tecnologia a fio d'água e aproveita a queda natural do rio Jari, onde se formam cachoeiras com cerca de 10 m de altura, e possui cerca de 373 MW de potência instalada. No quadro 1 apresentam-se alguns dados técnicos da UHE Santo Antônio do Jari.

Quadro 1 - Dados técnicos da usina.

Dados Técnicos – UHE Santo Antônio do Jari	
Potência instalada	373,4 MW
Número/tipo de turbinas	4 turbinas Kaplan (3 na casa de força principal + 1 na secundária)
Interligação	Linha de transmissão de 230 kV com 20 km, interligando a usina com a SE de Laranjal do Jari (AP)
Comprimento da barragem/vertedouro	1.300m/1.500m
Área total do reservatório	31,7 km ²
Extensão do reservatório	28 km de comprimento
Volume de água no reservatório	133,39 milhões de m ³
Profundidade média	9,5 m
Vazão do vertedouro	9.593 m ³ /s

Projeto Básico Ambiental	Implementação de 38 programas ambientais nos meios físico, biótico e socioeconômico.
---------------------------------	--

Fonte: EDP Brasil (2018).

O vertedouro da usina, com 1.500 m, é um dos maiores do mundo em extensão. A hidrelétrica é a primeira do país nos moldes do conceito “usina-plataforma”, inspirado nas plataformas petrolíferas, onde não há impacto ambiental significativo no entorno do empreendimento, após sua construção (CESBE, 2020).

Fazendo um comparativo entre as UHE’s Santo Antônio do Jari, Santo Antônio do Madeira e Balbina, temos os dados do quadro 2 mostrando que a área do reservatório da usina em estudo é muito menor que a das demais usinas, especialmente Balbina se comparar área *versus* potência instalada. Cabe ressaltar que Balbina é uma UHE nos moldes tradicionais, enquanto que as outras duas usam a tecnologia a fio d’água.

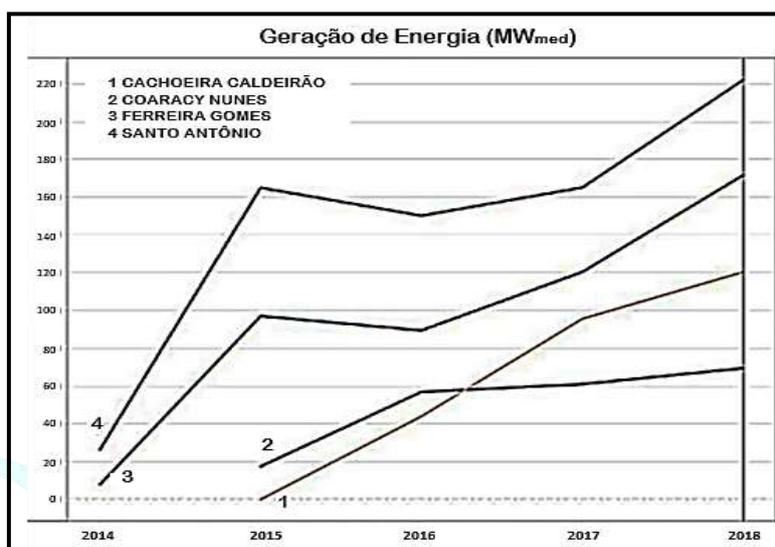
Quadro 2 - Dados técnicos comparativos das usinas.

Usina	Área do reservatório (ha)	Potência instalada (MW)	Área/MW gerado (ha)
Santo Antônio do Jari	3.170	370	8,5
Santo Antônio do Madeira	34.500	3.568	9,66
Balbina	236.000	250	944,00

Fonte: Lins (2015).

O Amapá possui quatro UHEs instaladas em seu território, três delas estão localizadas no rio Araguari e somente uma no rio Jari. Dentre elas, a UHE de Santo Antônio do Jari se destaca por possuir maior potencial gerador instalado, uma vez que o rio Jari possui quase 1.000 km de extensão e sua bacia compreende uma área de 60 mil km², em contrapartida o rio Araguari possui cerca de 320 km de extensão e uma bacia com área de 42 mil km². Para fazer um comparativo, mostra-se no gráfico 1 a geração de todas elas entre 2014 e 2018.

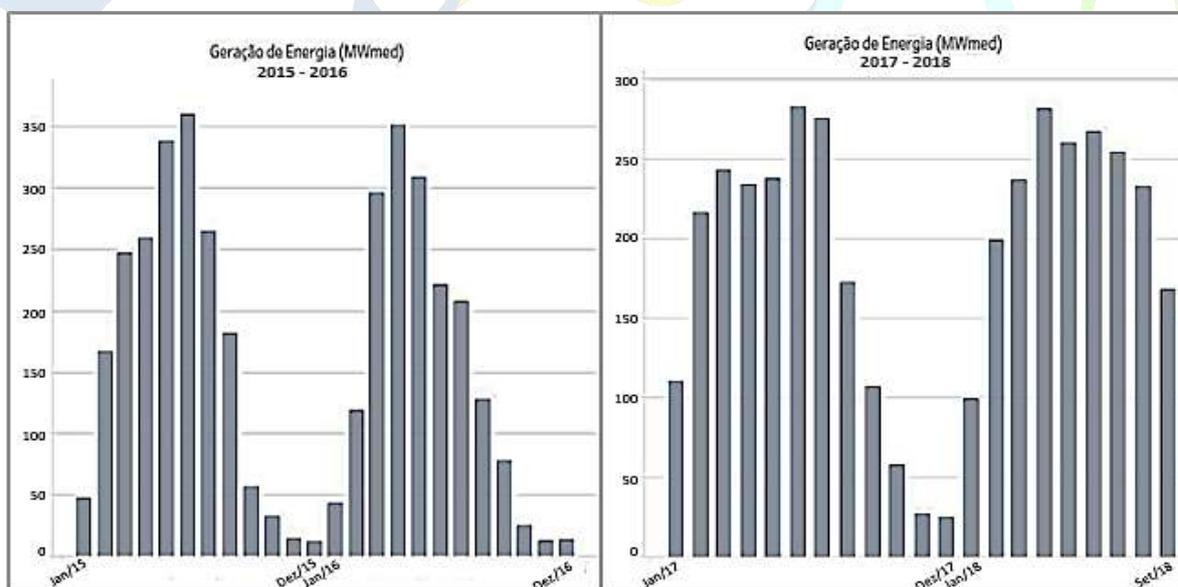
Gráfico 1 - Dados de geração das usinas hidrelétricas do Amapá.



Fonte: Adaptado de <http://ons.org.br>.

O gráfico 2 apresenta a geração mensal da UHE Santo Antônio do Rio Jarí nos anos de 2015 a 2018, de modo que se possa observar a variação de energia gerada, em função da sazonalidade da região e a consequente alteração do volume de água nos rios.

Gráfico 2 - Dados de geração mensal dos anos 2015 a 2018 da UHE Santo Antônio do rio Jarí.



Fonte: Adaptado de <http://ons.org.br>.

Devido à zona equatorial em que se encontra a UHE, tem-se um período chuvoso (geralmente de dezembro a julho) e um período seco (que compreende de agosto até dezembro). Observa-se que no período de chuva a geração de energia é maior, enquanto que diminui no período da estiagem, uma vez que a usina opera a fio d'água e seu potencial de geração depende da vazão do rio.

4.2 Percepção socioambiental

Serão, aqui, apresentadas as informações obtidas através das visitas, entrevistas, conversas e que representam a percepção dos moradores das comunidades escolhidas para servirem de campo de estudo para este trabalho.

Os municípios atingidos pela construção e implantação da UHE Santo Antônio foram Laranjal do Jari (AP), Mazagão (AP) e Almeirim (PA). Quanto às famílias ribeirinhas diretamente afetadas estão os moradores das vilas de Iratapuru, São Francisco, São José, Santo Antônio e Padaria, bem como as ocupações ribeirinhas presentes na área de inundação e no trecho posterior à barragem (no sentido do rio Jari) até às zonas urbanas de Laranjal do Jari (AP) e de Monte Dourado (Distrito de Almeirim - PA).

Santo Antônio da Cachoeira é a comunidade mais próxima da UHE e, conseqüentemente, a mais afetada. As famílias tinham, antes da construção da UHE, uma economia baseada na extração e venda de açaí e castanha-do-brasil e pesca familiar, porém, segundo os relatos dos moradores, durante a construção da usina essas atividades tornaram-se mais difíceis de serem realizadas.

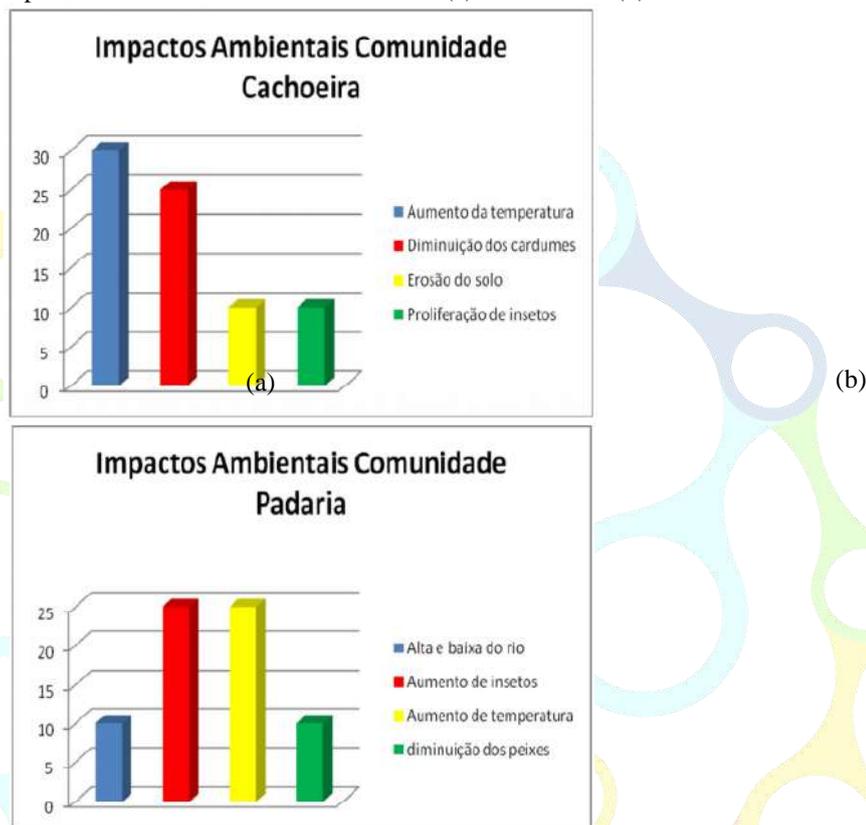
A economia da região de Cachoeira e Padaria sempre foi baseada principalmente na extração da castanha, e com a implementação da hidrelétrica, a mesma praticamente não foi afetada, tendo em vista que as áreas alagadas pelo reservatório não atingiram as áreas de extração da castanha. Porém, houve mudanças significativas nas duas outras fontes de renda das comunidades: a extração do açaí e a pesca.

Segundo os relatos dos moradores, a extração do açaí parou de existir nessas duas comunidades, pois a ilha que existia próxima as comunidades, e que era a fonte de extração do fruto, foi submersa pelo rio durante as obras da barragem, levando os moradores a se deslocarem até à cidade para obter seu alimento.

A pesca também foi prejudicada, tendo em vista a mortandade dos peixes ocorrida durante a construção da usina, fazendo com que algumas espécies antes encontradas em grandes cardumes, fossem diminuindo com o passar do tempo. Outro fator que contribuiu para a diminuição da atividade pesqueira foi a realocação dos peixes. Segundo os moradores, os peixes foram realocados em sua grande maioria para uma região abaixo da hidrelétrica, porém isso fez com que pessoas fora das comunidades, os chamados “marisqueiros”, buscassem a região para a pesca, com o intuito de venda dos peixes e não o de subsistência, fazendo também com que diminuísse a quantidade de peixes na região.

Em ambas as comunidades, todos os entrevistados perceberam significativas mudanças em vários quesitos ambientais como: aumento da temperatura; aumento de insetos; erosão do solo na frente da comunidade; diminuição dos cardumes; proliferação de insetos; e alta e baixa do rio ao extremo. O gráfico 3 apresenta os itens mais citados pelos moradores das comunidades de (a) Cachoeira e (b) Padaria.

Gráfico 3 - Impactos ambientais nas comunidades de (a) Cachoeira e (b) Padaria.



Fonte: Leão e Pagno (2018).

A comunidade de Iratapuru está situada em uma RDS que é um dos principais polos de extração da castanha-do-brasil do Estado. A vila dispõe de escola, igrejas, quadra esportiva e as famílias vivem em casas que foram construídas pela construtora da UHE, já que a antiga vila teve seu território alagado.

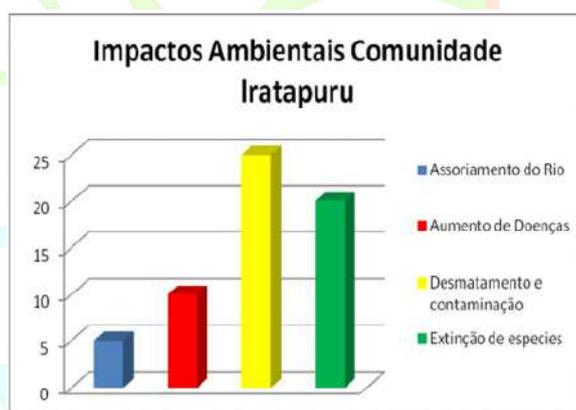
Das comunidades visitadas, é aquela que possui melhor estruturação em termos de organização das casas, do sistema de esgoto e da parte energética. Antes da implantação da usina, a comunidade era formada por construções antigas, basicamente palafitas à beira do rio Jari, sem nenhuma estrutura ou saneamento básico e, com isso, uma das medidas compensatórias foi a construção de uma nova vila com moradias de alvenaria para a comunidade, tendo em vista que a antiga seria afetada diretamente pela formação do reservatório da usina.

Na comunidade existe uma forte cooperativa que comercializa os produtos do extrativismo, essa mesma liderança participou de diversas reuniões antes da implantação da UHE e conseguiu diversas medidas compensatórias para a vila. Segundo as informações dos moradores, as duas outras comunidades não possuem cooperativa ou associação que os represente.

Como nas duas comunidades anteriores, a pesca também foi prejudicada, tendo em vista a mortandade dos peixes e o próprio desaparecimento das espécies no decorrer do processo.

Na questão de meio ambiente, todos os entrevistados perceberam significativas mudanças em vários quesitos como: desmatamento e contaminação do meio ambiente; extinção de algumas espécies de animais; assoreamento do rio; aumento de doenças como malária, dengue e tifo. O gráfico 4 apresenta o quantitativo das percepções dos moradores.

Gráfico 4 - Impactos ambientais na comunidade Iratapuru.



Fonte: Leão e Pagno (2018).

Como medida compensatória a construtora da hidrelétrica instalou sistemas fotovoltaicos nas três comunidades, visando fornecer energia elétrica 24 horas, porém, os sistemas entraram em operação e duraram pouco tempo em funcionamento. Segundo os moradores, a empresa fez a instalação do sistema e não capacitou nenhum morador para fazer as manutenções necessárias. A figura 4 mostra uma visão do sistema padrão instalado para a geração de eletricidade naquelas localidades.

Figura 4 - Sistema fotovoltaico instalado na Comunidade Cachoeira.



Fonte: Leão e Pagno (2018).

Segundo relatos à época da pesquisa, a única fonte de energia que as comunidades dispunham, eram geradores a diesel que, no caso das comunidades Cachoeira e Padaria, foram doados por outra empresa que atua no município. Na figura 5 pode-se observar o gerador instalado na localidade Cachoeira que, de acordo com os moradores, seu funcionamento depende da disponibilidade do combustível por parte da prefeitura e do governo estadual.

Figura 5 - Gerador diesel instalado na Comunidade Cachoeira.



Fonte: Leão e Pagno (2018).

Perguntados sobre o nível de satisfação depois da construção da UHE, 100% dos entrevistados mostraram-se insatisfeitos, devido às medidas compensatórias não terem sido cumpridas de forma integral.

5. CONCLUSÃO

A geração de energia através da hidrelétrica instalada no rio Jari é mais uma opção vantajosa para produção de energia no país e de grande importância para o estado do Amapá. Embora a tecnologia a fio d'água seja capaz de reduzir drasticamente a área do reservatório, aproveitando o curso do rio e sua vazão como forma de geração, os impactos causados ainda são de grande proporção socioambiental para as comunidades ribeirinhas próximas à construção e que tem seu estilo de vida ligado ao ambiente no entorno da usina.

Os resultados obtidos mostram um nível de total descontentamento dos moradores quanto à construção da UHE, principalmente no que se diz respeito às medidas compensatórias, entre as quais destaca-se a insatisfação com a questão energética, pois foi firmado acordo de que as comunidades teriam energia 24 horas, o que era a maior expectativa dos ribeirinhos com a implantação da mesma, fato que se tornou a maior decepção, uma vez que o sistema de geração de eletricidade destinado para essas comunidades não foi capaz de manter o combinado.

Constatou-se que, além da questão energética, as principais reclamações ligadas à construção da usina, foram os impactos ambientais que a mesma trouxe, aumentando a quantidade de insetos, o assoreamento do rio, aumento de temperatura e mortalidade de peixes.

Por ocasião da finalização da pesquisa, em 2018, houve a informação de que o Ministério Público, Federal e Estadual, viabilizaram um acordo com a empresa responsável pela usina, para garantir energia elétrica nas comunidades afetadas. Hoje, sabe-se que Cachoeira e Padaria estão com energia 24 horas, interligadas através da rede elétrica da cidade de Laranjal do Jari. Iratapuru continua com alimentação à diesel.

6. REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: ANEEL, 2008.

CAMARA, L. R. A. et al. Qualidade de vida e percepção ambiental dos moradores de comunidades rurais em São Luís (MA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 263-274, 2019.

CAMPOS, K. F. S.; MENDONÇA, M. R.; CAMPOS, V. B.; Território (des)conhecido nas águas do rio Jari: os efeitos da usina hidrelétrica de Santo Antonio do Jari na

comunidade tradicional do Iratapuru/AP. **InterEspaço**, Grajaú (MA), v. 4, n. 12, p. 120-134, jan. 2018.

CESBE. Engenharia e Empreendimentos. **UHE Santo Antônio do Jari**. 2020. Disponível em: <http://www.cesbe.com.br/obras/uhe-santo-antonio-do-jari/>. Acesso em: 04 fev. 2021.

CORTEZ, H. **Aquecimento global e água**. 2004. Série Consciência e Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.camaradecultura.org/livro-f.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

DENOSSO, G. S.; ICHIKAWA, E. Y. Construção de uma usina hidrelétrica e a reconfiguração das identidades dos ribeirinhos: um estudo em saltos Caxias, Paraná. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 3, p. 97-114, jul./set. 2014.

EDP BRASIL. **Jari: a usina**. 2018. Disponível em: <https://www.edpjari.com.br/pt-br/usina>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras. **Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas**. 2000. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Manuais-e-Diretrizes-para-Estudos-e-Projetos.aspx>. Acesso em: 20 mar. 2018.

FAGGIONATO, S. **Percepção ambiental**. 2009. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br>. Acesso em: 22 jan. 2018.

IEPA. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. **Laranjal do Jari: realidades que devem ser conhecidas**. Coordenação: Benedito Vitor Rabelo. Macapá: IEPA, 2004.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado dos recursos**. São Paulo: USP, 2005.

INESC. Instituto de Estudos Socioeconômicos. **Banco de dados: hidrelétricas da Amazônia**. 2017. Disponível em: <http://amazonia.inesc.org.br/banco-de-dados-hidreletricas-na-amazonia/santo-antonio-do-jari/>. Acesso em: 12 out. 2018.

KARDEC, A. **Hidrelétricas a fio d'água e a questão ambiental: um tiro no pé**. 2014. Disponível em: <https://www.bloglogistica.com.br/mercado/hidreletricas-fio-dagua-e-questao-ambiental-um-tiro-pe/>. Acesso em: 24 mar. 2018.

LEÃO, L. R.; PAGNO, R. **Funcionamento de uma usina hidrelétrica a fio d'água: um estudo de caso sobre a hidrelétrica de Santo Antônio no rio Jari**. 2018. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2018.

LEITE, M. A. Impacto Ambiental das Usinas Hidrelétricas. In: SEMANA DO MEIO AMBIENTE, 4., 2005, Ilha Solteira. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2005.

LINS, C. **O rio Jari no curso da história**. Rio de Janeiro: Daudt Design, 2015.

MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Percepção ambiental de jovens e adultos de uma escola municipal de ensino fundamental. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 3, 2009.

ORTIZ, L. S. **Energias renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural**. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil, 2005.

PEREZ, G. H. **Fundamentos de Limnologia Neotropical**. Bogotá: Universidade de Antioquia, 1992.

REBOLLAR, P. B. M.; GUERRA, J. B. S. O. A.; YOUSSEF, A. Y. **Energias renováveis: energia hídrica**. Palhoça (SC): UNISUL, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259867953>. Acesso em: 09 out. 2018.

SANT'ANNA, L. A. F. P.; LINS, M. E. Análise da eficiência de hidrelétricas a fio d'água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 30., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SOBRAPO, 1998.

SHREIBER, G. P. **Usinas Hidrelétricas**. São Paulo: Edgard Blücher; Rio de Janeiro: Engevix, 1977.

SOUZA, W. L. **Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens**. Rio de Janeiro. COPPE/UFRJ, 2000.

USINA BAIXO IGUAÇU. **Usinas hidrelétricas a fio d'água**. 2014. Disponível em: <http://usinabaixoiguacu.blogspot.com/2014/02/usinas-hidreletricas-fio-dagua.html>. Acesso em 08 fev. 2021.

AUTORES:

Rafaela Pagno: Engenheira Eletricista. Engenheira de Produção. Especialista em Segurança do Trabalho. Engenheira da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura do Município de Laranjal do Jari (AP). Email: rafaela_pagno@hotmail.com.

Leandro Rios Leão: Engenheiro Eletricista. MBA em Gestão de Sistemas Elétricos. Professor da rede privada de ensino do Amapá. Email: leandroriosleao@hotmail.com.

José Reinaldo Cardoso Nery: Engenheiro Eletricista. Doutor em Geociências pela UNESP-SP. Professor do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá. Email: jrnery@unifap.br.

Capítulo 7

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA INSERÇÃO DE UM RELIGADOR DE SUBESTAÇÃO NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO ALIMENTADOR FAB, LOCALIZADO NA AVENIDA FAB, NO CENTRO DE MACAPÁ

DOI: 10.29327/555997.1-7

Ailton Macedo Costa
Davi Gonçalves Andrade
Werbeston Douglas de Oliveira

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA INSERÇÃO DE UM RELIGADOR DE SUBESTAÇÃO NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO ALIMENTADOR FAB, LOCALIZADO NA AVENIDA FAB, NO CENTRO DE MACAPÁ

Ailton Macedo Costa

Davi Gonçalves Andrade

Werboston Douglas de Oliveira

RESUMO

Este trabalho analisa a viabilidade da instalação de um religador de subestação no alimentador FAB, localizada na Avenida FAB do bairro central da cidade de Macapá. O estudo visa mostrar o processo de modelagem da rede e o dimensionamento do religador a partir de dados reais fornecidos pela equipe de distribuição de energia da Companhia de eletricidade do Amapá (CEA). Este estudo demonstra a possibilidade de coordenação entre o religador dimensionado e os elos fusíveis de proteção utilizados nesta rede de média tensão.

Palavras-chaves: Proteção de sistemas elétricos, distribuição de energia, religador.

1. INTRODUÇÃO

A função da rede de distribuição elétrica é levar a energia do sistema de transmissão até os consumidores por meio de duas redes, a primária e a secundária (KAGAN, 2010). Em Macapá, capital do Amapá, o alimentador de distribuição primária que sai da subestação da Eletronorte em direção à Avenida FAB possui tensão nominal de 13,8 kV, que por meio de transformadores, tem sua tensão rebaixada para suprir as cargas de baixa tensão (220V/127V). A nova tensão fornecida na rede secundária é usada para alimentar os consumidores finais, como os residenciais e comerciais. Esta rede funciona na condição radial. Segundo Mamede (2013) e conforme a NBR 14039 em todo alimentador radial que se origina de um barramento de uma subestação de distribuição é necessário que exista um equipamento de proteção. Em uma rede de distribuição radial, este dispositivo de proteção pode ser:

- Um disjuntor sob o comando de relés de sobrecorrente.
- Um disjuntor sob o comando de relés de sobrecorrente e um relé de religamento.
- Religador provido de transformadores de corrente e relés de sobrecorrente.
- Um religador dotado de transformadores de corrente que é constituído de controle eletrônico com capacidade de realizar todas as funções de religamento.

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da instalação de um religador na subestação que alimenta a Avenida FAB, localizada no centro de Macapá. Esse religador contaria com transformadores de corrente e também relés de fase e neutro (50/51 – 50N/ 51N - 79). Consequentemente, será analisado também a coordenação desse religador com elos fusíveis dos ramais de distribuição.

2. FALHAS QUE OCORREM EM UM SISTEMA DE ENERGIA

Nos sistemas de energia elétrica ocorrem, com certa frequência, falhas de funcionamento. Esse tipo de problema faz com que os dispositivos de proteção atuem, interrompendo, temporariamente o fornecimento de energia para a área afetada. A duração desta interrupção dependerá do tipo de falha e de qual dispositivo de proteção irá atuar. O curto-circuito é um exemplo de falha (FUJIO, 2015).

Existem outros tipos de falhas também, como: sobrecargas, subtensões e sobretensões. Essas outras adversidades também prejudicam bastante o sistema elétrico e seus consumidores, pois prejudicam a qualidade da energia. Todas essas adversidades citadas podem ter diferentes origens. Se os sistemas de proteção forem bem elaborados, essas falhas serão rapidamente dissipadas. Caso contrário, trará graves consequências à concessionária e ao consumidor (PARADELO, 2006).

Sobrecorrente é o tipo de falha que ocorre com mais frequência no sistema elétrico. Nós podemos classificar as sobrecorrentes em sobrecargas e curtos-circuitos. Uma sobrecarga surge quando a corrente que flui em um sistema está acima da corrente normal do circuito. Entretanto, essa variação de corrente é moderada. Muitas vezes é necessário que o sistema permita uma sobrecarga temporária, já que ela costuma ser uma das características de certos sistemas, como é o caso da partida de motores elétricos de indução que tem a corrente de partida superior à sua corrente nominal.

Segundo Mamede (2013), 86% das faltas em redes de distribuição são de característica transitória, embora existam outros tipos de falhas nos sistemas elétricos, as principais são: sobrecorrentes (sobrecargas e curto-circuitos), subtensões e sobretensões.

A interrupção da energia, devido a uma falta, causa grandes impactos, tais como: prejuízo financeiro à concessionária, pois enquanto houver a interrupção, ela não estará vendendo energia; prejuízos aos consumidores que não terão energia, temporariamente, para atender sua rotina diária; danos às atividades comerciais e industriais (ELETROBRÁS, 1982).

3. PROTEÇÃO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

O objetivo de um sistema de proteção é desconectar a região do sistema elétrico que foi submetida a uma falha que prejudica a qualidade da energia. De acordo com Mamede (2013), os principais equipamentos de proteção utilizados em sistemas de distribuição são chaves fusíveis, religadores e disjuntores comandados por relés (proteção de alimentadores de distribuição).

A chave fusível é usada para proteger os sistemas de distribuição de sobrecorrentes. Ele protege o sistema através da fusão do elo fusível, quando este é percorrido por uma corrente elétrica que está acima de sua corrente nominal (MAMEDE, 2013).

A função do disjuntor é proteger um circuito elétrico de certas adversidades, como sobrecargas e curto-circuito. Ele realiza essa proteção através da abertura do circuito quando este é afetado por essas anomalias. Depois desse procedimento, ele é usado para restabelecer o circuito. Em uma rede de distribuição, o disjuntor não deverá ser utilizado de forma isolada, pois, ele, sozinho, não tem a capacidade de monitorar grandezas elétricas. Ou seja, ao instalar esse equipamento na rede, sem outro dispositivo (relé de proteção) conectado nele, para monitorar as grandezas da rede, como correntes, tensões, etc., o disjuntor fica inativo. Portanto, quando ele estiver sujeito a uma adversidade na rede, como sobrecarga ou curto-circuito, ele não efetuará a devida interrupção do circuito afetado (PARADELO, 2006).

O disjuntor de entrada deverá ser manobrado por relé secundário de proteção digital multifuncional exclusivo, totalmente independente das demais proteções de outros equipamentos e sistemas do acessante, inclusive seus geradores (FERREIRA, 2011).

Conforme a norma IEC 60255-3 o tempo de operação de um relé de sobrecorrente é dado por:

$$T(s) = \frac{TDS \times \beta}{\left(\frac{I_{op}}{I_{aj}}\right)^\alpha - 1} \quad \text{Equação - 1}$$

Onde:

T: Tempo de operação, em segundos

TDS: Dial de tempo, em segundos

I_{op} : Corrente de fase, em pu

I_{aj} : Corrente de ajuste

α e β são constantes.

Os valores de α e β definem os diferentes tipos de curva tempo x corrente. Seus valores estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de curva com relação aos valores de α e β

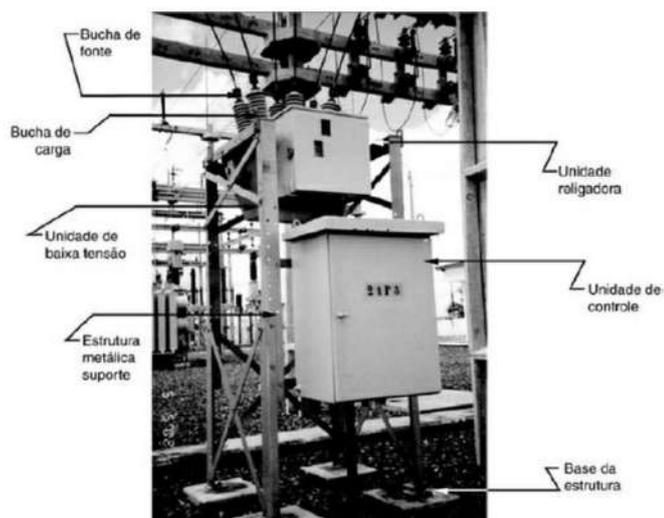
Descrição da curva	α	β
Extremamente Inversa	2	80
Muito Inversa	1	13,5
Normalmente Inversa	0,02	0,14

Fonte: IEC 60255-3 (1989).

Um religador é um equipamento amplamente utilizado em sistemas aéreos de distribuição primária, executando as funções de abertura do circuito quando a corrente passante superar o valor ajustado dentro de uma característica de tempo em função da corrente e, também, efetuar o fechamento automático do mesmo segundo uma sequência de operações previamente ajustada (PARADELO, 2006).

Existem algumas diferenças básicas entre disjuntores e religadores de subestação. Os disjuntores normalmente são fornecidos sem transformadores de corrente, sem os circuitos de controle e dispositivos de proteção integrados. Já os religadores são fornecidos com transformadores de corrente ou sensores de corrente, com sistemas de controle e dispositivos de proteção, todos incorporados numa só unidade (MAMEDE, 2013). A (Figura 1) exibe um religador de subestação e seus componentes.

Figura 1 - Religador de Subestação



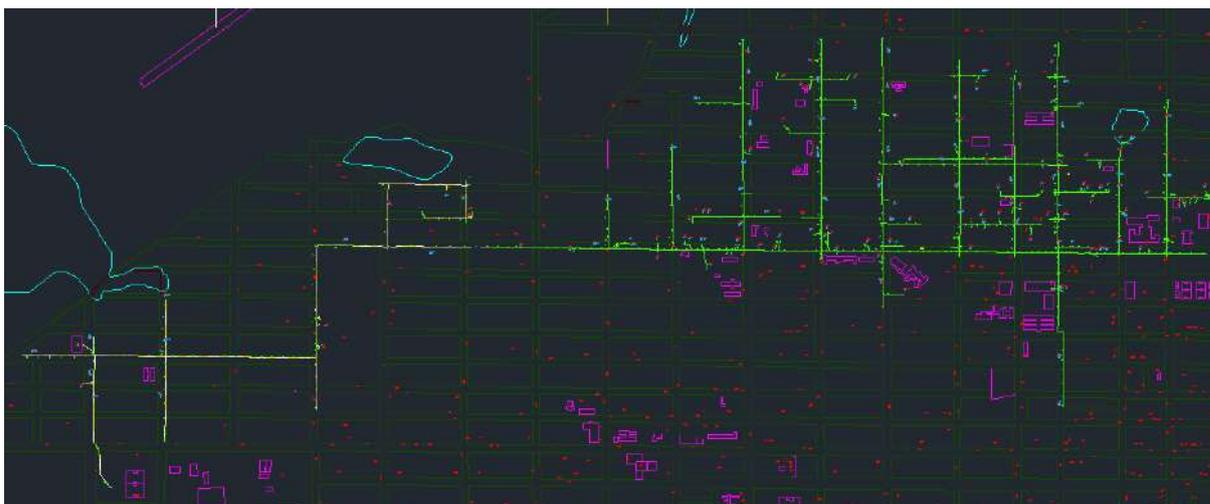
Fonte: Mamede (2013).

4. REDE DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZADA NOS ESTUDOS DE PROTEÇÃO

O estudo de coordenação de proteção de um sistema radial requer o uso de considerável quantidade de informações relacionadas ao sistema de alimentação, subestação, alimentadores, cargas, e dispositivos de proteção (ANDERSON, 1999). Este trabalho propõe a utilização dos critérios de proteção normatizados para o estudo da viabilidade da inserção de dispositivos de proteção com função de religamento automático.

A rede utilizada para o estudo é denominado alimentador FAB. É um alimentador da Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA), localizado no bairro central de Macapá. Este alimentador tem sido utilizado para estudos em uma parceria da Universidade Federal do Pará (UFPA) e o setor de pesquisa e desenvolvimento da CEA. Na (figura 2), é exibido o diagrama unifilar do alimentador FAB exportado em extensão DWG do sistema de gestão de distribuição da CEA.

Figura 2 - Alimentador FAB

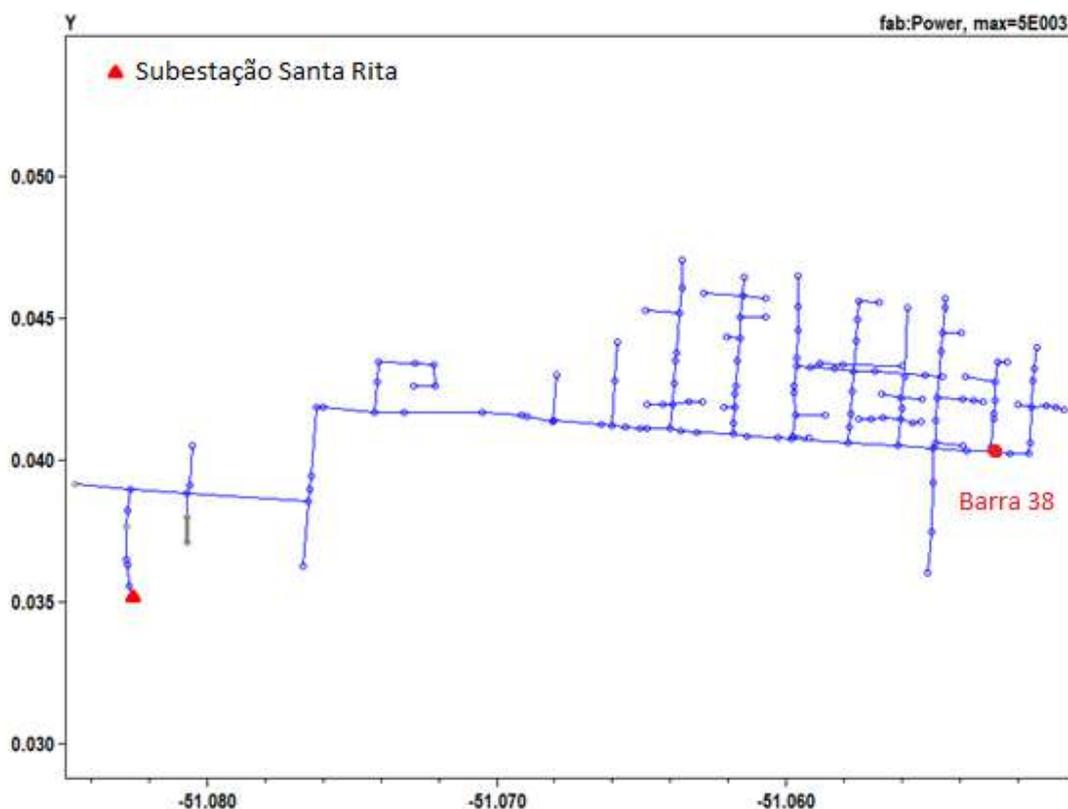


Fonte: CEA.

Para realizar esta simulação, a rede foi modelada de forma a reduzir de 771 barras, como originalmente foi fornecida pela distribuidora, para um total de 280 barras, sendo 40 barras em seu tronco principal e 240 em seus ramais. Mantendo assim, todas as características dos seus elementos, subestações, cargas, condutores elétricos e seus comprimentos, etc.

O software Open Distribution System Simulator (OpenDSS) é uma ferramenta abrangente de simulação de sistemas elétricos para sistemas de distribuição de energia elétrica. Esta ferramenta pode ser utilizada para cálculos de fluxo de potência, curto-circuito, estudos de planejamentos probabilísticos entre outras funções relacionadas a distribuição de energia. Neste estudo o OpenDSS foi utilizado principalmente para determinar as correntes do alimentador no tronco e ramais e calcular as faltas trifásicas, bifásicas e monofásicas nos pontos de relevância para o estudo de proteção. A sua função de plotagem da rede torna mais prática a aquisição dos dados necessários. Na (Figura 3) é exibida a rede de distribuição do alimentador FAB resultante das simulações no OpenDSS.

Figura 3 - Plotagem do Alimentador FAB no OpenDSS



Fonte: OpenDSS (Autor)

Devido às suas características de manipulação de dados em formas matriciais e a possibilidade de plotagem destes dados, utilizou-se o MATLAB para plotar coordenogramas com as curvas de acionamento dos dispositivos de proteção, que são fornecidas pelos fabricantes, possibilitando observar a coordenação entre os diferentes dispositivos.

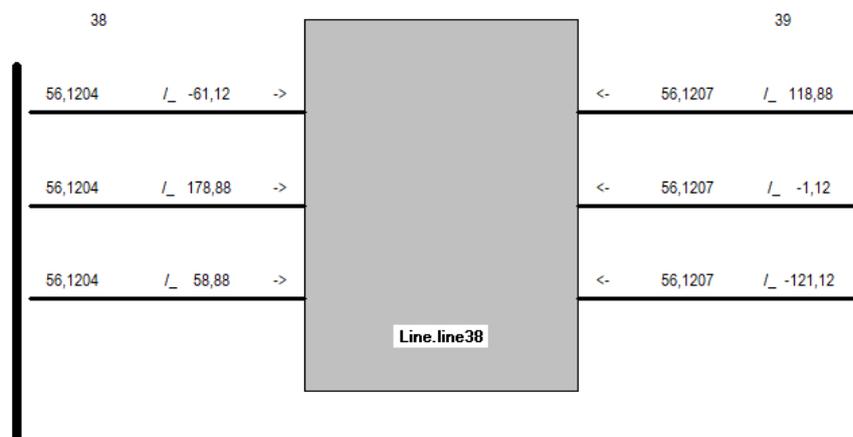
5. DIMENSIONAMENTO DO RELIGADOR E COORDENAÇÃO COM OS DEMAIS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO.

O dimensionamento do religador teve como referência o modelo URP Pextron 5002 a partir da folha de dados da fabricante PEXTROM (2018) e as etapas de definição de correntes de ajuste seguiram o roteiro apresentado por Mamede (2013).

Na barra 38 está localizado o último ponto do tronco principal protegido diretamente pelo religador, sendo o dispositivo de proteção deste ponto necessário para fazer a coordenação com religador da subestação. Conforme os dados de curto circuito

obtidos da simulação torna-se necessária a inserção de um fusível de 100K da barra 38 para barra 39. As informações das correntes nestas barras podem ser vistas na (Figura 4).

Figura 4 - Corrente máximo entre as barras 38 e 39



Fonte: OpenDSS (Autor)

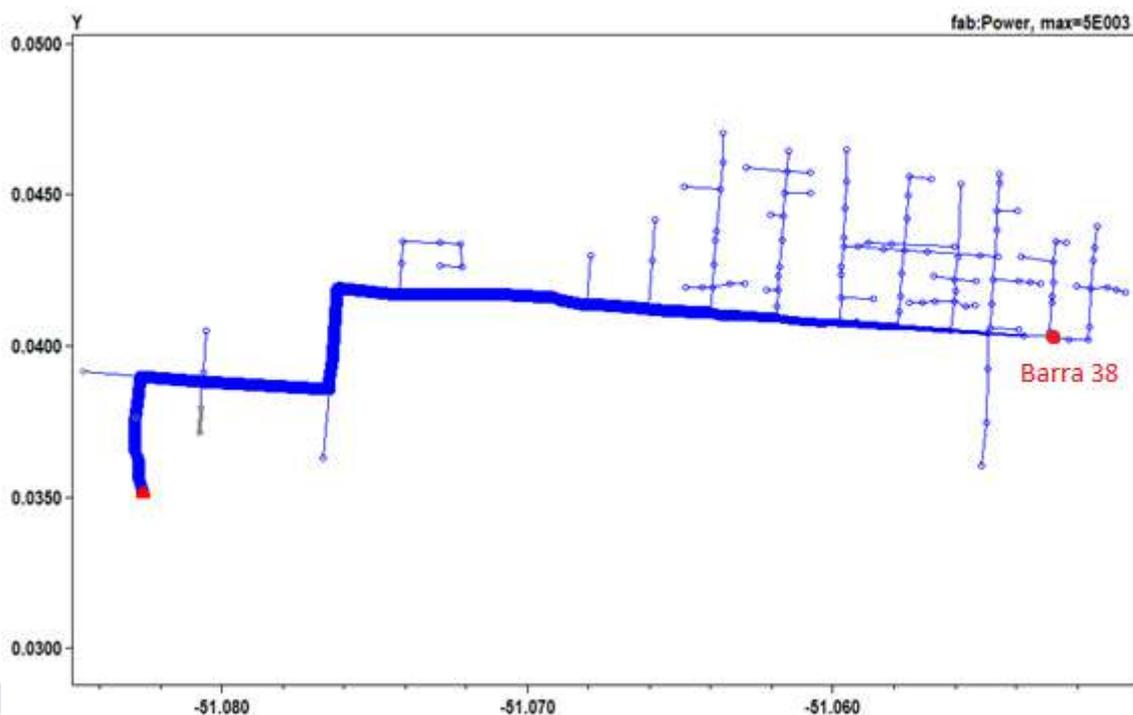
Segundo Mamede (2013), antes de inserir um elo fusível em um ramal, alguns critérios devem ser analisados, como os citados abaixo:

- A corrente nominal do elo fusível para a proteção de um ramal deve ser igual ou superior a 150% da corrente máxima de carga prevista no projeto no ponto de instalação da chave fusível.
- A corrente nominal do elo fusível deve ser igual ou inferior a 25% da corrente de curto-circuito fase-terra mínima que ocorrer no fim do trecho para uma resistência de aterramento de 40Ω .

Segundo dados fornecidos pela CEA e os resultados de simulação no OpenDSS, a corrente máxima de carga que passa nesse ramal é 56 A. logo, $56 \times 1,5 = 84$ A. Sendo assim, o fusível de 100K atende a esse critério. A corrente de curto-circuito fase-terra mínima no fim do trecho para a resistência de aterramento de 40Ω é 1646 A. logo $1646 \times 0,25 = 411,5$ A. Como $100A < 411,5A$. Logo o elo fusível atende aos requisitos necessários à sua instalação. Portanto, ele pode ser utilizado.

As Falhas no OpenDSS podem ser realizada através do comando Fault, onde se define a barra, o número de fases e a resistência de falta como informações de entrada para o programa. A (Figura 5) exibe o sistema FAB plotado no OpenDSS com uma falta trifásica na barra 38.

Figura 5 - Alimentador FAB com falta trifásica na barra 38



Fonte: OpenDSS (Autor)

O comando Fault Study foi utilizado para calcular curtos-circuitos trifásicos, bifásicos e monofásicos nas barras do sistema. Os resultados obtidos pelo OpenDSS a partir do comando fault Study podem ser vistos na (Tabela 2 - Correntes de Curto-Circuito Fornecidas pelo OpenDSS Tabela 2).

Tabela 2 - Correntes de Curto-Circuito Fornecidas pelo OpenDSS

Correntes de Curto-Circuito	Barra 38	Barra 39
$I_{CC3\phi}$	2960 A	2927 A
$I_{CC2\phi}$	2564 A	2535 A
$I_{CC1\phi}$	1884 A	1859 A

Fonte: Adaptado de OpenDSS (Autor)

Para definir o RTC deve-se determinar a carga futura do alimentador, considerando a carga instalada de todos os transformadores da rede, e aplicando um fator de demanda de 70:

- Fator de demanda: 0.7;
- Tensão da rede: 13,8 kv;
- Somatório das potencias dos transformadores da rede: 24.265 kva.
- Corrente de curto circuito trifásico na subestação: 6900A

Para determinar a corrente máxima de carga aplica-se a (Equação - 2).

$$I_c = \frac{F_d \times (\sum P_{cbt} + \sum P_p)}{V} \quad \text{Equação - 2}$$

O valor obtido é $I_c = 710,63$ A. Logo o valor inicial do RTC será: 800-5:160. Portanto, será usado um transformador com corrente nominal de 800 ampères com uma relação nominal de 160:1. A potência de curto-circuito na subestação possui valor de 164,92 MVA de acordo com a (Equação - 3).

$$P_{CC3\phi} = \sqrt{3} \times V \times I_{cc3\phi} \quad \text{Equação - 3}$$

Para determinar a corrente primária do transformador de corrente utiliza-se a (Equação - 4), cujo valor obtido é 345A.

$$I_{tc} = \frac{I_{cs}}{F_s} \quad \text{Equação - 4}$$

I_{tc} – Corrente nominal do transformador de corrente;

I_{cs} – Corrente de curto-circuito trifásica na subestação;

$F_s = 20$ (fator de sobrecorrente);

Com isso, RTC: 800-5: 160.

A definição curva temporizada de fase do religador necessita do valor de RTC e corrente de carga definidos. A curva muito inversa foi utilizada devido à compatibilidade de coordenação com a curva máxima do fusível de 100K. Calcula-se, em seguida, a corrente de ajuste pra a unidade temporizada (Equação - 5), obtendo o valor de 5,32 A.

$$I_{TF} = \frac{K_f \times I_c}{RTC} \quad \text{Equação - 5}$$

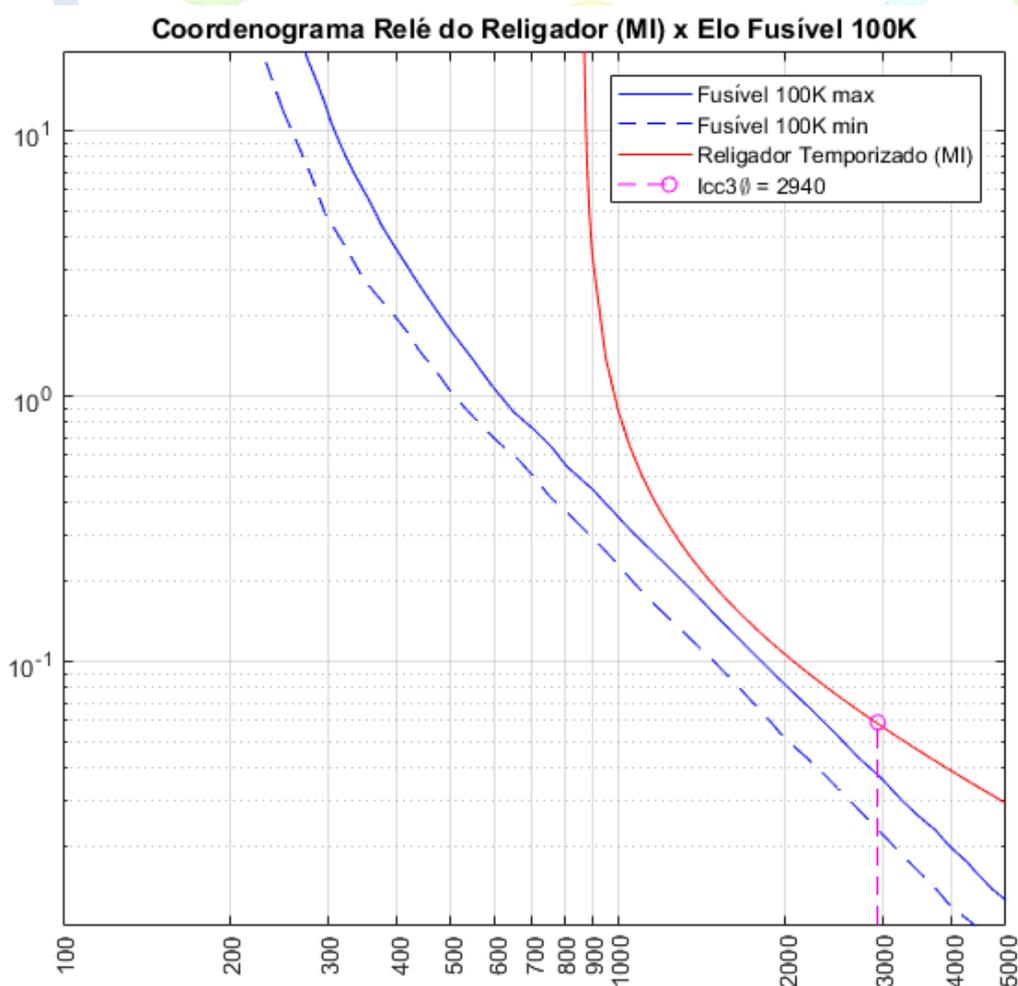
Segundo o manual do URP 5002 a sua faixa de corrente de ajuste é de (1,00 – 16,0) A x RTC. Sendo assim, a corrente deve ser ajustada no valor de $I_{tf} = 5,32$, que está dentro da faixa de ajuste do relé do religador. O valor da corrente de acionamento será determinado pela (equação - 6). O valor obtido para a corrente de ajuste temporizado de fase é 851,2 A.

$$I_{atf} = I_{tf} \times RTC \quad \text{Equação - 6}$$

O religador deverá ter a sensibilidade a menor corrente de curto circuito bifásico, 2564 A, no local a jusante do ponto 38, ou seja, no ponto 39. O tempo de atuação do elo fusível, a jusante do ponto 38, para curto-circuito bifásico de 2564 é 0,035s (para a curva mínima) e 0,050s (para a curva máxima). Será usado o tempo de $T = 0,050 + 0,2 = 0,25s$, sabendo que 0,20s corresponde a um tempo de segurança para a seletividade adotada.

Observando o gráfico da (Figura 6), analisando a curva do elo fusível com a do religador, vemos que a curva temporizada deste último está localizada acima da curva máxima do elo fusível a partir da corrente de curto-circuito desse local. Com isso, nos religamentos temporizados, para defeitos trifásicos de 2940 A, mais especificamente a jusante do ponto 38, o tempo em que o elo fusível de 100K irá atuar será anterior ao tempo de atuação do religador, evidenciando a coordenação entre o religador e o elo fusível.

Figura 6 - Curvas de coordenação do relé do Religador 1 com elo Fusível 100K



Fonte: MATLAB (Autor)

A definição da curva de tempo definido é realizada, primeiramente, pela determinação da corrente da unidade instantânea de tempo definido. Para determinar o fator de multiplicação da corrente de ajuste temporizada de fase é necessário utilizar a corrente de curto circuito bifásico no ponto 38 obtida das simulações.

$$F < \frac{I_{sb}}{I_{atf}} \quad \text{Equação - 8}$$

O fator de multiplicação deve ser menor que 3, com base neste intervalo, adota-se um valor de F, que será 1,1. Com isso, a corrente de ajuste da unidade de tempo definido possui valor 5,9 determinado pela (Equação - 9).

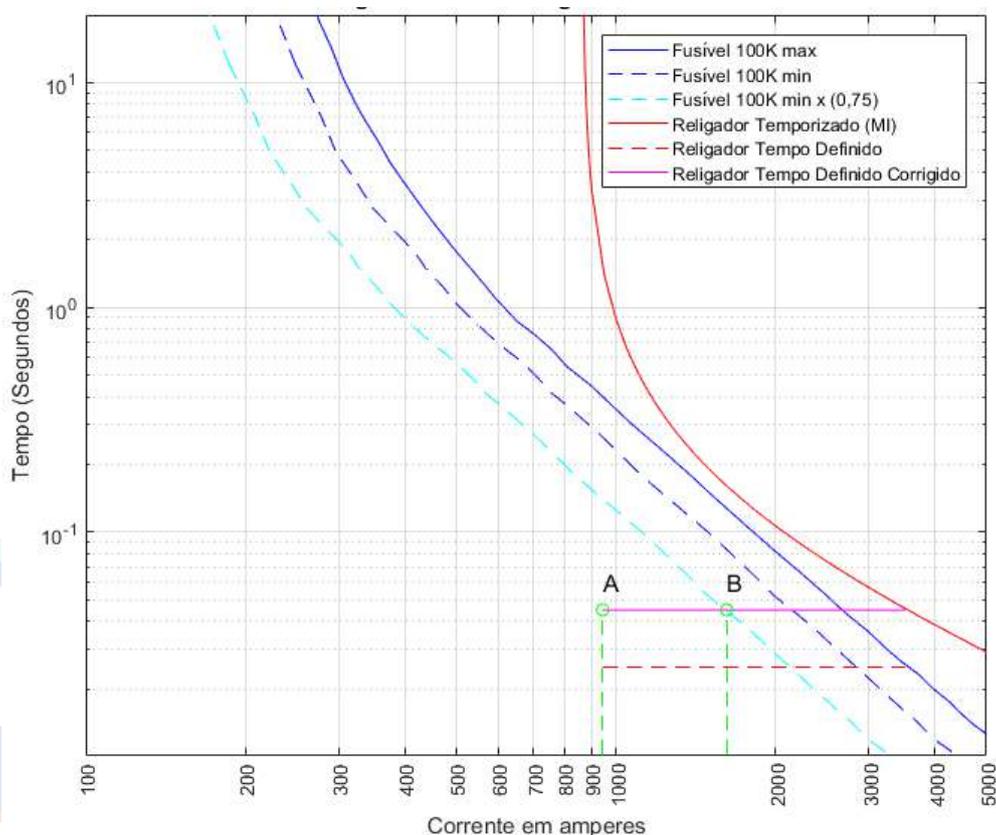
$$I_{if} = F \times I_{tf} \quad \text{Equação - 9}$$

A faixa de atuação do URP 5002 é de (1,00-100) A x RTC. Logo, o religador deverá ser ajustado em 5,9 A corrente de acionamento da unidade instantânea de tempo definido de fase vale 944A conforme (Equação - 10).

$$I_{aif} = I_{if} \times RTC \quad \text{Equação - 10}$$

Quando a curva lenta do religador não cortar a curva máxima de atuação do elo fusível, pode-se considerar o limite inferior da faixa de coordenação o tempo mínimo de atuação do religador (MAMEDE, 2013). O limite inferior da faixa de coordenação pode ser visto (figura 7), que exhibe o coordenograma do religador de subestação dimensionado com o elo fusível no ponto 38 do alimentador FAB.

Figura 7 - Coordenograma do relé do Religador com elo Fusível 100K



Fonte: MATLAB (Autor)

A partir do coordenograma exibido na (Figura 7) é possível determinar que a faixa de coordenação dos equipamentos possui como limites os pontos A e B. O limite inferior representado pelo ponto A é tempo mínimo de atuação da curva de tempo definido. O limite superior representado pelo ponto B é a intersecção da curva de tempo definido com curva mínima do elo fusível multiplicada por 0,75 no eixo dos tempos.

6. CONCLUSÃO

Conforme visto neste estudo, o religador possibilita solucionar problemas de caráter temporário, fazendo com que a energia seja restabelecida rapidamente. Sem um equipamento que solucione uma falta transitória, há a necessidade de deslocar uma equipe pra procurar o problema na rede para então solucioná-lo, o que aumenta o tempo de ausência de energia disponível aos consumidores residenciais, comerciais, industriais, o

que provoca uma queda na qualidade da energia. Sendo assim, o religador poderá trazer grandes impactos na continuidade de fornecimento de energia em uma rede de distribuição que atualmente não utiliza funções de religamento, como o alimentador FAB.

A partir dos resultados dos coordenogramas é possível verificar a viabilidade técnica da instalação de um religador na subestação que alimenta a rede de distribuição da Avenida FAB, localizada no bairro central da cidade de Macapá. Porém outros estudos, em conjunto com as equipes técnicas responsáveis, tornam-se necessários para verificar os fatores econômicos relacionados aos serviços de instalação e manutenção dos equipamentos.

Devido à característica radial do alimentador FAB, não há a necessidade de trabalhar com proteção direcional ou sincronismo de múltiplas fontes de energia. Porém, caso haja alterações nesta característica deste sistema, como a inserção de geração distribuída, haverá a necessidade de se realizar novos estudos de proteção, com estas novas características.

Como propostas para estudos futuros, observamos a necessidade de uma análise econômica detalhada da instalação dos equipamentos citados neste trabalho e sua característica de operação. Tanto para redes existentes quanto para o projeto de novas redes.

7. REFERÊNCIAS

- ANDERSON, PAUL M. Power System Protection. IEEE Press Editorial Board/John Wiley e Sons, 1999.
- ELETRORÁS. Coleção Distribuição de Energia Elétrica, Vol. 2 - Proteção de Sistemas Aéreos de Distribuição. Rio de Janeiro: Campus, 1982.
- JUNIOR, ROMILDO DE CAMPOS PARADELO. Proteção de sobrecorrente em sistemas de distribuição de energia elétrica através de abordagem probabilística. Dissertação (mestrado em engenharia) – Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- KAGAN, N., OLIVEIRA, C. C. B. de, ROBBA, E. J. Introdução Aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. 2ª Edição – São Paulo: Blucher, 2010.
- FERREIRA, DANIEL AUGUSTO. Impactos na filosofia de proteção de sistemas de distribuição de energia elétrica na presença de geração distribuída. Asada. -- São Carlos, 2011.
- FILHO, JOÃO MAMEDE; MAMEDE, DANIEL. Proteção de sistemas elétricos de potência. Rio de Janeiro: LTC, 2013
- FILHO, JOÃO MAMEDE. Manual de equipamentos elétricos. 3ª Edição – Rio de Janeiro: LTC, 2005.

IEC 60255-3 – Electrical Relays – Part 3: Single input energizing quantity measuring with dependent or independent time. International Electrotechnical Commission. 1989.

NBR 7099 - Relé de medição com uma grandeza de alimentação de entrada a tempo dependente especificado – Especificação. Associação brasileira de Normas Técnicas. Dezembro de 1981

NBR 7282 - Elos fusíveis de distribuição – Especificação. Associação brasileira de Normas Técnicas. Abril de 2011

NBR 14039 - Instalações Elétricas de Média tensão de 1,0 kV a 36,2kV. Associação brasileira de Normas Técnicas. Dezembro de 2003

NTD-02. Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária. Companhia de eletricidade do Amapá. Junho de 2001.

PEXTRON URP 5002 Sobrecorrente com religamento automático. Disponível em: <<https://www.pextron.com/index.php/pt-br/solucoes-01/coluna-2/religadores-01>> Acesso em 09 jul. 2018.

SATO, FUJIO, FREITAS, W. Análise de curto-circuito e princípios de proteção em sistemas de energia elétrica. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

Capítulo 8

NORDESTE, PROBLEMA OU POTENCIALIDADE: COMO A TEMÁTICA É ABORDADA NO LIVRO DIDÁTICO DE GEOGRAFIA DO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

DOI: 10.29327/555997.1-8

Nayllane Lima dos Anjos
Janicleide Vieira da Silva
Amanda Gomes dos Santos

NORDESTE, PROBLEMA OU POTENCIALIDADE: COMO A TEMÁTICA É ABORDADA NO LIVRO DIDÁTICO DE GEOGRAFIA DO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Nayllane Lima dos Anjos

Janicleide Vieira da Silva

Amanda Gomes dos Santos

RESUMO

Este presente estudo visa relatar a importância da abordagem temática da região nordeste do Brasil nos livros didáticos, pois tem como objetivo verificar como o assunto é retratado nos livros de geografia e em como estudantes, licenciandos e docentes compreendem, abordam ou adaptam o assunto em suas realidades. Desta forma, neste trabalho os pontos a compor a fundamentação teórica são; o livro didático e sua importância no processo de ensino aprendizagem; representatividade da região nordeste do Brasil no livro didático do 7º ano além de a importância do estudo da região nordeste no ensino de geografia. Para embasamento dos procedimentos metodológicos os recursos utilizados podem ser classificados como, de cunho descritivo e exploratório sobre uma abordagem qualitativa, com levantamento bibliográfico de fontes com o tema escolhido para pesquisa e aplicação de formulário investigativo para coleta de dados apresentados ao longo do tópico de resultados e discussões. Perante a situação exposta, destacou-se a importância em investimentos na temática regional nordestina para melhoria do ensino de geografia e do ambiente escolar, neste sentido faz-se necessário discussões e compreensões a respeito do tema.

Palavras-chave: Ensino de Geografia. Ensino-aprendizagem. Livro didático. Nordeste.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca avaliar a representatividade do Nordeste brasileiro em uma obra didática de geografia do 7º ano do ensino fundamental. Visto que, durante muito tempo as formas de representação dos aspectos antropossociais da região, estereótipos e estigmas sociais historicamente contribuíram a sustentação de uma lógica de dominação

situada em uma epistemologia que impossibilita o reconhecimento da coexistência de diferentes formas de ver o mundo.

Pensar o Nordeste desperta diferentes ideias e sentimentos, muitas vezes, é referido ao local de origem da nação brasileira, primeiro ponto de ocupação dos portugueses, centro produtor de riquezas no período colonial. Mas como também há contradições, como a região do polígono da seca, concentração de pobreza e fome, de uma estrutura política e social excludente e dispersora. Esse é o Nordeste com imagens congeladas, e por isso, o objetivo desse artigo é compreender a importância de livros didáticos atualizados para a construção de conhecimentos sobre a realidade dessa região na educação básica.

Então como desmistificar esses olhares ultrapassados? Como reconhecer outros Nordeste? Como desconstruir as representações cristalizadas? Ou mesmo, como lançar um ângulo mais amistoso, apesar de crítico, a essa região? Esses questionamentos nos levaram a iniciar essa análise do livro didático, um primeiro passo para as dimensões geográficas, sociais, históricas e educacionais na multiplicidade de abordagens que a temática possibilita nas escolas.

A pesquisa é de natureza qualitativa, abrangendo uma análise bibliográfica acerca dos autores ligados à temática do artigo, que ampliam o pensamento sobre a realidade da dinâmica do uso do livro didático no ensino de geografia da educação básica. Como podemos observar nas produções de Pontuschka, Callai, Cavalcanti, Crupi, bem como, outros autores que trazem uma abordagem da geografia física, humana e econômica. O objetivo central foi promover um diálogo entre a ferramenta pedagógica do livro didático perpassando pela representatividade da região Nordeste ao buscar identificar o nível de atualidade dos aspectos da região. No que se refere a estrutura do artigo, o mesmo foi dividido em três partes: na primeira parte abordamos a importância do livro didático no processo de ensino e aprendizagem, na segunda parte trataremos da representatividade da região Nordeste brasileira no livro didático do 7º ano escolhido, e por fim refletiremos a relevância do estudo da região Nordeste no ensino de geografia nas escolas.

Assim, compreendemos que os livros didáticos são obras de estrutura complexa envolvendo diferentes agentes na sua produção, e principalmente, porque permitem uma ampla difusão de uma visão de mundo, e de um saber histórico. Por isso, precisamos levar em consideração a importância da convivência, não só com o Semiárido, mas com a realidade da temática regional para que não ocorra a disseminação de conceitos

estereotipados da região Nordeste como uma ideologia gradativamente manipulada por uma classe dominante preconceituosa e euro centrada.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 O livro didático e sua importância no processo de ensino aprendizagem

O livro didático é um instrumento importantíssimo no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, sendo muitas vezes o único e/ou mais acessível recurso que o professor tem à disposição. É importante enfatizar que não deve ser o único instrumento norteador das aulas, já que para tornar as aulas mais dinâmicas o professor pode se valer de diversos recursos sejam eles convencionais ou não convencionais, para a realização das mesmas. Em relação ao uso do livro didático Pontuschka (2007, p. 339) pontua que “a variação de usos em sala de aula depende da relação existente entre os vários fatores: a formação geográfica e pedagógica do professor, o tipo de escola, o público que frequenta e as classes sociais que atende”.

É importante que o profissional docente saiba utilizar alguns critérios para analisar um livro didático, já que geralmente é o mesmo que escolhe determinado livro para usar ao longo do ano letivo e o tipo de livro vai interferir diretamente no desenvolvimento das aulas e na aprendizagem dos alunos. Além dos critérios é importante que a obra não apresente erros conceituais ou traga algum conteúdo de forma preconceituosa ou desrespeitando as diferenças dos alunos.

Diversos autores apresentam alguns critérios para usar como base para analisar o livro didático, como por exemplo Pontuschka (2007), que define 11 critérios para serem analisados, sendo eles: Capa; Autores; Público; Apresentação; Índice; Diagramação; Imagens; Proposta teórico-metodológica; Linguagem; Atividades e Bibliografia. Já que o livro didático é considerado como mercadoria, e de acordo com a própria Pontuschka, o principal consumidor deste produto é o governo federal, então este livro deve atender a conceitos do Ministério da Educação e Cultura (MEC), tendo uma boa avaliação e desta forma será vendido com mais facilidade.

Nesse sentido, para o ensino geográfico na maioria das escolas públicas brasileiras, o livro didático desempenha uma grande contribuição no contexto escolar. Para Crupi (2008) “ele é mais do que, apenas um instrumento no processo de ensino e aprendizagem, passa a ser, as vezes, o único material impresso a que o professor e aluno tem acesso, durante o ano escolar” e “contribui, também, na prática para a formação

continuada do professor.” (Sposito; Luca (2004) *apud* Crupi (2008, p.26). Dessa maneira o mesmo reproduz e representa valores em relação a uma dada visão da ciência, da compreensão de determinados fatos, do processo de construção de conhecimento e possíveis influências na aprendizagem e desempenho dos alunos.

O fato do Brasil ser um país de grande extensão territorial, faz com que o mesmo seja formado por uma diversidade cultural, social e ideológica imensa, fazendo com que os conteúdos dispostos nos livros didáticos não consigam abarcar toda essa diversidade. É nesse momento que entra a importância da figura do professor, ao saber manusear de forma coerente esse recurso, relacionando as imagens e conteúdos presentes no livro didático com a realidade dos alunos. Dessa forma a aula se tornará um local de debate, diálogo, construção de novas ideias e quebra de determinados paradigmas estabelecidos ao longo dos anos.

De acordo com Cavalcanti (2010), temos dois grupos de professores, sendo os que:

Em razão das inúmeras dificuldades que enfrentam no trabalho, (...) se sentem inseguros e se fecham em uma atitude conservadora: optam por manter os rituais rotineiros e repetitivos da sala de aula, desistindo de experimentar caminhos novos. Outros pautam seu trabalho pelo desejo permanente de promover a aprendizagem significativa dos conteúdos que ensinam, envolvendo seus alunos e articulando intencionalmente seus projetos profissionais a projetos sociais mais amplos. (p. 1)

Esse segundo grupo não se limita a recursos como o livro didático, vão além deles, é nele que temos que nos espelhar, pois é esse grupo de professores que vai mostrar para o aluno que o processo de aprendizagem não se limita às quatro paredes da sala de aula, mas sim, que vai muito além. É certo que este grupo sabe dos desafios que vai ter que percorrer e para isso se faz necessário conhecer não apenas o aluno, mas também a escola e a sociedade em que aqueles alunos estão inseridos, para que assim os conteúdos abordados em sala de aula sejam relevantes aos olhos dos discentes.

Ainda que o livro didático se estabeleça como um objeto estruturante da educação escolar, ou como documento apenas de fonte de pesquisa e consulta no cotidiano da sala de aula, é preciso uma atenção crítica sobre o seu uso quando nos referimos a imagem do livro didático como “escora” do professor. Entendemos o livro didático como um produto cultural complexo, em que nele há representações vinculadas aos discursos textuais e visuais com intenção de produzir leitores, onde mobilizam nas pessoas sensações

diferentes em cada conteúdo apresentado. Não podemos avaliar a receptividade das suas mensagens por parte dos alunos, mas podemos analisar seus discursos, intencionalidades explicativas, sensibilização, e interatividade tendo em vista suas escolhas (políticas, culturais, teóricas e metodológicas) para abordagem dos diversos conteúdos presentes no livro didático.

Diante das afirmações aqui colocadas, abordaremos nos tópicos seguintes do trabalho em tela o livro didático de Geografia do 7º ano do ensino fundamental, mas especificamente a unidade 4 do livro, onde aborda o tema sobre a região Nordeste, suas características físicas e sociais.

2.2 Representatividade da região nordeste do Brasil no livro didático do 7º ano

A Geografia, bem como outras disciplinas orientadas nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, tem sido debatida por teóricos e também por docentes da área de educação. Essas pesquisas discutem a Geografia em diferentes fases de análise, ou seja, momentos distintos da sua trajetória escolar, desde a época em que não havia professores formados nessa ciência até os dias de hoje, quando a capacitação é um requisito primordial, mesmo que em muitas situações não seja cumprido.

A carreira da geografia escolar, notadamente a brasileira, tem sido envolvida por um discurso ideológico que permeia a relevância dos raciocínios centrados no espaço, denominado geográfico. Neste sentido, o livro didático, um intrincado e polêmico objeto cultural metodológico apresenta questões educacionais importantes, como também, questionamentos críticos que abrangem o processo de ensino aprendizagem. Justamente, por ser uma ferramenta utilizada no ambiente escolar e, conseqüentemente, formar opiniões em todo país.

Por isso, resolvemos realizar uma análise do conteúdo da região Nordeste do Brasil no livro didático de geografia do 7º ano do fundamental II distribuído pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), aos alunos da rede pública da Escola Municipal Padre Antonino localizada na cidade de Campina Grande - PB.

O início de uma análise é sempre um momento complexo quando nos referimos ao momento em que o pesquisador irá observar os dados produzidos e processar uma interpretação utilizando seu olhar sobre o ponto que pretende investigar. Assim, Carneiro (1993), inicialmente busca relacionar os objetivos da Geografia escolar e acadêmica quando conceitua:

(...) como ciência que trata dos elementos naturais e humanos em sua configuração espacial, em vista de uma explicitação relacional-interativa da construção do mundo pelo homem. Assim, a Geografia busca apreender os eventos humanos em sua dinâmica de espacialidade: onde ocorrem, como ocorrem e porque ocorrem, na concretude de lugar e mundo. Portanto, a leitura geográfica da realidade não se restringe à descrição localizada nos elementos naturais e efeitos da ação humana, mas analisa as inter-relações entre esses elementos em diversas escalas segundo objetivos de um estudo (local, regional e inter ou supranacional), sob critérios de apreensão dos determinantes histórico-sociais das diversas organizações espaciais identificadas. (CARNEIRO, 1993, p.38)

Como pode se verificar, o autor em tela traz concepções significativas sobre a finalidade da Geografia, em que essa disciplina passa a ser compreendida de forma dinâmica, problematizada e potencialmente capaz de proporcionar ao aluno uma leitura crítica da realidade na qual ele vive.

Visto que, a expressão “Nordeste” carrega múltiplos significados e estereótipos. Se pesquisarmos na *internet* a palavra Nordeste, nos deparamos com dois vieses de imagens. Em um, propaga as inúmeras praias e áreas turísticas da parte litorânea da região. O outro, apresenta imagens caóticas com pessoas muito magras e doentes, orçada de gado, chão rachado, casas mal estruturadas, sendo este último presente nas primeiras linhas das ferramentas de busca nas redes.

Isso não é diferente em outros meios de comunicação, tanto nos jornais, revistas, *sites* ou livros dispõem de informação semelhante a esta. Atualmente, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é um programa que transitou em uma contribuição histórica no país e se sobressai como maior programa de distribuição gratuita de livros didáticos no mundo. Mas, mesmo com todas potencialidades é necessário analisarmos questões quanto ao atendimento às escolas no que se refere a produção do livro abranger as múltiplas culturas e identidades nacionais, mas que permita a cada região aprofundar sobre suas potencialidades, formando enunciados que potencializam o autorreconhecimento dos indivíduos que convivem entre os aspectos da localidade regional de forma mais atualizada.

Nesse sentido, o Nordeste diz respeito a uma localização geográfica regional, enquanto Semiárido Nordestino é o clima que predomina nessa determinada região, assim conceitua o geógrafo Corrêa (1987):

A região geográfica abrange uma paisagem e sua extensão territorial, onde se entrelaçam de modo harmonioso componentes humanos e natureza. A ideia de harmonia (...) constitui o resultado de um longo processo de evolução, de maturação da região, onde muitas obras do homem fixaram-se, ao mesmo tempo com grande força de permanência e incorporadas sem contradições ao quadro final da ação humana sobre a natureza. (CORRÊA, 1987 apud SAQUET, 2010, p. 5-6)

Assim, o livro escolhido trata dessa região na unidade 4, quando a intenção é a partir dessa unidade estudar o espaço brasileiro por meio da classificação das divisões regionais, iniciando pela região Nordeste, pois como os autores afirmam “é a região de colonização mais antiga do país, e marcada pela intensa presença dos três grupos étnicos formadores da sociedade brasileira: indígenas, africanos e europeu.” Lucci; Branco; Fugii (2018, p. 123) Inicialmente o livro irá contemplar a formação e a organização do espaço nordestino trazendo para a discussão o período de colonização e as atividades econômicas desenvolvidas nesse período como a cana de açúcar, a criação de gado e o algodão.

Ao se remeter a questão do nível socioeconômico da região, é abordado que as políticas públicas por parte do governo federal não contribuíram muito para o avanço das condições sociais e mostra em gráficos, tabelas e poemas que o Nordeste apresenta os menores índices de escolaridade para o Ensino médio completo e Ensino superior, bem como, condições de vida precárias, além de apresentar a segunda maior taxa de mortalidade. Porém os autores atualizam o tempo em que essa determinada informação foi obtida e destaca que a partir do século XXI tem se reduzido o nível de pobreza e miséria nessa região devido ao aumento do salário mínimo, programas sociais de transferência de renda, entre outros fatores. Assim como, as imagens utilizadas para complementar as temáticas não são rústicas ou antigas.

Em relação a abordagem da dinâmica da natureza no Nordeste, na seção “Para começar” os autores fazem uma reflexão sobre equívocos no tocante a biodiversidade da vegetação caatinga. Durante o contexto teórico é apresentado a diversidade natural presente na região, e os aspectos físico naturais como clima, vegetação, relevo e hidrografia, trazendo imagens, gráficos, e representações cartográficas que de fato enfatizam a diversidade paisagística do Nordeste. Além disso, é apresentado o processo de desertificação e suas causas e consequências, a construção de açudes, a indústria da seca e a transposição do rio São Francisco com suas contribuições para a economia da região.

Então é discutido o desenvolvimento da região em relação às políticas de desenvolvimento econômico implantadas pela Sudene e por governos estaduais, o crescimento da economia baseado na industrialização, turismo, atividades agrícolas, comércio e sobretudo dos serviços e a importância dessas atividades como fonte de renda e geração de empregos. Seguindo essa linha de raciocínio, para encerrar o conteúdo é enfatizado na sessão “Geografia e Arte” um pouco sobre a cultura nordestina com imagens de cordéis e das festas em comemoração ao São João, além de atividades práticas dentro dessa temática.

De acordo com as observações mencionadas, o livro didático Território e sociedade aborda de forma abrangente os aspectos da região Nordeste, fazendo com que o leitor/aluno tenha uma visão mais completa tanto dos estereótipos que a mesma carrega, assim como, a importância de melhores investimentos por parte dos governantes políticos nessa região do Brasil.

2.3 A importância do estudo da região nordeste no ensino de geografia

A disciplina escolar de geografia é caracterizada por tratar-se de uma ciência que estuda as dinâmicas do planeta Terra e as relações da mesma com a sociedade além de buscar compreender os fenômenos físicos, humanos e biológicos do espaço. De acordo com as palavras de Andrade (2008) admite-se que a Geografia se tornou uma ciência autônoma a partir do século XIX, graças aos trabalhos dos geógrafos alemães Alexandre Von Humboldt e Karl Ritter, de modo que as demais ciências sociais viessem a surgir ou ganhar autonomia.

Para o estudo e ensino desta ciência muito se discute a respeito das noções das categorias de análise geográfica, dentre elas a categoria de região a qual iremos nos deter em maior parte neste trabalho, nesse sentido Gomes (2000, p. 53), destaca que “Na linguagem cotidiana do senso comum, a noção de região parece existir relacionada a dois princípios fundamentais: o de localização e o de extensão”. Desse modo, o conceito científico acaba sendo um pouco mais complexo. Nesta concepção, Suertegaray (2005, p. 55) coloca que:

A concepção de região, mais recentemente, adquire significados múltiplos, incluindo a dimensão cultural. Nos últimos anos pode-se observar a possibilidade de região ser compreendida como expressão de forma de espacialização do trabalho, como também ser compreendida como espaço identitário para um determinado grupo social, que se consolida nos

regionalismos e que expressa pelo hibridismo do político, do econômico e do cultural, enquanto construção de representações que fortaleçam a identidade.

Diante disso, o ensino de geografia não é estático e busca sempre acompanhar a realidade espacial atual. Segundo Callai (1998, p. 67), “O ensino de uma disciplina deve estar adequado ao seu tempo. Para a Geografia há dois novos desafios: o mundo globalizado e as novas perspectivas para analisá-lo no todo ou nas especificidades regionais e locais e as mudanças atuais na educação”. Visto isso, ao considerar as concepções potenciais da região nordeste brasileira, pouco vem se discutindo a região nos livros didáticos como fator de significativa importância para o país e perspectivas positivas para o futuro, detendo-se na maioria das vezes aos aspectos negativos da região.

A região nordeste do Brasil, pode ser trabalhada nos livros didáticos como uma potencialidade com vista para o desenvolvimento, pois o Nordeste hoje é uma das regiões mais crescentes no país, concentrada em uma ampla área costeira que atrai diferentes segmentos devido às diversas características ambientais favoráveis, litoral, clima, praias, vegetação além de condições instigantes de alguns acontecimentos históricos. Neste sentido, é perceptível que os alunos da própria região como das demais desconhecem a maioria dos fatores potenciais da região. O ensino de geografia no qual o conteúdo não deve desvincular-se dos métodos busca sempre a atualização do ensino no mundo globalizado no qual o mesmo deve acompanhar as metamorfoses espaço-social em questão.

Dessa forma, podem ser destacadas a importância do estudo da região nordeste no ensino de geografia desde o período da colonização do país, onde a região adquire grandes heranças históricas e culturais de acordo as palavras de Andrade (1963, p.65):

A costa nordeste foi, inegavelmente, dentre a grande extensão litorânea brasileira, a primeira a ser explorada. Por aqui passavam as naus que da Europa vinham para a Terra de Santa Cruz; aqui encontravam, por trás dos recifes, penetrando nos estuários por um ou dois quilômetros, abrigo contra as forças da natureza e contra os inimigos. Aqui havia também o pau-brasil largamente utilizado na Europa pela indústria da tinta.

Mediante o exposto, é de fundamental importância romper com paradigmas negativos do senso comum onde se prevalece a discussão da região problematizada pela situação de miséria, seca, fome e de pessoas pouco escolarizadas e sem perspectivas de futuro, para dar lugar ao quadro de significativa importância como uma região que se

constitui absolutamente como contribuinte a partir de aspectos físicos, sociais, culturais e econômicos no país. Bernardes (2007) coloca que estas misturas de caracterizações de estereótipos e identidades coloca o Nordeste não como único, mas como vários, que se subdividem em dois vieses um que vem desde o processo na formação histórica marcado pelo coronelismo, cangaceirismo e formas arcaicas de relações sociais; e um outro nordeste caracterizado pela industrialização, pelos pólos agrícolas e pela exportação de frutas.

Para retratar os aspectos potenciais da região nordeste durante as aulas de geografia com auxílio do livro didático não significa ignorar problemáticas socioespaciais da região, problemas existem, e devem ser mencionados, os estudantes precisam conhecer ambos aspectos, pois assim caracteriza-se a neutralidade quanto a discriminação por regiões; e desenvolve-se o pensamento crítico. Desse modo, considerando o processo do ensino de geografia quanto conteúdo formativo Kaercher (2002) coloca que:

Devemos ensinar mais nossos alunos (e a nós mesmos) a duvidarem do que se ouve e lê, inclusive nos livros e na televisão, para que o aluno perceba que não estamos, quando damos aula, ensinando doutrinas, verdades, mas sim, que estamos construindo um conhecimento novo a partir do que já temos (a fala do professor, do aluno, o livro texto, os meios de comunicação etc.). Para tal, a dúvida deve ser um princípio metodológico constante.

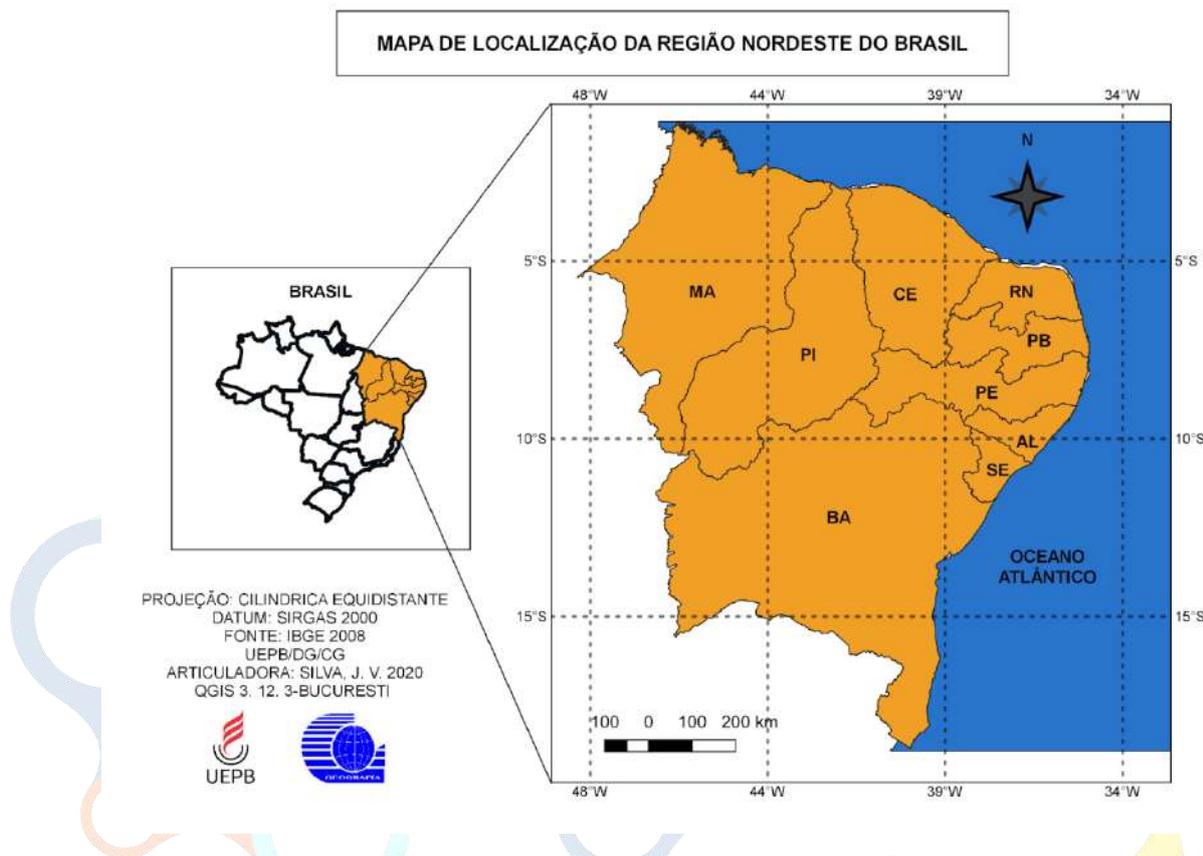
Neste sentido, a importância da região para o ensino de geografia pode ser compreendida a partir de pesquisas e análises íntimas a respeito de ambos os lados um destacado pelas potencialidades e outro pelas problemáticas, porém com a certeza do inacabado, de que houve e haverá processos modeladores das dinâmicas socioespaciais da região no qual a educação como também o ensino de geografia e fator primordial nesta tarefa.

3. METODOLOGIA

Para concretização da presente pesquisa, foi realizada a análise de um dos capítulos do livro didático de 7º ano do componente de geografia. Os procedimentos de análise tiveram como objetivo identificar a forma que a região Nordeste do Brasil, demonstrada no mapa 1 - e vista e abordada no ensino de geografia, especialmente no livro didático no qual há avaliações distintas que vão desde a problematização da região a sua potencialidade. Para obtenção de tais resultados foi aplicado um formulário através do *Google Forms* junto a professores e licenciandos em geografia, no qual, os

procedimentos metodológicos utilizados para tal foram: revisões bibliográficas, pesquisas descritivas e exploratórias de natureza qualitativa.

Figura 1 - Mapa de Localização da Região Nordeste do Brasil



Fonte: As autoras (2020)

Para esclarecer tais procedimentos foi imprescindível um apanhado de revisões bibliográficas através da leitura de artigos, revistas, sites, livros entre outras fontes essenciais para a escrita científica e construção do presente artigo. Desse modo, segundo as palavras de Kauark; Manhães; Medeiros (2010), a revisão bibliográfica pode ser compreendida como a retificação literária de elementos contextuais que abrangem o estudo do tema em questão, além de trazer ideias e experiências de autores renomados no campo da pesquisa.

Além dos fatos mencionados, o presente estudo conta com uma abordagem do gênero exploratório que pode ser compreendido segundo de Gil (2008), como um tipo de pesquisa originada pelos pesquisadores preocupados pela atuação prática, esse tipo de pesquisa busca desenvolver e proporcionar uma visão mais ampla acerca de determinado fato, obtendo um maior esclarecimento e uma visão mais ampla sobre o tema planejando

assim posteriormente sua descrição. Para a parte descritiva, também utilizada neste trabalho, Gil (2002) salienta que a mesma tem como objetivo a descrição de características de determinada população ou fenômenos tendo como maior significação a técnica padronizada de coleta de dados tais como observação e aplicação de questionários.

O presente estudo apresenta uma abordagem de natureza qualitativa que segundo as palavras de Prodanov; Freitas (2013, p.70), “[...] O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. Tal pesquisa é descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem”, ou seja, trata-se de um método de busca considerar mais os processos que os próprios resultados, de modo que, os pesquisadores compreendam o ponto de vista dos colaboradores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para embasamento desta pesquisa, foi realizado um formulário com intuito de observar qual a importância do livro didático nas aulas de geografia, tendo como público alvo para a resolução do questionário, professores e alunos do curso de licenciatura em Geografia. Além de observar a questão da importância do livro didático foi enfatizado a questão da temática sobre a Região Nordeste presente nos livros didáticos, com o intuito de entender qual a visão dos professores e dos alunos em relação a forma como a temática é disposta nos livros didáticos.

Quando questionados se o livro didático é importante para as aulas de Geografia, todos sem exceção responderam que sim, em relação aos pontos positivos e negativos do livro didático na opinião deles, foram obtidas respostas como:

RESPOSTA 1: “POSITIVOS: sistematização do conteúdo, possibilitando o planejamento de aulas de modo assertivo visando cumprir os objetivos traçados no plano de aula; a depender, gráficos (tabelas, quadros, imagens) que possibilitam a associação do que está sendo ministrado como conteúdo com algo prático (caso dos conteúdos de Agrária e Urbana na referida etapa); sugestões de atividades e trabalhos (manual do professor) com visão da BNCC, facilitando a compreensão e melhorando o plano prático para se chegar ao momento-aula dominando o conteúdo. NEGATIVOS: dependência do livro por parte da escola (não necessariamente o livro é o problema), pois muito se fala em autonomia do professor em mediar o conteúdo em sala de aula, mas nos fazem reféns do livro

didático como o cumprimento de conteúdos sem poder explorar potencialidades ou assuntos paralelos (interdisciplinaridade, por exemplo)”;

RESPOSTA 2: “O ponto positivo é que o livro funciona como norteador na construção e aplicação das aulas. E negativo porque muitas vezes os conteúdos são abordados de formas muito resumida”;

RESPOSTA 3: “POSITIVOS: auxilia na elaboração das aulas, muitas vezes é o único recurso disponível na escola e facilita na exemplificação do conteúdo. NEGATIVOS: não pode ser o ator principal na elaboração das aulas e não pode ter uma autonomia maior que o professor”;

RESPOSTA 4: “Ponto positivo: podemos usá-lo como base para tirarmos pontos importantes e fazermos nossas aulas. Ponto negativo: muitas escolas e professores se prendem ao uso exclusivo só do livro a não se abrem para outros tipos de metodologias.”

Como podemos observar, a maioria cita como ponto positivo o suporte que o livro didático dá para a construção/elaboração das aulas, sendo um norteador para o professor além de trazer elementos visuais que facilita o entendimento dos alunos, especialmente em temáticas da área física da Geografia, onde a questão visual se torna indispensável. Já em relação ao ponto negativo, também obtivemos unanimidade nas respostas, onde os mesmos apontam a necessidade do professor não utilizar o livro didático como único e mais importante recurso didático, não devendo se prender ao mesmo.

Foi perguntado, que outros recursos didáticos os professores já utilizaram em suas aulas além do livro, os mesmos responderam:

RESPOSTA 1: “Slides (Microsoft PowerPoint), quadro branco e produção de mapas em software de geoprocessamento (análise cartográfica)”;

RESPOSTA 2: “Pesquisas na Internet, em outros livros, aplicativos de jogos”;

RESPOSTA 3: “Outras fontes de pesquisa e aplicativos”;

RESPOSTA 4: “Documentário, lousa, dinâmicas.”

Outro ponto abordado no questionário foi em relação a temática sobre a Região Nordeste e como esta é disposta nos livros didáticos de acordo com a visão dos entrevistados. Algumas das respostas obtidas foram as seguintes:

RESPOSTA 1: “Miséria, falar muito dos aspectos negativos da região”;

RESPOSTA 2: “Tempos atrás os livros didáticos tinham ênfase em tratar da miséria do Nordeste, sobretudo com assuntos ligados à seca, estiagem, o convívio com a seca e o bioma Caatinga. O conteúdo não deixa de ser trabalhado, porém não mais com a visão de

miséria. Basicamente, os novos livros têm vindo para escolas, alunos e professores diferenciando os aspectos gerais, populacionais e econômicos. Aspectos gerais sendo particularidades da Geografia Física (relevo, clima, vegetação, hidrografia, além da divisão sub-regional), populacionais (histórico de ocupação, maiores concentrações, migrações e a ocupação hoje) e econômicos (interdependência dos aspectos físicos para desenvolvimento de atividades primárias, consequências da apropriação do espaço natural para desenvolver atividades econômicas, exploração de recursos minerais, convívio de recursos hídricos e suas soluções, emprego de mão de obra qualificada para atuar nas lavouras, na criação de gado, o avanço da mecanização nas plantations, entre outros)”;

RESPOSTA 3: “Focando na miséria e nos problemas decorrentes dela”;

RESPOSTA 4: “Atualmente vejo como algo partilhado, onde é trabalhado os desafios e a potencialidade da região. O livro aborda todas as questões de forma abrangente, mas, se nota que o livro sempre trás imagens com pessoas carregando água com latas na cabeça, se foca muito na questão da seca. E esquece em abordar por exemplo a capacidade turística desta região. A miséria sempre é mais destacada.”

Observando as respostas obtidas, podemos verificar que houve uma divergência nas opiniões em relação a temática sobre a Região Nordeste, alguns têm a percepção de que ainda hoje esse tema é apresentado no livro didático de uma forma “negativa”, evidenciando questões como a seca e a miséria do local. Outros, porém pontuam que, atualmente, os livros estão trabalhando a questão da potencialidade da região e não apenas da miséria.

De fato, quando analisado o livro didático de Geografia do 7º ano do ensino fundamental, para esta pesquisa em tela, percebemos que a Região Nordeste é trabalhada no livro de forma detalhada, trazendo aspectos físicos, econômicos, culturais e não apenas a miséria que existe em partes da região, e como em muitos casos é apresentada, por exemplo em novelas, filmes entre outros. Não fica descartado a possibilidade de existirem ainda hoje, livros didáticos, onde essa temática seja abordada de forma rasa ou evidenciando sua carência. Também é importante evidenciar, que se faz necessário do professor realizar debates e diálogos mais incisivos sobre o tema com os alunos, não se valendo apenas das informações contidas no livro didático. Pois é importante que os alunos entendam a importância e a potencialidade em todos os setores e cenários que a Região Nordeste apresenta.

5. CONCLUSÕES

O livro didático e a educação por serem representativos de universos culturais específicos, atuam como mediadores entre concepções e práticas políticas e culturais, tornando-se um meio importante na engrenagem para a manutenção de determinadas visões de mundo, sendo importante no espaço escolar uma epistemologia que possibilite o reconhecimento da coexistência de diferentes formas de ver e analisar a realidade na qual esteja inserido. Esse fato coloca o livro didático como fator de discussão entre dualidades, sob a ótica de formar e promover o conhecimento do homem e, o outro ponto de vista em que há a deficiência e distorção de informações no próprio livro, de maneira em que, possa ser analisado e discutido tais situações, que haja um debate entre professor-aluno sobre o que está disposto nesse livro, já que o material é um dos recursos mais universalizados e que possibilitam a ação do ensino aprendizagem de professores e alunos.

Podemos perceber de forma especial, que o conteúdo sobre a região Nordeste do Brasil, vem sendo abordado em alguns livros didáticos de forma bastante completa, não sendo apresentado apenas aspectos negativos ou superficiais sobre a região, mas também, abordando seus aspectos positivos, sua potencialidade, entre outras questões. O que é de extrema importância, para que ocorra o combate e extermínio do preconceito existente a esta região brasileira, sendo necessário desmistificar essa ideia dentro da sala de aula. Por isso, torna-se pertinente a análise das experiências e vivências dos docentes aqui discutidas, visto que, a dinâmica com o livro didático deve ser bem pensada possibilitando aos alunos e professores o acesso a subsídios adequados e necessários na propagação de conceitos, ideias, e opiniões pessoais no crescimento crítico-reflexivo, intelectual e geográfico do sujeito leitor.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Manoel Correia de. **A Terra e o Homem no Nordeste**. 1ª ed. Brasília: Editora Brasiliense, 1963.

ANDRADE, Manoel Correia de. **Geografia: ciência da sociedade**. Editora Universitária UFPE, 2008.

BERNARDES, Denis de Mendonça. Notas sobre a formação social do Nordeste. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**, p. 41-79, 2007.

CALLAI, Helena Copetti. O ensino da Geografia e a nova realidade, **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 1998.

CARNEIRO, Sônia Maria Marchiorato. **Importância educacional da geografia**. Educar em Revista, p. 117-120, 1993.

CAVALCANTI, Lana de Souza. A Geografia e a realidade escolar contemporânea: avanços, caminhos, alternativas. **Anais do I seminário nacional: currículo em movimento–Perspectivas Atuais**. Belo Horizonte, p. 1-13, 2010.

CRUPI, Maria Cristina. **A natureza nos livros didáticos de história: uma investigação a partir do PNLD**. 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Paulo Cesar da Costa. O conceito de região e sua discussão. *In*: CASTRO; Iná Elias de. Gomes; Paulo Cesar da Costa. CORRÊA, Roberto Lobato (Orgs). **Geografia: conceitos e temas**. 2ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

PONTUSCHKA, Nidia Nacib. **Para ensinar e aprender Geografia**. 1º ed. São Paulo: Cortez, 2007.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Rio Grande do Sul: Editora Freevale, 2013.

KAERCHER, Nestor André. O gato comeu a geografia crítica? Alguns obstáculos a superar no ensino-aprendizagem de geografia. *In*: PONTUSCHKA, Níbia Nacib. OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de (Orgs). **Geografia em perspectiva: ensino e pesquisa**. 3ª ed. – São Paulo: Contexto, 2006.

KAUARK, Fabiana. MANHÃES, Fernanda Castro. MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

SAQUET, Marcos Aurelio. **Contribuições para o entendimento da obra de Manuel Correia de Andrade: geografia, região, espaço e território**. Geo Uerj, v. 2, n. 21, p. 152-171, 2010.

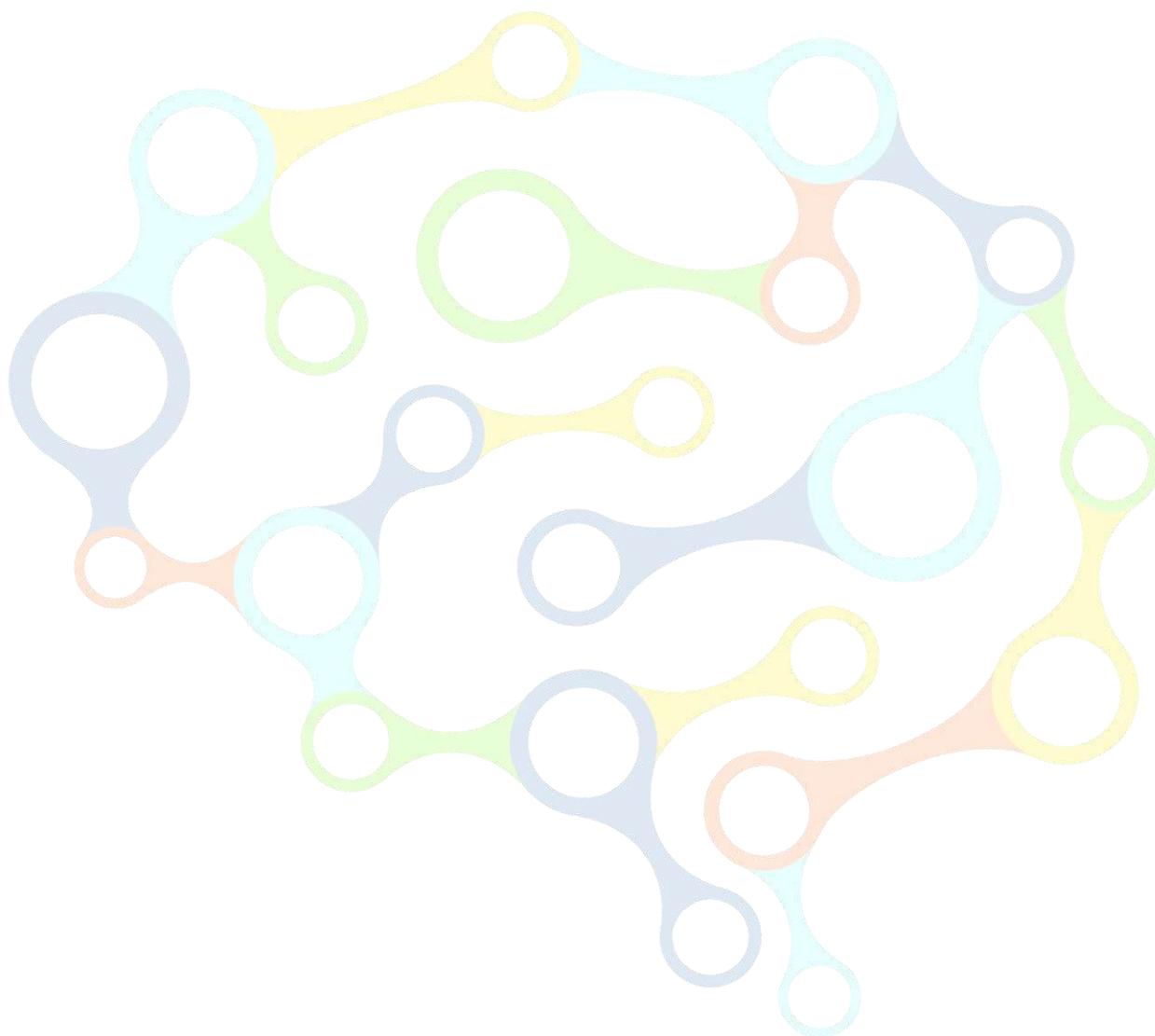
SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Notas sobre a Epistemologia da Geografia. **Cadernos geográficos**, v. 23, 2005.

AUTORAS:

NAYLLANE LIMA DOS ANJOS: Graduanda do curso superior de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. E-mail: fabionay11@gmail.com

JANICLEIDE VIEIRA DA SILVA: Graduanda do curso superior de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. E-mail: janicleide397@gmail.com

AMANDA GOMES DOS SANTOS: Graduanda do curso superior de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba -UEPB. E-mail: amanda.ag260@gmail.com



Capítulo 9

O LIVRO DIDÁTICO DE GEOGRAFIA: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO SEGUNDO A OBRA "PARA ENSINAR E APRENDER GEOGRAFIA"

DOI: 10.29327/555997.1-9

Suyan Fernando Lima Silva
Antônio Marcos Aguiar de Araújo

O LIVRO DIDÁTICO DE GEOGRAFIA: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO SEGUNDO A OBRA “PARA ENSINAR E APRENDER GEOGRAFIA”

Suyan Fernando Lima Silva

Antônio Marcos Aguiar de Araújo

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo realizar uma análise do livro didático baseado nos 11 critérios proposto por Pontuschka, Paganelli e Cacete na obra intitulada “Para ensinar e aprender Geografia”. Utilizando como material para a análise o livro didático do 6º ano do ensino fundamental II da Escola Estadual Drº Carlos Pessoa, no município de Natuba, Paraíba. A partir disso, foram apresentados os seguintes tópicos para a fundamentação teórica “O livro didático de Geografia” e “O livro ‘Para ensinar e aprender Geografia’ e os critérios de avaliação”. Quanto à metodologia, foi realizada uma pesquisa bibliográfica através de fontes relacionadas à temática do trabalho. Assim, ao final do trabalho foi realizada uma análise do material didático a fim de verificar se ele se enquadra dentro dos critérios de análise apresentado pelas autoras.

Palavras-chave: Análise do livro; livro didático; critérios de avaliação.

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos os meios de educação foram evoluindo e surgindo vários recursos didáticos e possibilidades que os professores podem trazer para sala de aula com o objetivo de melhorar o ensino-aprendizagem. Porém, isso não se encaixa totalmente na realidade das escolas brasileiras, pois, possuímos uma vasta diversidade cultural e econômica, onde por muitas vezes só o professor possui acesso ao livro didático.

O seu uso em sala de aula vem de muito tempo atrás, antes mesmo de existir a impressa. Apesar de ser muito discutida a sua utilização, o seu uso foi evoluindo e se adaptando ao modo de ensino atual, se tornando de grande importância no processo de ensino-aprendizagem e partindo da conduta do professor, ele poder ser o ator principal ou mero coadjuvante na elaboração e execução das aulas.

O livro didático de Geografia tem como objetivo estimular a curiosidade e o interesse para a discussão, a análise e a crítica dos conhecimentos geográficos nos alunos, porém, esse objetivo tem que estar correlacionado com os conhecimentos empíricos dos alunos, assim, tornando-se responsabilidade do professor juntar esses dois conhecimentos na formação geográfica dos alunos.

Dessa forma, foi utilizado como base os 11 critérios sugeridos no livro “Para ensinar e aprender Geografia” proposto por Pontuschka, Paganelli e Cacete, as mesmas trazem que, o professor não deve fazer a escolha do livro de forma aleatória, deve-se levar em consideração que o principal objetivo do livro didático de Geografia deve ser a aprendizagem geográfica dos alunos. Aplicando esses 11 critérios em um livro do 6º ano do ensino fundamental, pôde-se realizar uma análise e verificar se o material utilizado na escola Drº Carlos Pessoa se enquadra dentro dos parâmetros sugeridos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1.O livro didático de geografia

Atualmente existem vários recursos didáticos e diversas possibilidades que os professores podem utilizar dentro e fora da sala de aula, métodos que possuem o objetivo principal de melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, de acordo com a realidade da educação brasileira, nem todas as escolas possuem essa gama de possibilidades e o livro didático continua sendo o mais utilizado e por muitas vezes único recurso disponível em uma escola.

No meio acadêmico ainda é muito discutida a utilização do livro didático em sala de aula, existem posicionamentos pós e contras o seu uso. Pontuschka, Paganelli e Cacete (2007) comentam que partindo da conduta e formação do professor, o livro didático se torna um simples recurso complementar, pois, o mesmo utiliza de outros meios que possibilitam transmitir o conhecimento para o aluno, como: projetos individuais ou interdisciplinares, textos de variados livros, filmes e aulas de campo, entre outros recursos que lhes permitem “alçar voos” com seus alunos. Entretanto, existe um grupo de alunos sem acesso ao livro didático, só o professor que o possui e se torna a sua única bibliografia, sua aula se baseia na transcrição do texto inteiro ou um resumo do assunto presente no livro para o quadro, onde os alunos passam a maior parte do tempo copiando e no final da aula, uma breve ou nenhuma explicação. As autoras ainda frisam que, esse

último caso não é uma regra e que entre esses dois polos existem uma ampla variedade de uso do livro.

Sabendo o que é o livro, sua importância e utilização, fazemos a seguinte pergunta: quando foi que o livro didático começou a ser utilizado em sala de aula? Silvana Puchalski (2014) *apud* Gatti (2004) nos traz que:

[...] está na cultura escolar mesmo antes da invenção da imprensa no final do século XV. Na época em que os livros eram raros, os próprios estudantes universitários europeus produziram seus cadernos de texto. Com o surgimento da imprensa, os livros tornaram-se os primeiros produtos feitos em série e ao longo do tempo a concepção do livro como “fiel depositários das verdades científicas universais” foi se solidificando realizando uma espécie de transmissão do conhecimento científico para as salas de aula (PUCHALSKI, 2014, p. 20 *apud* GATTI, 2004, p. 36)

Percebe-se que o livro didático está presente nas escolas há muito tempo, tendo o seu uso evoluindo e se adaptando ao processo de ensino com o passar dos anos, não o fazendo um inimigo do professor, mas um auxiliar na elaboração e execução de suas aulas.

No Brasil, o livro didático foi se consolidando a partir da criação do INL (Instituto Nacional do Livro) no ano de 1929, que possuía a função de legislar as políticas do livro didático e objetivar seu controle e produção. Com o Decreto-Lei nº 1.006 (Dez/1938) foi instituída a comissão Nacional do livro Didático (CNLD), legislando e controlando a circulação das obras, dando competência aos seus membros a função de examinar, estimular a produção e orientar a importação dos livros, além de outras funções. Após a sua criação, muitas reformulações aconteceram, porém, com a criação do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) através do Decreto-Lei 91.542 (Ago/1985), que ainda continua em vigência, trouxe algumas mudanças, como a indicação do livro didático pelos professores e a reutilização do livro.

Quanto ao livro didático de Geografia, o PNL (2007) nos traz que o livro didático não deve se constituir no único material de ensino em sala de aula, mas pode ser uma referência no processo de ensino-aprendizagem que estimule a curiosidade e o interesse para a discussão, a análise e a crítica dos conhecimentos geográficos.

Tendo como um dos princípios gerais:

O material didático precisa incorporar, coerentemente, as discussões e inovações na área de Geografia e estar atualizado em relação aos avanços

teórico-metodológicos aceitos pela comunidade científica e concernentes à corrente de pensamento geográfico adotada, respeitando-se, no entanto, as opções do(s) autor(es) pelas diferentes correntes (PNL, 2007, p. 9).

Complementando que, o livro didático de Geografia tem como prioridade, primeiramente:

[...] preparar o aluno para atuar num mundo complexo, localizar-se nele, decodificá-lo, compreender seu sentido e significado; e, segundo, desenvolver seu espírito crítico, que implica o desenvolvimento da capacidade de problematizar a realidade, de propor soluções e de reconhecer a sua complexidade (PNL, 2007, p. 10).

Através disso, o livro didático de Geografia não deve abordar apenas os conceitos teóricos, mas temas que se relacionem com a vivência do aluno, algo difícil de realizar-se em nosso país, pois o Brasil possui uma grande extensão territorial, sendo constituída por realidades e culturas diferentes, porém, somente através do conhecimento empírico dos alunos, os conceitos geográficos possuirão uma compreensão mais fácil, por exemplo:

Deve-se partir das experiências que os alunos já possuem como senso comum para, nos processos de ensino e aprendizagem, desenvolvê-las como conhecimento sistematizado nas várias escalas espaciais. Primeiramente, e de acordo com a maturidade dos alunos, devem ser estimulados os processos cognitivos como observação, identificação, comparação, compreensão, memorização, interpretação, análise, criatividade, síntese, problematização e criticidade, para formar um indivíduo com capacidade de resolver problemas, enfrentar situações complexas e expor suas ideias. (PNLD, 2007, p.10-11)

Assim como Pontuschka, Paganelli e Cacete (2007) trazem em seu livro, é necessário um professor bem formado e que saiba relacionar os conteúdos e as imagens do livro com as diferentes linguagens disponíveis com o cotidiano dos seus alunos, tornando a sala de aula um lugar de diálogo e de confronto de ideias diferenciadas.

2.2. O livro “para ensinar e aprender geografia” e os critérios de avaliação

O livro intitulado “Para ensinar e aprender Geografia” é uma obra realizada pelas autoras Nídia Nacib Pontuschka, Tomoko Iyda Paganelli e Nuria Hanglei Cacete, e na coordenação Antônio Joaquim Severino e Selma Garrido Pimenta. Foi lançada a primeira

edição do livro no ano de 2007, pela Editora Cortez e faz parte da coletânea Docência em Formação.

As autoras tem como preocupação a discussão da atual realidade da formação docente para o ensino e aprendizagem de geografia como componente curricular no ensino fundamental e médio, abordando esse processo na busca de potencializa-lo. A obra tem como finalidade por em questão como a geografia pode construir no processo de formação docente, um saber escolar com base nos conhecimentos geográficos produzidos na graduação e nos conhecimentos empíricos dos alunos que, esse saber construído, ajudará a orientar o aluno nas várias dimensões de sua vida.

A obra é dividida em três partes, na primeira, intitulada de “A Geografia como ciência e disciplina escolar”, possui três capítulos, que abordam a Geografia como ciência, o currículo e a formação docente e o ensino superior. Na segunda parte, denominada de “O ensino-aprendizagem da Geografia e as práticas disciplinares, interdisciplinares e transversais”, também é dividida em três capítulos, que trabalham o estudo do meio, a disciplinaridade, transversalidade e a interdisciplinaridade. A terceira e última parte, nomeada de “Representações e linguagens no ensino da Geografia” é separada em cinco capítulos, que trazem temas como textos escritos, linguagem cinematográficas, representações gráficas e cartográficas, e no quinto capítulo é abordado o livro didático, trazendo os critérios de avaliação, foco principal deste trabalho.

O capítulo cinco é intitulado como “O livro didático de Geografia”, nele as autoras trazem suas visões acerca do livro didático, informando que ele apresenta múltiplos aspectos, sendo uma produção cultural e também uma mercadoria, possuindo um grupo de pessoas em seu tratamento industrial antes de chegar à escola, ressaltando que o grande comprador do livro didático é o Governo Federal.

Quanto à escolha do livro didático, as autoras informam que:

O professor, ao escolher um livro didático, não pode fazê-lo de forma aleatória, pois alguma reflexão necessita ser realizada se o mestre tiver a consciência de que o alvo é, no presente caso, o aprendizado geográfico. (PONTUSCHKA; PAGANELLI; CACETE, 2009, p. 340).

Além de cada disciplina possuir suas exigências diante de seu principal objeto de estudo, como no ensino-aprendizagem de Geografia, a linguagem textual exige que os autores sejam especialistas, conhecedores da ciência e do seu ensino, porém, sendo imprescindível que o livro trabalhe com outras linguagens, para representar melhor o

espaço geográfico. Assim, não basta um texto bom, atualizado, se a diagramação não contribuir para a compreensão daquilo que se quer ensinar.

Quanto ao livro didático de Geografia e de outras disciplinas na escola, as autoras afirmam que eles não costumam passar por uma análise crítica da parte dos professores. Desse modo, elas sugerem 11 critérios básicos a serem verificados para ser feita a análise do livro de Geografia ou de outras publicações didáticas. São esses critérios:

- 1) Capa: Deve ser verificado o conteúdo da capa e o que ele diz ao leitor sobre o livro? Essa capa motiva a pessoa a abrir e ler o livro? Ela se adequa a faixa etária dos alunos a que se destina? Permite perceber a atitude teórica com relação à Geografia por meio de seu título e imagens?
- 2) Autor e Autores: Quem são? São especialistas na disciplina de Geografia? O livro traz informações bibliográficas a respeito dos autores no início ou fim do livro? Onde estudaram e onde lecionaram?
- 3) Público: O livro se destina ao ensino fundamental ou médio? Quais são as diferentes modalidades do público?
- 4) Apresentação do livro: É onde o autor faz a apresentação do livro para o aluno ou professor. O que se diz sobre ele? Se for destinado ao aluno, que linguagem é utilizada considerando a faixa etária do estudante?
- 5) Índice e estrutura do livro: É através dele que podemos realizar uma primeira avaliação da estrutura e organização dos conteúdos. Quais são os temas priorizados? Eles obedecem aos parâmetros curriculares ou às propostas dos órgãos centrais de educação? É possível ver os conceitos geográficos hoje priorizados, como lugar, região, espaço, território, sociedade e natureza?
- 6) Diagramação: Um livro pode apresentar um conteúdo bom, sem veicular preconceitos, mostrando-se compatível com temas da atualidade geográfica. Porém, se não houver uma boa interação entre conteúdo e forma, torna-se difícil a compreensão do próprio conteúdo. Por exemplo, para as turmas de 5º e 6º ano, os textos devem ser curtos e com imagens sugestivas e relacionadas ao conteúdo do texto. Já para turmas mais velhas, os textos podem ser mais densos, porém, ainda fazendo uso de ilustrações, sobretudo de material cartográfico, que são indispensáveis na Geografia.
- 7) Imagens, representações gráficas e cartográficas: As fotos, pinturas e gravuras são essenciais em um livro de Geografia, porque podem complementar um texto,

interagindo com eles, sendo parte integrante de seu conteúdo e também ser empregada em atividades, onde sejam solicitadas aos alunos reflexões sobre paisagens ou locais quaisquer.

- 8) Proposta teórico-metodológica: A trajetória da Geografia como ciência apresenta aos professores da disciplina vários caminhos teóricos e empíricos a serem trilhados, eles vem servindo de base para a produção de material didático. São tendências mais tradicionais e outras mais progressistas, muitas vezes denominadas críticas, que precisam ser detectadas na leitura dos textos que tratam do espaço geográfico.
- 9) Linguagem: É um aspecto de grande importância, pois, se o aluno tiver diante de si uma linguagem inadequada à sua idade, realidade ou compreensão, o livro não será um auxiliar nem para ele e nem para o professor na construção do saber geográfico. O autor que tiver compromisso com o público de estudantes e deseje contribuir com a compreensão da sua realidade e relação no e com o mundo, há uma necessidade de inclusão de poesias, músicas, textos de jornais, revistas e de outros autores que escrevam de forma mais erudita.
- 10) Atividades: Elas podem ser responsáveis por colaborar no avanço da compreensão do conteúdo do texto desde que tenham essa intenção, elas não podem ser reprodução de excertos do texto. Existe uma série de atividades que podem ser propostas como uso de outros textos diferentes, não contidos no corpo do capítulo, com mapas, figuras, gráficos, imagens de satélite e fotografias, construindo um repertório de linguagens que o aluno precisa conhecer e analisar para que, com base nesses elementos, desenvolva um processo de criação, exigência das várias dimensões da vida.
- 11) Bibliografia: As fontes bibliográficas precisam ser sempre mencionadas no livro, e o papel do professor é chamar a atenção e oferecer dados bibliográficos sobre os autores mais utilizados. É importante que sejam sugeridos livros adequados a faixa etária da classe, que tenham relação com os respectivos conteúdos e também, com a realidade socioespacial dos alunos.

Esses são os 11 critérios de avaliação do livro didático de Geografia presente na obra “Para ensinar e aprender Geografia” sugerido por Pontuschka, Paganelli e Cacete. Através dos critérios apresentados, o material a ser analisado seguindo essa sugestão é o

livro do 6º ano do ensino fundamental, da coletânea Expedições Geográficas, da editora Moderna, dos autores Melhem Adas e Sérgio Adas.

3. METODOLOGIA

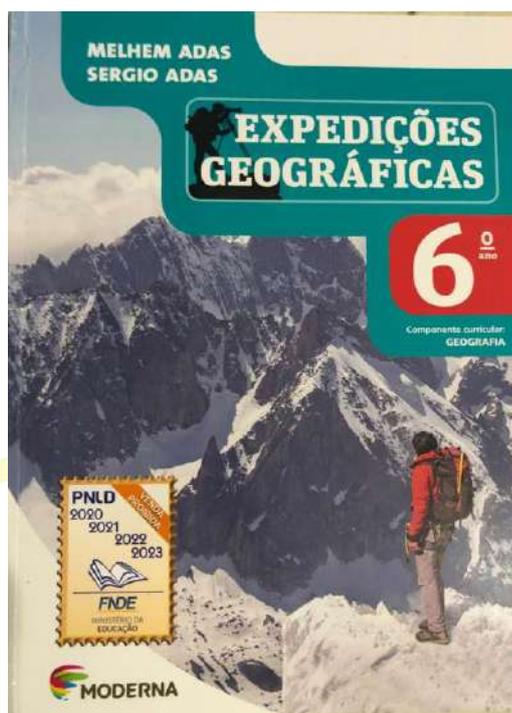
Na elaboração do presente trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que segundo Gil (2002) é desenvolvido com base em um material já elaborado e constituído principalmente de livros e artigos científicos. Usando como fonte bibliográfica principal o livro “Para ensinar e aprender Geografia”, das autoras Pontuschka, Paganelli e Cacete e como material analisado o livro didático do 6º ano de Geografia, dos autores Melhem e Sergio Adas.

4. ANÁLISE DO LIVRO

No tópico passado foram apresentados os 11 critérios de avaliação do livro didático de Geografia segundo a obra “Para ensinar e aprender Geografia”. O livro a ser analisado é destinado ao ensino fundamental II, mais precisamente a turma do 6º ano e utilizado na Escola Estadual Drº Carlos Pessoa, na cidade de Natuba-PB no ano de 2021, o livro possui um prazo de uso até o ano de 2024. A partir dos critérios apresentados, foi realizada a seguinte análise:

- 1) Capa: A imagem da capa reflete muito sobre a coletânea do livro, que se intitula de “Expedições Geográficas”, apresentando um alpinista observando uma montanha, através desse fator, pode-se despertar no leitor o desejo de explorar o conteúdo presente dentro do material, porém, creio que destinada a uma turma de sexto ano (com uma média de idade entre 10 e 12 anos) essa capa não se adequa, por não possuir elementos atrativos a faixa etária, como: figuras animadas, desenhos, entre outros. Relacionando o conteúdo da capa com a atitude teórica da geografia, elas possuem uma correlação, pois nessa série é apresentada uma introdução a geografia, onde o aluno será um explorador do mundo e entender como ele funciona.

Imagem 01: Capa do livro didático analisado.



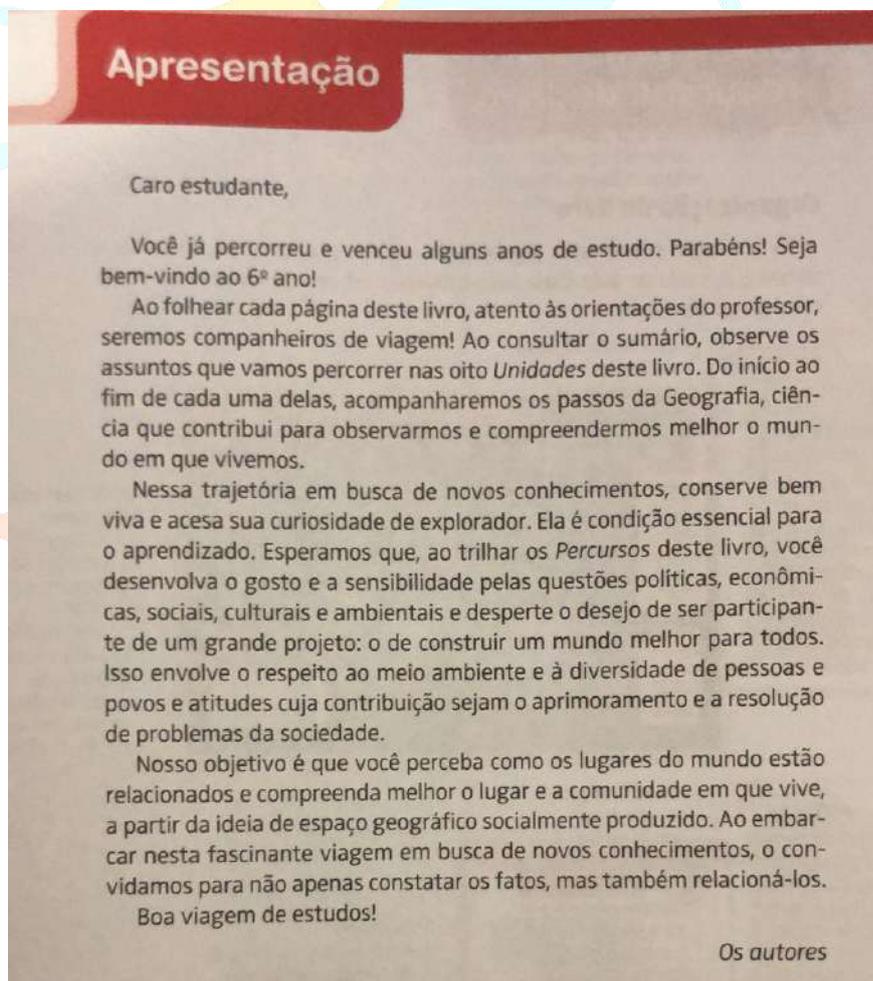
Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

- 2) Autor e Autores: O livro possui dois autores, o primeiro é Melhem Adas, bacharel e licenciado em Geografia pela faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Bento da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, é professor do ensino fundamental, médio e superior na rede pública e em escolas privadas do estado de São Paulo. O segundo autor é o Sérgio Adas, Doutor em Ciências (área de concentração: Geografia Humana) pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da universidade de São Paulo, com Pós-doutorado pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Bacharel e licenciado em Filosofia pela Universidade de São Paulo. Professor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo. As informações acerca da formação dos autores encontram-se na primeira página do livro, mostrando que os autores são especialistas na área de concentração do livro e são professores, possuindo propriedade na elaboração do livro didático de Geografia, preparando um material adequado para o aluno.
- 3) Público: O livro é destinado ao ensino fundamental II, para a turma do 6º ano. A diferença entre as modalidades é que, um livro para o ensino fundamental deve possuir um acervo maior de imagens, textos menos densos e uma linguagem mais

acessível para a faixa etária dos alunos, quanto os do ensino médio são mais detalhados e densos com relação a textos, imagens, gráficos e figuras, abusando mais da criticidade.

- 4) Apresentação do livro: Ela é voltada para o aluno, no início possui uma mensagem de saudação e os parabéns aos alunos por terem chegado ao 6º ano. A linguagem é de fácil compreensão e está interligada com a coletânea do livro, convidando o aluno a ser um explorador (relacionando com a capa), instigando-o a ler e aprofundar seus estudos.

Imagem 02 – Apresentação do livro



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

- 5) Índice e estrutura do livro: A imagem 03 apresenta as habilidades voltadas para a geografia pela BNCC, comparando com livro analisado, chegou à conclusão que ele atende a essas habilidades propostas, estando nele está priorizado o estudo das categorias solicitadas pelas autoras. Quanto ao índice e estrutura do livro, ela está

organizada em oito unidades, são elas respectivamente: Espaço, paisagem, lugar e território; Conhecimentos básicos de Cartografia; O planeta terra e a circulação geral da atmosfera; Os climas e a vegetação natural; O ciclo da água e o relevo continental; Os recursos hídricos e seus usos; Agropecuária; Indústria, sociedade, espaço e urbanização. Essas oito unidades estão divididas em quatro percursos, aprofundando o conteúdo geral e atendendo os parâmetros curriculares exigidos pelos órgãos de educação.

Imagem 03: Habilidades da BNCC de Geografia para 6º ano do Ensino Fundamental.

GEOGRAFIA – 6º ANO

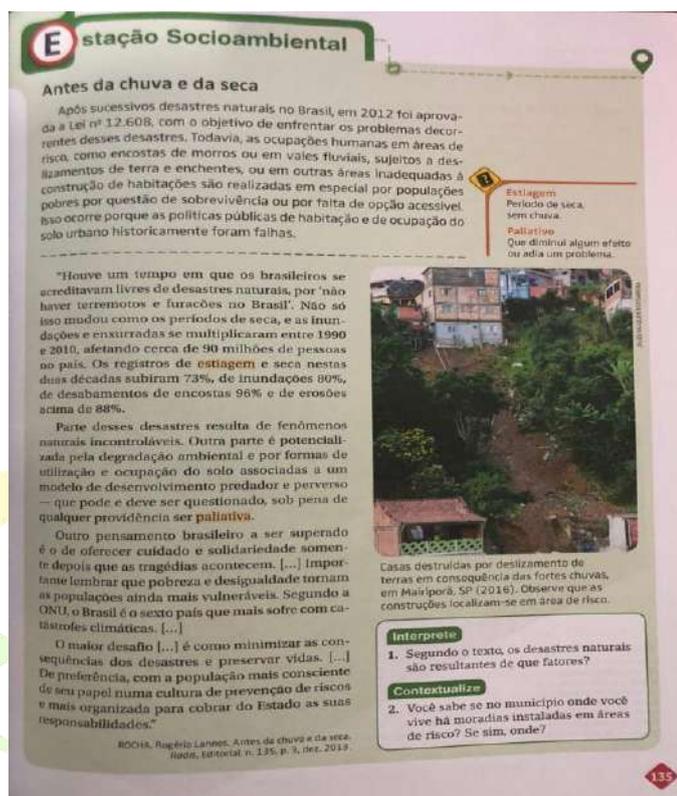
UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
O sujeito e seu lugar no mundo	Identidade sociocultural	(EF06GE01) Comparar modificações das paisagens nos lugares de vivência e os usos desses lugares em diferentes tempos. (EF06GE02) Analisar modificações de paisagens por diferentes tipos de sociedade, com destaque para os povos originários.
Conexões e escalas	Relações entre os componentes físico-naturais	(EF06GE03) Descrever os movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera, o tempo atmosférico e os padrões climáticos. (EF06GE04) Descrever o ciclo da água, comparando o escoamento superficial no ambiente urbano e rural, reconhecendo os principais componentes da morfologia das bacias e das redes hidrográficas e a sua localização no modelado da superfície terrestre e da cobertura vegetal. (EF06GE05) Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais.
Mundo do trabalho	Transformação das paisagens naturais e antrópicas	(EF06GE06) Identificar as características das paisagens transformadas pelo trabalho humano a partir do desenvolvimento da agropecuária e do processo de industrialização. (EF06GE07) Explicar as mudanças na interação humana com a natureza a partir do surgimento das cidades.
Formas de representação e pensamento espacial	Fenômenos naturais e sociais representados de diferentes maneiras	(EF06GE08) Medir distâncias na superfície pelas escalas gráficas e numéricas dos mapas. (EF06GE09) Elaborar modelos tridimensionais, blocos-diagramas e perfis topográficos e de vegetação, visando à representação de elementos e estruturas da superfície terrestre.
Natureza, ambientes e qualidade de vida	Biodiversidade e ciclo hidrológico	(EF06GE10) Explicar as diferentes formas de uso do solo (rotação de terras, terraceamento, aterros etc.) e de apropriação dos recursos hídricos (sistema de irrigação, tratamento e redes de distribuição), bem como suas vantagens e desvantagens em diferentes épocas e lugares. (EF06GE11) Analisar distintas interações das sociedades com a natureza, com base na distribuição dos componentes físico-naturais, incluindo as transformações da biodiversidade local e do mundo. (EF06GE12) Identificar o consumo dos recursos hídricos e o uso das principais bacias hidrográficas no Brasil e no mundo, enfatizando as transformações nos ambientes urbanos.
	Atividades humanas e dinâmica climática	(EF06GE13) Analisar consequências, vantagens e desvantagens das práticas humanas na dinâmica climática (ilha de calor etc.).

Fonte: BNCC, 2022. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/geografia-no-ensino-fundamental-anos-finais-unidades-tematicas-objetos-de-conhecimento-e-habilidades>. Acesso em:

19/01/2022.

- 6) Diagramação: O livro apresenta uma boa diagramação, possuindo uma quantidade densa de imagens, gráficos, mapas e ilustrações. Que ao menos uma dessas se faz presente em todas as páginas que possuem conteúdo no livro didático, junto aos textos, que possuem uma fonte de tamanho considerável, linguagem simples e acessível aos alunos, além de possuir um quadro ao lado do texto com os significados das palavras que possam ser desconhecida dos alunos. Um exemplo disso veremos na imagem a seguir:

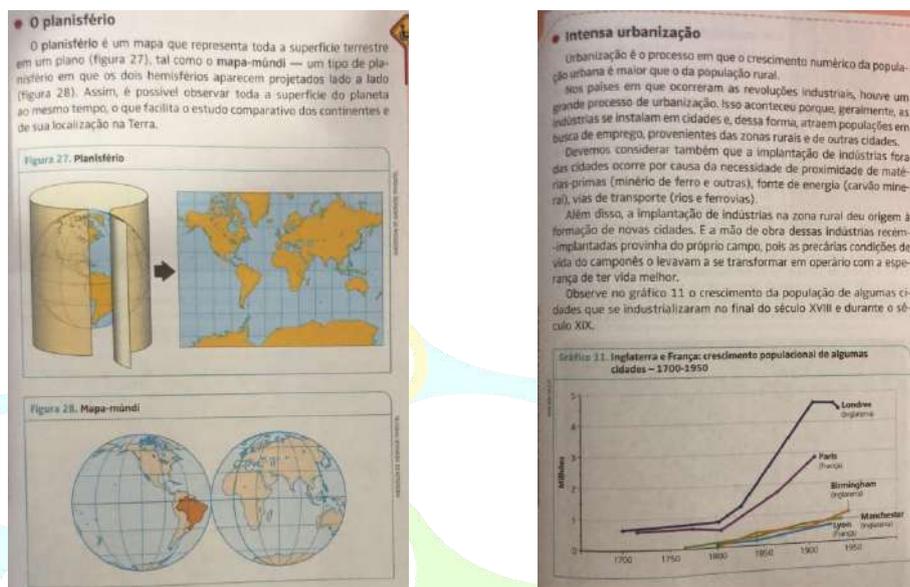
Imagem 04: Página do livro como exemplo de Diagramação.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

- 7) Imagens, representações gráficas e cartográficas: Como já é de praxe, são indispensáveis no ensino-aprendizagem da Geografia, utilizando o que foi informado no item anterior, em todas as páginas possuem um desses itens, podendo facilitar a compreensão dos alunos em relação ao conteúdo abordado.

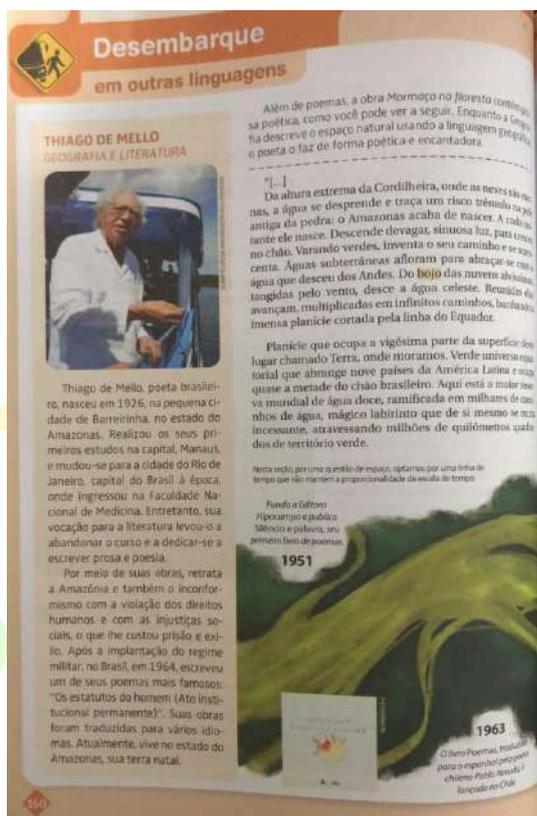
Imagem 05: Página do livro como exemplo de representações gráficas e cartográficas



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

- 8) Proposta teórico-metodológica: Durante a leitura e análise do livro, pôde-se perceber que as abordagens dos conteúdos foram realizadas de uma contemporânea, relacionando os conteúdos físicos-naturais com a sociedade de forma crítica. Entretanto, possuem conteúdos que necessitam ser trabalhados de uma maneira teórica, sem necessariamente possuir essa relação, tornando uma abordagem mais tradicional, tomando como exemplo o “Percurso 14” que trabalha os climas do mundo e do Brasil, trazendo apenas definições e características.
- 9) Linguagem: Como informado quando foi trabalhado o “Público”, os autores possuíram a preocupação em manter uma linguagem acessível aos estudantes, levando em consideração a faixa etária. Fez-se a utilização de outros meios para auxiliar no objetivo principal do livro, que é a compreensão do saber geográfico, veremos um desse exemplo a seguir:

Imagem 06: Poema utilizado para auxiliar na compreensão do conteúdo sobre a Amazônia.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

- 10) Atividades: Com relação à dinâmica das atividades presentes no livro didático, elas estão presentes a cada dois percursos, onde possuem em média 9 a 11 questões sobre os temas trabalhados. Além de possuir durante os textos perguntas sobre o tema estudado, proporcionando algumas reflexões e debates acerca do conteúdo, com isso, atendendo aos critérios solicitados.

Imagem 06: Atividade presentes no final dos percursos 1 e 2.

Atividades dos percursos 1 e 2
Registre em seu caderno

Resolva conteúdos

- 1 Você vive em um espaço natural ou em um espaço geográfico? Explique sua resposta.
- 2 Há poucos espaços naturais na Terra, pois quase todos sofreram ação das sociedades humanas. Entretanto, há espaços com pouca ou nenhuma intervenção humana. Você sabe de algum?
- 3 Ao derrubar a vegetação nativa, por exemplo uma floresta, para desenvolver a agricultura ou a pecuária, o ser humano constrói que tipo de espaço? Por quê?
- 4 Explique com suas palavras o que é paisagem geográfica e aponte elementos que ela pode conter.
- 5 Tanto a paisagem geográfica como o espaço geográfico podem ser modificados por forças sociais. Explique o que são essas forças e cite exemplos, inclusive de seu cotidiano.
- 6 Explique o que são paisagens degradadas e aponte algumas causas da degradação, citando exemplos.
- 7 Quem são os povos originários? Explique por que eles contribuem para a diversidade paisagística e a preservação da biodiversidade no território brasileiro quando seus direitos e modos de vida são garantidos.

Práticas cartográficas

8 Analise o mapa, leia o texto a seguir e responda às questões.

Brasil: reservas e terras indígenas - 2015

Fonte: IBGE. Atlas geográfico escolar, 7. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. p. 112.

[...] Terra Indígena (TI) é uma porção do território nacional, de propriedade do União [Estado brasileiro], habitada por um ou mais povos indígenas, por ela utilizada para suas atividades produtivas, imprescindível à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e necessária à sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições. [...]

O Brasil possui 462 terras indígenas regularizadas, cerca de 12,2% do território nacional. [...]

PORTAL BRASIL. Governo denuncia 232,5 mil hectares de terras indígenas. Governo do Brasil, 18 abr. 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2015/04/governo-denuncia-232-5-mil-hectares-de-terras-indigenas>. Acesso em: 16 jul. 2015.

a) Segundo o texto, a terra indígena é propriedade dos indígenas?
b) Na unidade da federação onde você vive, há reservas ou terras indígenas. De acordo com o mapa, em que situação elas se encontram?
c) Algumas pessoas demonstram preconceito em relação aos indígenas e optam ao direito de acesso dos grupos indígenas à terra. Na sua opinião, como é possível combater esse preconceito?

Explora

9 As ilustrações a seguir representam a mesma localidade em diferentes períodos. Analise-as para responder às questões.

a) As ilustrações retratam uma paisagem geográfica ou um espaço natural? Explique a sua resposta.
b) A ponte representa uma mudança ou uma permanência na paisagem?

10 Leia o fragmento de texto a seguir.

“Tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança é a paisagem [...]. Não apenas formada de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons etc.”

SANTOS, Milton. Antropologia da paisagem habitada. São Paulo: Hucitec, 1988. p. 83.

• Com base no trecho lido, sobre a imaginação e visualize uma paisagem. Descreva-a e aponte as cores, os sons, os odores, os movimentos e os volumes que nela existem. Depois, desenhá-la.

Pratique

11 Assim como o cinema, a pintura e a escultura, a fotografia é uma forma de arte muito usada pela Geografia como registro da paisagem geográfica. O bom fotógrafo não se limita a focar apenas aquilo que vê; ele precisa ter certa sensibilidade ao escolher o que será fotografado. Desse modo, além do conhecimento de técnicas de fotografia, em que se inclui a iluminação, ele emprega seu modo de ver o mundo naquilo que fotografa. Seja um bom fotógrafo e, em grupo ou individualmente, realize a seguinte atividade, seguindo estes passos:

- I. Selecione e fotografe uma paisagem nas imediações de sua escola, não se esquecendo de considerar elementos naturais e culturais da paisagem geográfica.
- II. Junte à sua fotografia com a de outro colega ou grupo e realizem uma exposição. Não se esqueçam de elaborar as legendas das fotos.
- III. Observe se as fotografias retratam a mesma paisagem e se as posições dos observadores são as mesmas ou diferentes. Em seguida, discuta com colegas o papel histórico e geográfico de uma fotografia.

Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

- 11) Bibliografia: As fontes bibliográficas que foram utilizadas na elaboração estão presentes na última folha do livro, contando com fontes confiáveis e autores renomados, como órgãos do governo, Lana de Souza Cavalcanti, Antônio José Teixeira Guerra, Sandra Baptista Cunha, Jurandyr Ross, além de utilizar como fonte o livro “Para ensinar e aprender Geografia”, material utilizado como base na análise desse material didático.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O livro didático por muitas vezes é tido como “inimigo do professor”, por muitas vezes acabar moldando como o professor deve ministrar suas aulas, dando sugestões e podendo alterar o rumo do pensamento docente. Porém, desde muito tempo atrás o livro didático se faz presente em sala de aula e seu uso e importância foi se modificando ao passar dos anos, cabendo ao professor a responsabilidade com a maneira que irá utilizá-lo em sua metodologia.

O livro didático analisado está presente na escola desde o ano de 2020, ao ser feita essa análise do livro segundo o livro “Para ensinar e aprender Geografia”, apresentado por Pontuschka, Paganelli e Cacete, pode-se perceber que esse material didático se encaixa em 11 dos 10 critérios apresentados pelas autoras. Com isso, o livro analisado está majoritariamente adequado aos parâmetros informado pelas autoras, tornando-se um bom material para ser levado e trabalhado em sala de aula com os alunos, atingindo os princípios propostos e contribuindo com a sua formação geográfica e cidadã.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a base. MEC/CONSED/UNDIME Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/geografia-no-ensino-fundamental-anos-finais-unidades-tematicas-objetos-de-conhecimento-e-habilidades>.

Acesso em: 19 jan. 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos PNLD 2007: Geografia**. Brasília: MEC, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

PONTUSCHKA, Nidia Nacib. **Para ensinar e aprender Geografia**. 3º ed. São Paulo: Cortez, 2009.

PUCHALSKI, Silvana. **O livro didático nas aulas de Geografia: uma reflexão sobre a importância do seu uso no ensino fundamental**. 2014. Monografia (Especialização na Pós-Graduação em Educação) – Universidade Federal tecnológica do Paraná, Medianeira, 2014.

AUTORES:

SUYAN FERNANDO LIMA SILVA: Graduando do curso superior de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. E-mail: suyangeografia172@gmail.com

ANTONIO MARCOS AGUIAR DE ARAÚJO: Graduando do curso superior de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. E-mail: a.marcos.a.araujo@gmail.com



Capítulo 10

AVALIAÇÃO DA CARACTERÍSTICA HARMÔNICA DE TENSÃO E CORRENTE DO PRÉDIO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

DOI: 10.29327/555997.1-10

Mariana Lima de Andrade
Werbeston Douglas de Oliveira



AVALIAÇÃO DA CARACTERÍSTICA HARMÔNICA DE TENSÃO E CORRENTE DO PRÉDIO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

Mariana Lima de Andrade

Werbeston Douglas de Oliveira

RESUMO

A necessidade de investigar os níveis de distorção harmônica em ambientes que possuem quantidades significativas de cargas não-lineares, bem como poucas cargas com grande influência na rede local, surge devido aos diversos problemas de qualidade de energia causados pelo excesso de harmônicos de tensão e corrente. O presente artigo se refere à avaliação desses níveis no prédio de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá, baseada em resultados obtidos através de campanha de medição realizada no ambiente universitário com diferentes cenários de carregamento. Observaram-se diferentes perfis de distorção de acordo com o período do dia avaliado e as condições de carga, revelando que a ausência de atividade e o funcionamento de poucos equipamentos durante a madrugada e o início da manhã aumentam a distorção harmônica de corrente, enquanto ela se mantém em níveis aceitáveis durante o período de maior atividade acadêmica. O estudo revelou-se importante e complexo, e os resultados dos níveis de distorção no prédio foram satisfatórios quando analisados à luz das normas vigentes.

Palavras-chaves: Harmônicos, Cargas não lineares, Qualidade de energia elétrica.

1. INTRODUÇÃO

Os harmônicos são componentes de frequências múltiplas da fundamental que geram deformação na forma de uma onda (LEÃO, SAMPAIO E ANTUNES, 2014). Entender os motivos e implicações do surgimento deles é fundamental para prevenir problemas no sistema elétrico, especialmente no que diz respeito ao sistema de distribuição de energia. Com a proliferação dos equipamentos baseados em eletrônica de potência, houve também um aumento da preocupação com a qualidade de energia elétrica

(QEE), definida por Dugan *et al* (2004) como qualquer problema na tensão, corrente ou frequência que resulte em mau funcionamento ou falha de equipamentos ligados à rede.

Nesse contexto, surgiu o Módulo 8 de Procedimentos de Distribuição (PRODIST), documento criado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2018) para estabelecer limites aceitáveis para os variados distúrbios de QEE, incluindo as distorções harmônicas. Unidades consumidoras (UC) que possuem muitas fontes harmônicas de baixa potência, a exemplo de computadores e lâmpadas com reatores eletrônicos, costumam apresentar índices significativos de distorções harmônicas de correntes (SILVA, 2019). Por outro lado, poucas fontes harmônicas de alta potência também podem influenciar consideravelmente a característica da UC, como o que é observado em ambientes industriais.

No prédio de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá (Unifap), há laboratórios equipados com computadores, geradores, motores, inversores e uma série de outros equipamentos sensíveis à presença de harmônicos e também responsáveis por injetá-los na rede. Dessa forma, o monitoramento das características harmônicas de tensão e corrente possibilita não apenas verificar se há ultrapassagem dos limites estabelecidos pela ANEEL, mas também avaliar a influência de cada um desses equipamentos para as possíveis distorções na rede elétrica de baixa tensão.

Baseando-se nas características de carga encontradas no prédio de Engenharia Elétrica da Unifap, o presente trabalho surge com a intenção de avaliar os níveis de distorção harmônica de tensão e corrente vistos do quadro geral de baixa tensão do local, verificando a influência de diferentes tipos e carregamentos de equipamentos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

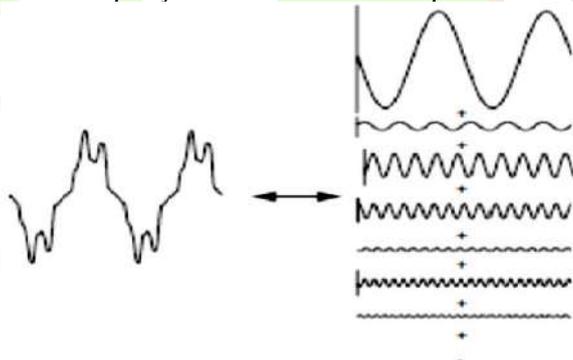
As definições de QEE são diversas e complementares, e sempre tratam do conjunto de limites aceitáveis de certas grandezas elétricas. Mas, de modo geral, a qualidade de energia tem muito a ser relacionada com confiabilidade, visto que indica um modo de fornecimento seguro e adequado, que entregue senoides equilibradas e evite impactos negativos tanto para os clientes quanto para os fornecedores (MATOS, 2016).

Componentes harmônicas podem ser definidas como parcelas senoidais de uma onda periódica distorcida, cujas frequências são múltiplas inteiras da frequência fundamental (QUEIROZ, 2018). Qualquer onda periódica distorcida ou sem conformidade pode ser decomposta em uma série de senoides através da Transformada

de Fourier (SPIEGEL, 1976), (Figura 1). A senoide principal, representada pelo número 1, determina a frequência de oscilação principal da onda, chamada de fundamental. No Brasil, o sistema opera com frequência fundamental de 60 Hz. Logo, a segunda ordem seria 120 Hz, a terceira 180 Hz, e assim sucessivamente.

Podem ser destacados alguns equipamentos que provocam efeitos significativos na qualidade de energia elétrica. Máquinas rotativas, como motores e geradores de energia elétrica, além de serem fontes de harmônicos, também são sensíveis ao efeito dos mesmos, segundo Portela e Rosa (2016), podendo sofrer aumento de temperatura, redução da vida útil e mudanças no torque (RIBEIRO, 2017). Os aspectos construtivos da máquina têm grande influência nesse fenômeno, sendo preferíveis as que possuem enrolamento distribuído, pois, apesar de fornecerem menor força eletromotriz, tem conteúdo harmônico reduzido.

Figura 1- Decomposição de onda em suas componentes harmônicas.

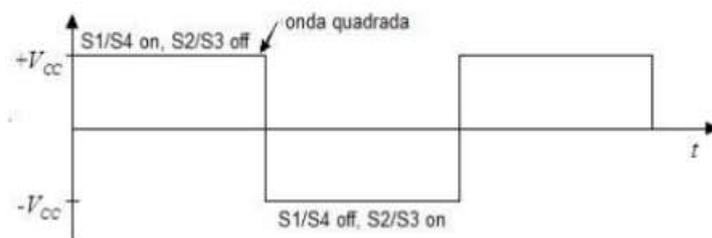


Fonte: Leão, Sampaio e Antunes (2014).

Uma outra carga não linear que ganha destaque na análise de distorção harmônica é o inversor de frequência, utilizado para fornecer energia em corrente alternada (CA) a partir de fontes em corrente contínua (CC). É comumente utilizado em sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição elétrica (sistemas on-grid), e gera preocupação devido aos altos índices de injeção harmônica na rede elétrica.

O motivo desse índice elevado é a realização da conversão através de dispositivos semicondutores de potência que funcionam como chaves eletrônicas controláveis. O processo de chaveamento, de modo geral, gera sinais de onda quadrada na saída, como na (Figura 2), o que contribui para a distorção harmônica, visto que o esperado é uma senoide pura (PINHO E GALDINO, 2014).

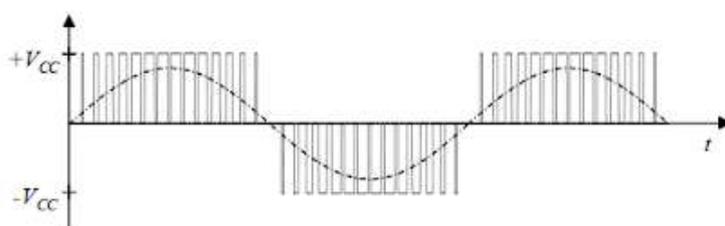
Figura 2- Onda quadrada.



Fonte: Pinho e Galdino (2014).

Inversores transistorizados, ou seja, que apresentam um transistor como dispositivo de comutação, geralmente utilizam modulação PWM (Pulse Width Modulation), que pode ser traduzida para o português como modulação por largura de pulso, e consiste em realizar a comutação a uma frequência constante, variando apenas os ciclos de trabalho, para que sejam proporcionais ao valor instantâneo do sinal desejado. Ou seja, se a amplitude da senoide é menor os pulsos são estreitos, e vão se alargando conforme a amplitude aumenta, como explicam Pinho e Galdino (2014), e pode ser percebido na (Figura 3).

Figura 3- Modulação PWM.



Fonte: Pinho e Galdino (2014).

Inversores que utilizam PWM conseguem gerar ondas mais parecidas com uma senoide pura, apresentando baixa distorção harmônica e elevada eficiência. Essa característica é muito útil quando é levada em consideração o crescimento do número de sistemas de geração fotovoltaica conectados à rede elétrica. Para a realização dessa conexão, é necessário utilizar inversores com algum controle sobre a tensão, a fase e a frequência do sinal gerado, que sejam sincronizados com a rede de distribuição e que obedeçam às regulamentações do país, no Brasil são feitas pela Associação Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), no módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST), e pela NBR 16149.

Segundo a NBR 16149 (ABNT, 2013), é imprescindível a presença da proteção anti-ilhamento, que garante a interrupção do funcionamento do sistema com geração própria mediante uma falha de fornecimento na rede de distribuição, evitando choques elétricos que podem ser fatais aos operadores da rede. Ela também estabelece uma faixa de operação de 80% a 100% da tensão nominal, e os limites de distorção de corrente, separados por ordem harmônica, mostrados na (Tabela 1).

Tabela 1 – Limites de distorção harmônica de corrente

Harmônicas ímpares	Limite de distorção
3^a a 9^a	<4,0%
11^a a 15^a	<2,0%
17^a a 21^a	<1,5%
23^a a 33^a	<0,6%
Harmônicas pares	Limite de distorção
2^a a 8^a	<1,0%
10^a a 32^a	<0,5%

Fonte: adaptada de ABNT (2013).

Além dessas exigências, a ANEEL (2017), no módulo 3 do PRODIST, estabelece que os inversores necessitam ser acoplados à rede através de um transformador, quando o sistema opera com potência acima de 75 kW. Também é necessário que todos os inversores possuam certificação do INMETRO, para atender aos requisitos de qualidade e segurança.

O PRODIST (ANEEL, 2018) também é o documento oficial responsável pela regulamentação da qualidade da energia elétrica no Brasil, destacando-se o módulo 8, que discorre sobre a importância de manter a qualidade do produto, do serviço e do tratamento ao cliente. No que diz respeito ao produto, estabelece os indicadores e limites aceitáveis para alguns fenômenos, entre eles as distorções harmônicas de tensão e corrente.

A (Tabela 2) mostra os limites para distorção harmônica total nos níveis de tensão. Para aplicações em baixa tensão, isto é, com valores iguais ao abaixo de 1 kV, é necessário que 95% dos valores medidos não excedam 10% de Distorção Harmônica Total de Tensão, indicada na tabela como DTT95%. Essa distorção é calculada de acordo com a (Equação 1), onde V_h é a tensão harmônica de ordem h e V_1 refere-se à tensão fundamental, ou seja, a referência.

Tabela 2 – Limites de distorção harmônica de tensão

Indicador	Tensão nominal		
	$V_n \leq 1,0 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < V_n < 69 \text{ kV}$	$69 \text{ kV} \leq V_n < 230 \text{ kV}$
DTT95%	10,0%	8,0%	5,0%
DTTp95%	2,5%	2,0%	1,0%
DTTi95%	7,5%	6,0%	4,0%
DTT395%	6,5%	5,0%	3,0%

Fonte: adaptada de ANEEL (2018).

$$DTT\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} V_h^2}}{V_1} \times 100$$

Equação - 1

Não há limites estabelecidos de distorção harmônica de corrente no módulo 8 do PRODIST. Entretanto, podem ser adotadas as recomendações do IEEE (2014) para sistemas elétricos de potência, a (Tabela 3) indica esses valores. Para uma razão menor que 20% entre a corrente de curto-circuito (I_{cc}) e a corrente de referência (I_r), é necessário manter a distorção harmônica total (DTI) abaixo de 5%, como pode ser observado na primeira linha da tabela. Quanto maior a corrente de curto-circuito medida no ponto de acoplamento, os limites de distorção também aumentam.

Tabela 3 – Limites de distorção harmônica de corrente

I _{cc} /I _r	Máxima distorção harmônica de corrente (%)					DTI
	Ordem harmônica individual					
	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h < 50$	
<20	4,0	2,0	1,5	0,6	0,3	5,0
20<50	7,0	3,5	2,5	1,0	0,5	8,0
50<100	10,0	4,5	4,0	1,5	0,7	12,0
100<1000	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
>1000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0

Fonte: adaptada de IEEE (2014).

3. METODOLOGIA

Para possibilitar a análise do comportamento harmônico do prédio, bem como a influência de diferentes equipamentos para a característica geral, foram utilizados diferentes analisadores de energia em pontos distintos do bloco. O analisador de energia EMBRASUL RE4080 é um equipamento capaz de realizar medições trifásicas na rede elétrica, e coleta dados de distúrbios harmônicos da 1ª até 25ª ordem, entre componentes pares e ímpares (EMBRASUL, 2015), para esse trabalho foram necessárias duas unidades desse equipamento. Também foi utilizado o analisador monofásico Fluke 43B, que mede

e registra distúrbios harmônicos de tensão e corrente até a 51ª ordem (FLUKE CORPORATION, 2005).

Tendo conhecimento das cargas que mais injetam harmônicos nas redes elétricas, foram selecionados três laboratórios do prédio de Engenharia Elétrica para realizar as medições, são eles: o laboratório de energias renováveis, o de conversão e máquinas elétricas, e o de computação, além de ter sido feita uma medição no quadro geral de baixa tensão (QGBT) do prédio, (Figura 4). A descrição dos equipamentos presentes em cada laboratório pode ser vista na (Tabela 4).

Os analisadores RE4008 foram utilizados para medir o nível de distorção harmônica simultaneamente nos quadros de distribuição dos laboratórios e no QGBT, e suas duas unidades foram configuradas para gravar os dados de tensão, corrente, potência e distorção harmônica com tempo de integração de 1 minuto, permitindo verificar as diferenças entre os cenários definidos pela autora, que serão descritos a seguir. O Fluke foi posicionado para avaliar o espectro harmônico na saída das cargas consideradas críticas: as máquinas rotativas e o inversor.

Figura 4- Quadro geral de baixa tensão (QGBT).



Fonte: própria autora.

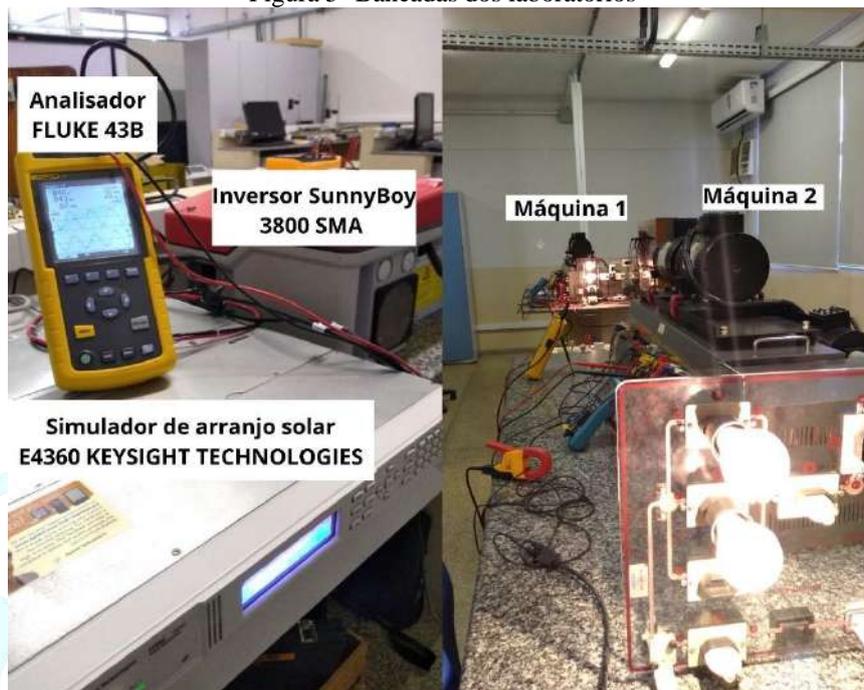
Tabela 4 – Equipamentos dos laboratórios

Laboratórios	Equipamentos Principais	Descrição
Energias Renováveis	Simulador de Arranjo Solar	Responsável por simular as características de saída de um arranjo solar, com resultados aproximados de um gerador fotovoltaico; 2 saídas – Potência máxima: 600 W cada.
	Inversor de frequência	Potência máxima de entrada: 4040W; Tensão máxima em corrente contínua: 500 V; Corrente máxima: 20 A; Potência nominal de saída: 3800 W; Frequência: 60 Hz.
Conversão e Máquinas Elétricas	2 Conjuntos motor (assíncrono)-gerador (síncrono)	Configuração delta; Tensão por fase: 220 V; Gerador – Potência: 1 CV; Rotação: 1800 RPM; Motor – Potência 1 CV; Corrente de armadura: 3,8 A.
	4 lâmpadas bulbo-halógenas	Lâmpadas de tungstênio e gás halógeno. Potência: 120W Tensão: 127V
Computação	20 Computadores	Cargas não-lineares – geralmente responsáveis pela presença de harmônicos na rede elétrica

Fonte: própria autora (2020).

No laboratório de energias renováveis, foi preparada uma bancada de simulação, utilizando o simulador de arranjo solar (SAS) e o inversor. O SAS foi utilizado em dois níveis de potência, 1110W e 550w, possibilitando avaliar o comportamento do inversor com diferentes carregamentos. No laboratório de máquinas, as bancadas de trabalho, contavam com duas máquinas rotativas, que foram utilizadas com e sem carga, para que fosse possível perceber as diferenças no comportamento harmônico dependendo da configuração. As estações de trabalho dos dois laboratórios podem ser vistas na (Figura 5).

Figura 5- Bancadas dos laboratórios



Fonte: própria autora.

As medições feitas com o Fluke possibilitaram a visualização das formas de onda de tensão e corrente, mas também foi necessário um multímetro comum para acompanhar os valores dessas variáveis nas máquinas síncrona e assíncrona, e um tacômetro para medir e regular a frequência dos motores.

1º DIA DE MEDIÇÕES

No dia 7 de agosto de 2019, realizou-se a instalação de um dos analisadores RE4008 no QGBT e do outro no quadro do laboratório de computação. No laboratório de energias renováveis, o Fluke foi ligado na saída do inversor para verificar o espectro harmônico gerado pelo mesmo nos dois níveis de carregamentos citados anteriormente. Foram definidos 5 cenários para este dia, de acordo com a (Tabela 5).

Tabela 5 – Cenários para o primeiro dia

Nº	Duração	Descrição
1	60 min	PCs funcionando, com movimentação e acesso à internet
2	10 min	PCs funcionando e SAS em 1100 W de potência
3	10 min	PCs funcionando e SAS em 550 W de potência
4	10 min	Apenas SAS em 1100 W de potência
5	10 min	Apenas SAS em 550 W de potência

Fonte: própria autora (2019).

Após coletados os dados referentes aos 5 cenários, o analisador foi retirado do quadro do laboratório de computação, e a bancada com SAS e inversor foi desconectada. Porém, o RE4008 permaneceu conectado ao QGBT, verificando o comportamento do prédio durante a noite, até o dia seguinte, no qual seriam realizados novos testes.

2º DIA DE MEDIÇÕES

No dia 8 de agosto de 2019, as medições continuaram. Um dos analisadores RE4008 foi instalado no quadro do laboratório de conversão e máquinas elétricas, enquanto o outro continuava no QGBT. O Fluke foi conectado à saída do conjunto motorizador, antes das cargas – duas lâmpadas bulbo-halógenas. Foram definidos 7 diferentes cenários para esse dia, mostrados na (Tabela 6).

Tabela 6 – Cenários para o segundo dia

Nº	Duração	Descrição
1	10 min	Máquina 1 sem carga
2	10 min	Máquinas 1 e 2 sem carga
3	15 min	Máquinas 1 e 2 com carga
4	15 min	Máquinas 1 e 2 com carga e SAS em 1100 W de potência
5	15 min	Máquinas 1 e 2 com carga e SAS em 550 W de potência
6	5 min	Apenas SAS em 1100 W de potência
7	5 min	Apenas SAS em 550 W de potência

Fonte: própria autora (2019)

Ao final das medições, os analisadores foram retirados do quadro de distribuição do laboratório de máquinas e do QGBT. Para extrair os dados do analisador da Embrasul, foi utilizado o software ANL7000, também desenvolvido pela empresa e compatível com os aparelhos da linha.

4. MÉTODO DE ANÁLISE

Para avaliar a relação entre os níveis de distorção harmônica total de tensão (DTT) e de corrente (DTI) dos dois laboratórios avaliados e do QGBT, foram construídas tabelas comparativas usando as médias desses resultados por fase em cada cenário. A utilização da média aritmética foi possível devido à baixa variação entre as medições de um mesmo cenário.

Além das tabelas, também foram consideradas as informações gráficas de DTT e DTI através do software ANL7000, que reproduz gráficos de linha de modo a permitir a

visualização do comportamento contínuo dos dados, fornecendo-os em função do tempo, de acordo com os horários de cada medição.

Para exibir quais ordens harmônicas predominaram em cada cenário, optou-se pela organização dos resultados em gráficos de coluna, modelo típico da representação do espectro harmônico de um sinal.

5. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1º DIA DE MEDIÇÕES

As tabelas 7 e 8 mostram as médias de DTI e DTT aferidas pelos analisadores. Os resultados estão divididos por fases A, B e C. Os níveis de distorção harmônica de corrente foram bem maiores que os de tensão, padrão que se repetiu em todos os cenários. Por esse motivo, este estudo deu maior atenção às distorções de corrente.

Tabela 7 – Médias de DTI obtidas no primeiro dia de medições

Cenários	Quadro do Laboratório de Computação			QGBT		
	DTIa (%)	DTIb (%)	DTIc (%)	DTIa (%)	DTIb (%)	DTIc (%)
1	33,60	30,60	39,21	3,76	4,21	5,20
2	35,68	32,26	50,02	4,45	4,33	5,30
3	39,76	33,11	52,65	4,32	4,25	5,11
4	30,04	30,64	37,14	4,28	3,82	4,94
5	26,73	26,82	34,38	4,20	4,03	5,05

Fonte: própria autora (2019)

Tabela 8 – Médias de DTT obtidas no primeiro dia de medições

Cenários	Quadro do Laboratório de Computação			QGBT		
	DTTa (%)	DTTb (%)	DTTc (%)	DTTa (%)	DTTb (%)	DTTc (%)
1	0,88	0,60	1,48	0,56	1,18	0,51
2	0,93	0,52	1,54	0,69	1,28	0,59
3	1,02	0,56	1,57	0,65	1,25	0,59
4	1,01	0,56	1,60	0,68	1,19	0,64
5	1,01	0,57	1,61	0,77	1,24	0,70

Fonte: própria autora (2019)

Apesar de altos os níveis de DTI obtidos do quadro do laboratório de computação, há pouca relação entre esses valores e os vistos do quadro geral. No QGBT, os resultados permanecem próximos dos 4%, a não ser na fase C, onde ultrapassam os 5%. A fase C também apresentou os resultados mais altos nas medições realizadas no laboratório de computação

Para os cenários 2 e 4, com 1100W de potência entregues ao inversor, foram obtidos os resultados similares, bem como nos cenários 3 e 5, com 550W de potência. A (Figura 6) mostra esses resultados diretamente do Fluke. Quanto menor a potência entregue ao inversor, mais distante de sua condição de operação nominal, maiores foram os níveis de DTI. A DTT, no entanto, permaneceu sem alterações significativas em nenhum dos cenários.

Figura 6- Bancadas dos laboratórios



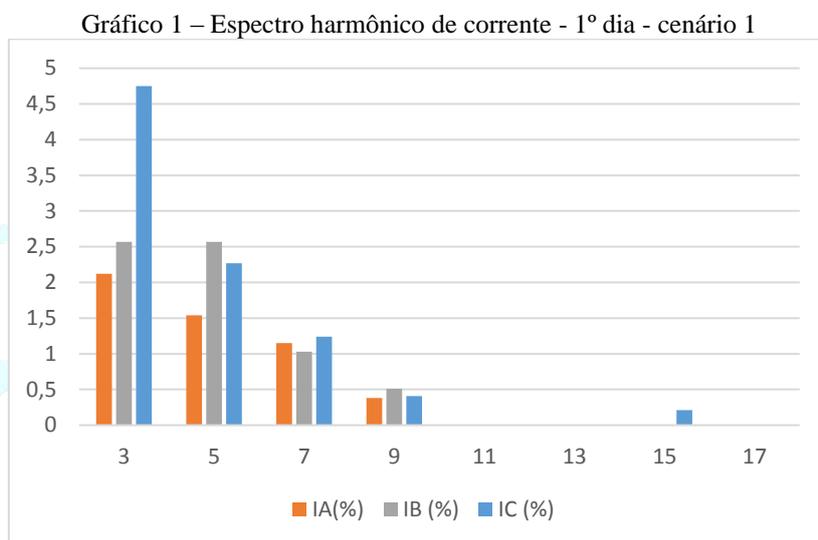
Fonte: própria autora.

Como visto anteriormente, o IEEE recomenda que os limites de distorção harmônica de corrente não ultrapassem os 5%. Considerando a característica do prédio como sendo a observada no quadro geral, apenas a fase C extrapolou essa porcentagem, mas mantendo-se em uma faixa aceitável.

No entanto, avaliando a característica apenas da sala de computação, nota-se a expressiva influência dos equipamentos eletrônicos para o surgimento de harmônicos na rede. Os níveis ultrapassam 30%, e chegam a 50% em momentos de maior movimentação e uso simultâneo de várias máquinas, como o ocorrido com a fase C nos cenários 2 e 3.

A interação entre as cargas do laboratório de informática e o aparelho inversor do laboratório de energias renováveis não fica explícita no QGBT. Quando se trata de harmônicos, a presença de cada carga pode modificar significativamente o comportamento das outras, tanto para aumentar os níveis de distorção quanto para cancelar ou filtrar algumas componentes do espectro. Mesmo no quinto cenário, quando havia DTI de mais de 7% na saída do inversor, não houve mudanças na característica geral do prédio.

Um dos resultados da distorção harmônica de corrente obtidos do QGBT pode ser visto no (Gráfico 1). “IA” representa a corrente na fase A, “IB” na fase B e “IC” na fase C. Ele foi gerado durante o cenário 1, e verifica-se a presença de quase 5% da terceira componente, de frequência 180 Hz, na fase C.



Fonte: própria autora.

2º DIA DE MEDIÇÕES

A (Tabela 9) mostra os resultados de distorção de corrente obtidos no segundo dia de medição. Como não houve distorção significativa na tensão, optou-se por não exibir os dados coletados. É possível notar pouca relação entre os resultados obtidos pela medição no quadro do laboratório e no QGBT, porém o ligeiro aumento de DTIb no quadro geral pode estar relacionado com a presença das máquinas elétricas funcionando com carga, visto que esse aumento se dá justamente nos cenários 3 e 4.

Tabela 9 – Médias de DTI obtidas no segundo dia de medições

Cenários	Quadro do Laboratório de Conversão			QGBT		
	DTIa (%)	DTIb (%)	DTIc (%)	DTIa (%)	DTIb (%)	DTIc (%)
1	3,35	18,99	3,12	3,38	4,40	4,21
2	2,33	10,13	2,34	3,30	4,48	4,05
3	3,32	10,91	3,60	3,41	4,55	4,05
4	3,25	10,77	3,42	2,98	4,60	4,13
5	3,16	11,12	3,34	3,06	4,52	4,35
6	129,87	93,97	154,64	3,01	4,43	4,48
7	131,28	96,58	142,27	3,02	4,36	4,43

Fonte: própria autora (2019)

No cenário 6, há um aumento brusco das médias de DTI no quadro do laboratório de máquinas. Essa mudança coincide com o desligamento das máquinas rotativas,

restando apenas cargas de iluminação e a refrigeração do laboratório ligadas. As mudanças de impedância resultantes da ligação e do desligamento de aparelhos influencia consideravelmente os níveis de distorção, o que explica a diferença captada pelo analisador de energia.

Na saída do gerador, onde foram ligadas as lâmpadas bulbo halógenas, houve grande distorção tanto na forma de onda de tensão quanto na de corrente. Esse comportamento levou a uma DTI de aproximadamente 46%, possuindo componentes de ordem 3, 5 e 7 principalmente. A (Figura 7) mostra esses resultados.

Figura 7- Comportamento harmônico na saída do gerador



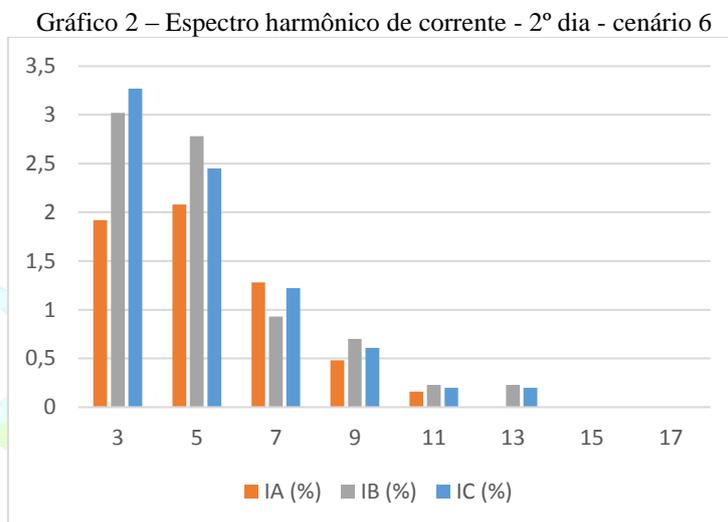
Fonte: própria autora.

Tais distorções se devem não apenas à carga, mas às formas de onda de tensão e corrente tipicamente entregues por máquinas rotativas. Apesar dos altos níveis de DTT, é normal que não haja alterações significativas no QGBT, devido às já comentadas características do comportamento harmônico, que possibilitam o cancelamento de algumas componentes quando há interação com as demais cargas conectadas à rede.

No laboratório de energias renováveis, os níveis de distorção harmônica na saída do inversor permaneceram como os do dia anterior. O fato do equipamento inversor utilizado ser apropriado para a conexão de sistemas fotovoltaicos à rede contribui para que seu formato de onda se mantenha dentro dos padrões estabelecidos pela ABNT. O inversor, certificado pelo Inmetro, não causa grandes distúrbios no ponto de acoplamento comum do prédio, ainda que os valores medidos logo em sua saída estejam um pouco acima das recomendações vistas anteriormente.

O (Gráfico 2) mostra o espectro harmônico visto do QGBT para o cenário 6. Nota-se a presença da componente de ordem 13, com frequência de 780 Hz. Apesar da alta

frequência, sua amplitude é pequena, portanto não há grande contribuição para o formato final da onda. Como já visto anteriormente, a somatória dos percentuais das componentes em cada fase revela um DTI de 4% em média.



Fonte: própria autora

6. MEDIÇÕES DURANTE A MADRUGADA

O analisador de energia da Embrasul permaneceu no quadro geral de baixa tensão durante todo o primeiro dia, até o final do segundo dia de medições. Por isso, também foram obtidos os dados de distorção harmônica do prédio durante a noite, o período da madrugada e o início da manhã. Os resultados obtidos estão exibidos na (Tabela 10).

Tabela 10 – Médias de DTI obtidas durante a madrugada e início da manhã

Horário	DTIa (%)	DTIb (%)	DTIc (%)
23:00 – 06:30	7,99	28,63	17,68
06:30 – 07:30	20,88	39,15	43,77
07:00 – 07:15	24,96	14,62	22,45
07:15 – 07:30	16,21	7,94	13,56
07:30 – 08:00	13,15	17,32	13,63

Fonte: própria autora (2019).

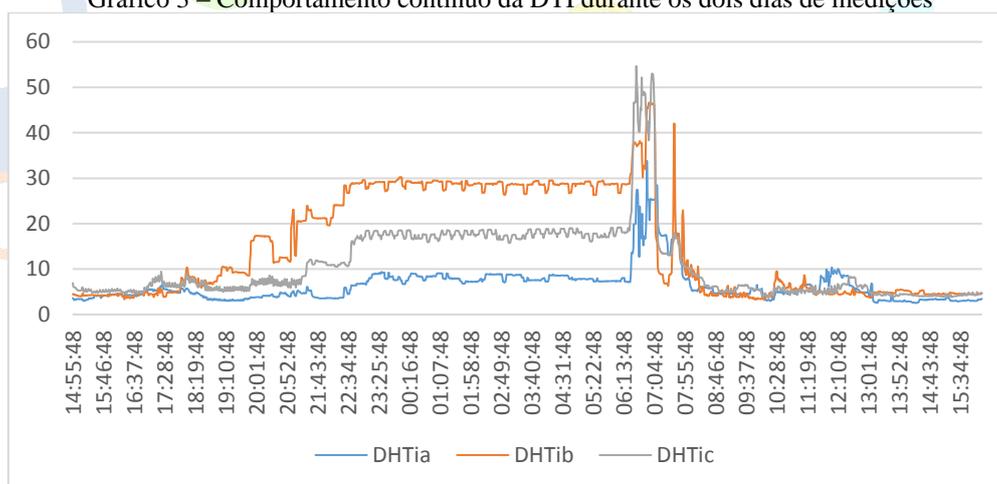
Foram separados cinco intervalos nos quais as medições detectaram valores quase constantes por fase. Nota-se que as fases possuem medidas de distorção bem discrepantes no período noturno, e durante a manhã, ainda que permaneçam altas, passam a ficar mais equilibradas, especialmente após as 07:30h, horário no qual começam a chegar os

estudantes e as cargas presentes no bloco, como centrais de ar e computadores, são ligadas.

Após as 8 da manhã, a DTI volta aos valores obtidos nos dois dias de medição. A distribuição das cargas nas três fases leva também à tendência de equiparação das taxas de distorção. Quando há maior quantidade de cargas não lineares conectadas a apenas uma fase, isso também fica claro devido aos índices de distorção harmônica se tornarem diferentes dos demais, como ocorreu no laboratório de conversão e máquinas elétricas, cujos resultados indicam que as máquinas rotativas estão conectadas à fase B.

O (Gráfico 3) exibe o comportamento contínuo da DTI nas três fases, medido no QGBT. É possível notar o expressivo aumento da distorção no período noturno, durante a madrugada e, especialmente, no início da manhã. Quando a impedância do prédio aumenta, com um maior número de cargas de diferentes tipos ligadas, as distorções mantêm certa estabilidade

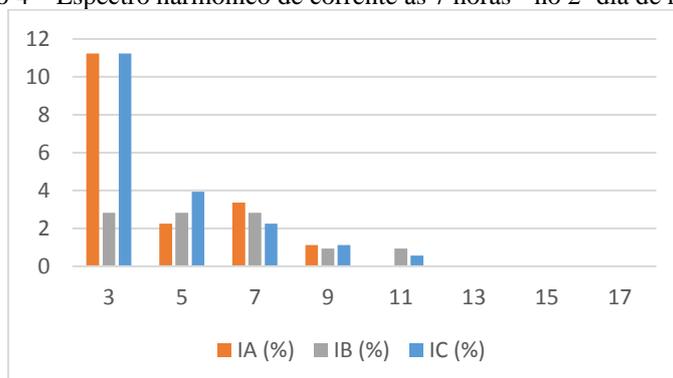
Gráfico 3 – Comportamento contínuo da DTI durante os dois dias de medições



Fonte: própria autora.

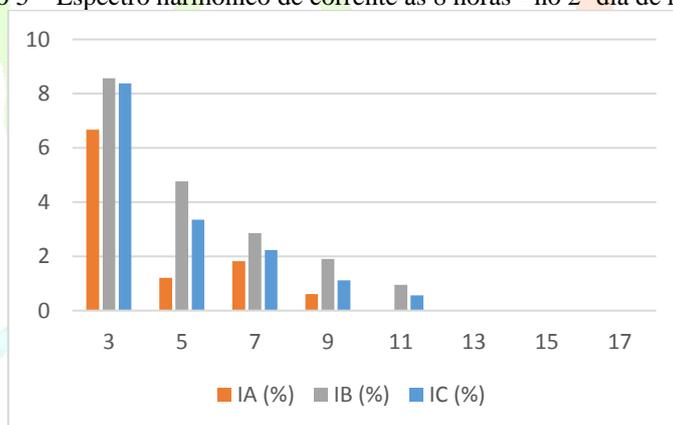
Os espectros harmônicos verificados no QGBT no início da manhã estão representados nos (Gráficos 4 e 5). O primeiro ocorreu por volta das 7 horas, quando a fase B apresentava resultados mais baixos que as demais, e o segundo às 8 horas, com maior equilíbrio entre as fases e menor percentual de distorção.

Gráfico 4 – Espectro harmônico de corrente às 7 horas - no 2º dia de medições



Fonte: própria autora

Gráfico 5 – Espectro harmônico de corrente às 8 horas - no 2º dia de medições



Fonte: própria autora

Pode-se associar os altos níveis de distorção no período especificado ao desequilíbrio de carregamento entre as fases e à presença de cargas de iluminação fluorescente que permanecem ligadas durante a noite, além de computadores que precisam ser mantidos em funcionamento durante a madrugada. Como não há cargas diferentes capazes de cancelar componentes harmônicas prejudiciais, devido à ausência de atividades no prédio, a forma de onda da corrente fica distorcida.

7. CONCLUSÃO

A avaliação dos níveis de distorção harmônica de um prédio universitário é complexa, porém necessária. É dita complexa por exigir uma análise minuciosa das fontes geradoras e sensíveis aos harmônicos, considerando as mudanças causadas pela entrada ou saída de cada uma das cargas que fazem parte da planta avaliada. No entanto, é

essencial para prevenir problemas nos equipamentos, melhorar a qualidade do produto e reduzir custos extras com a manutenção e troca de máquinas alto custo.

O prédio de Engenharia Elétrica apresentou resultados que se enquadram nos limites estabelecidos pelas normas brasileiras e internacionais. Os baixos níveis de distorção harmônica no QGBT, mesmo com o funcionamento de cargas altamente geradoras de conteúdo harmônico, mostram que o bloco possui características de impedância adequadas ao seu funcionamento durante o período de aulas e atividades acadêmicas.

Entretanto, durante o período menos movimentado, observou-se um aumento excessivo das distorções, sendo necessário investigar melhor as causas desse fenômeno, que está provavelmente relacionado às cargas não lineares que permanecem ligadas durante o período avaliado.

Mediante os resultados obtidos, há ainda a possibilidade de entender de maneira mais profunda o comportamento observado, com a realização de mais testes no período da madrugada e início da manhã, campanhas de medição em outros laboratórios e a utilização de analisadores de energia de maior alcance, que permitam verificar a presença de inter-harmônicos e as implicações dos mesmos para a rede elétrica.

8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST – Módulo 8 – Qualidade de Energia Elétrica. Revisão 10. Brasília, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST – Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. Revisão 7. Brasília, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 16149: Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características da Interface de Conexão com a Rede Elétrica de Distribuição. Rio de Janeiro, 2013.

DUGAN, R. C.; MCGRANAGHAN, M. F.; SANTOSO, S.; BEATY, H. W. Electrical Power Systems Quality. 2 ed. United States : McGraw-Hill, 2004.

EMBRASUL. Analisador de Energia RE4080. 2015. Disponível em: <http://www.embrasul.com.br/painel/pdf/Cat%C3%A1logo_RE4080_v05r00_pt_HR.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

FLUKE CORPORATION. Fluke 43B Power Quality Analyzer: Datasheet. 2005. Disponível em: <<http://www.testequipmenthq.com/datasheets/FLUKE-43B-Datasheet.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS – IEEE. Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems – Std 519. New York, 2014. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6826459>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

LEÃO, R. P. S.; SAMPAIO, R. F.; ANTUNES, F. L. M. Harmônicos em Sistemas Elétricos. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MATOS, E.O. Análise Não Paramétrica para Identificação de Fontes de Distorções Harmônicas em Sistemas de Energia Elétrica: Um Estudo Aplicado no Campus Universitário do Guamá da Universidade Federal do Pará. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará, Pará, 2016.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014.

PORTELA, K, T.; ROSA, J. S. Estudo dos Efeitos dos Harmônicos Gerados por Residências na Rede de Distribuição Secundária. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

QUEIROZ, T. M. Análise dos Indicadores de Qualidade da Energia em um Sistema de Geração Fotovoltaico do IFMG Campus Formiga. Instituto Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2018.

RIBEIRO, L. R. B. Análise de Harmônicos em Cargas Não Lineares. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

SILVA, W. F. Análise dos Impactos Harmônicos na Qualidade da Energia Elétrica Utilizando KDD - Estudo de Caso na Universidade Federal do Pará. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Pará, 2019.

SMA. Inversor Fotovoltaico SunnyBoy 3300/3800 – Manual de Instalação. 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/15842118-Inversor-fotovoltaico-sunny-boy-3300-3800.html>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SPIEGEL, M. R. Análise de Fourier. São Paulo: McGraw-Hill, 1976.

Prezados(as) leitores(as),

É com muita satisfação que apresentamos o quinto volume da Coleção intitulada “ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES”, que reúne em seus 10 capítulos pesquisadores de diversas instituições com discussões e temáticas que circundam uma gama de possibilidades de pesquisas e de relações dialógicas que certamente podem ser relevantes para o desenvolvimento social brasileiro a partir de uma ótica que contempla as mais vastas questões da sociedade. Tal obra visa dar publicidade a estudos e pesquisas frutos de árduos trabalhos acadêmicos que decerto contribuem, cada um a seu modo, para o aprofundamento de discussões em suas respectivas áreas pois são pesquisas germinadas, frutificadas e colhidas de temas atuais que estão sendo debatidos nas principais universidades nacionais e que refletem o interesse de pesquisadores no desenvolvimento social e científico que possam impactar positivamente a qualidade de vida de homens e de mulheres.

Assim sendo, convidamos todos os leitores para exercitar diálogos com os estudos aqui contemplados, esperamos que os textos publicados contribuam para a formação intelectual e a reflexão crítica dos alunos, professores e demais leitores. Desejamos ressaltar, em nome de todos que compõem a Editora Enterprising, a nossa gratidão para com os pesquisadores cujos trabalhos aparecem aqui reunidos, que diante da dedicação, temos a oportunidade de nos debruçar acerca de assuntos atuais e pertinentes. Sejam bem-vindos e tenham proveitosas leituras!



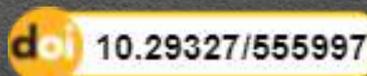
Editora Enterprising

www.editoraenterprising.net

E-mail: contacto@editoraenterprising.net

+55 61 98229-0750

CNPJ: 40.035.746/0001-55



ISBN 978-65-84546-11-0



9 786584 546110 >