



ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES

VOLUME 3

Organizadores
Dr. ROBSON ANTONIO TAVARES COSTA



ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES

VOLUME 3

Organizadores
Dr. ROBSON ANTONIO TAVARES COSTA



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
- Gilvanilde Tenorio
- Luama Socio, Dra. - Unitins - Br
- Ismael Fenner, Dr. - Fics – Py
- Rildo E Silva, Dr. - Br
- Tânia Regina Martins Machado, Dra. - Unitins – Br

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

**Dr. Robson Antonio Tavares Costa
(Organizador)**

Estudos Avançados Interdisciplinares

Volume 3



Brasília - DF

E82

Estudos Avançados Interdisciplinares Volume 3 / Robson Antonio Tavares Costa (Organizador). - Brasília: Editora Enterprising, 2022.

(Estudos Avançado Interdisciplinares Volume 3)

Livro em PDF

255 p., il.

ISBN: 978-65-994826-9-4

DOI: 10.29327/555021

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:	FANFICS E DISCURSO: PRÁTICAS COLABORATIVAS DE LEITURA E ESCRITA	09
	<i>Matheus Farias Dantas</i> <i>Tânia Maria Augusto Pereira</i>	
CAPÍTULO 2:	PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS: INSTRUMENTO DE GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI-AP	35
	<i>Elen Diana de Almeida Coelho</i> <i>Viniciu Fagundes Bárbara</i> <i>Rafael Neri Furtado</i> <i>Diani Fernanda da Silva Less</i> <i>Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha</i> <i>Alan Cavalcanti da Cunha</i>	
CAPÍTULO 3:	UMA REFLEXÃO SOBRE A EDUCAÇÃO INCLUSIVA: ENTRE OS DESAFIOS E AS CONQUISTAS	70
	<i>Renata Magalhães de Melo Oliveira</i> <i>Maria Clementina de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 4:	BANCADA DIDÁTICA PARA ENSINO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE DE BAIXA TENSÃO	89
	<i>Jean Ferguson Pimentel</i> <i>Remulo Cezar de Melo Miranda</i> <i>Alaan Ubaiara Brito</i> <i>Geraldo Neves de Albuquerque Maranhão</i>	
CAPÍTULO 5:	LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UMA MÁQUINA SÍNCRONA	108
	<i>Willian dos Santos Sarges</i> <i>Felipe Monteiro</i>	
CAPÍTULO 6:	ESTUDOS DE IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO NO AMAPÁ	151
	<i>Matheus Homobomo Neris Brito</i> <i>John Ewerton Frazão da Silva</i> <i>Felipe Monteiro</i> <i>Messias Dias da Silva</i>	

CAPÍTULO 7:	PROPOSTA DE REDUÇÃO DAS CONTAS DE ENERGIA ELÉTRICA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CAESA EM MACAPÁ	129
	<i>Gustavo Dias Lobato Felipe Monteiro</i>	
CAPÍTULO 8:	APLICAÇÃO DO ALGORITMO RANDOM FOREST PARA ESTIMATIVA DO VOLUME EM FLORESTA OMBROFILA Densa NO ESTADO DO AMAPÁ	176
	<i>Rodrigo Galvão Teixeira de Souza Anthoinny Vittória dos Santos Silva Fabrício dos Santos Lobato Vando da Costa Moraes Jadson Coelho de Abreu</i>	
CAPÍTULO 9:	REFLEXÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS TEMÁTICAS FÍSICO-NATURAIS PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	188
	<i>Alexandre dos Santos Souza Larissa Fernandes de Lavôr</i>	
CAPÍTULO 10:	USE OF FIXED EFFECT MODELS AND MIXED MODELS TO ESTIMATE HEIGHT IN AN ESTUARINE FLOODPLAIN FOREST, AMAZON, BRAZIL	210
	<i>Anthoinny Vittória dos Santos Silva Rodrigo Galvão Teixeira de Souza Maricélia Moreira dos Santos Robson Borges de Lima Jadson Coelho de Abreu</i>	

Apresentação

Prezados(as) leitores(as),

É com muita satisfação que apresentamos o terceiro 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

FANFICS E DISCURSO: PRÁTICAS COLABORATIVAS DE LEITURA E ESCRITA

DOI: 10.29327/555021.1-1

Matheus Farias Dantas
Tânia Maria Augusto Pereira



FANFICS E DISCURSO: PRÁTICAS COLABORATIVAS DE LEITURA E ESCRITA

Matheus Farias Dantas

Tânia Maria Augusto Pereira

RESUMO

O presente artigo aborda a ficção de fã (Fanfiction) como gênero do discurso repleto de polifonia e dialogismo à luz da Análise do Discurso e da teoria de Bakhtin (1997). Para isso, estudou-se a questão da autoria das ficções de fã, que, por sua vez, são produções colaborativas entre escritor e o leitor-fã como um coautor da obra. Também se analisa a Fanfiction a partir das relações de forças sociais existentes na construção da sua mensagem que confirma, complementa e/ou refuta aspectos de discursos anteriores. As características desse gênero discursivo eminentemente digital são descritas tendo em vista que, muitas delas, foram herdadas dos folhetins publicados em jornais do Século XIX, sendo atualizadas para os dias atuais como corroboram Pinheiro (2014) e Silveira (2018). Para expor a dinâmica e a linguagem do gênero, são analisadas duas Fanfics (abreviação de Fanfiction) inspiradas nos contos “Felicidade Clandestina”, de Clarice Lispector e “Negrinha”, de Monteiro Lobato, encontrados em um site voltado para a publicação de fic’s (abreviação de Fanfiction). Ademais, buscou-se afirmar a relevância da ficção de fã ao ser inserida nas práticas didáticas de leitura e escrita, de maneira a aprimorar as habilidades linguísticas e literárias dos alunos.

Palavras-chave: Fanfics. Discurso. Produção Colaborativa.

ABSTRACT

This article addresses fanfiction as a discourse genre full of polyphony and dialogism in the light of Discourse Analysis and Bakhtin's theory (1997). To this end, the question of fanfictions authorship was studied, which, in turn, are collaborative productions between writer and fan-reader as a co-author of the work, thus changing the traditional concept of the author figure. Fanfiction is also analyzed from the relationship of social forces existing in the construction of its message that confirms, complements and / or refutes aspects of previous discourses. The characteristics of this eminently digital discursive genre are described given the fact that many of them were inherited from

serials published in 19th century newspapers, being updated to the present day as corroborated by Pinheiro (2014) and Silveira (2018). To expose the genre's dynamics and language, two Fanfics (short for Fanfiction) are analyzed, inspired by the short stories “Felicidade Clandestina”, by Clarice Lispector and “Negrinha”, by Monteiro Lobato, found on a website dedicated to the publication of fic's (short for Fanfiction). Furthermore, we sought to affirm the relevance of fanfiction when inserted into the didactic practices of reading and writing, in order to improve the students' linguistic and literary skills.

Keywords: Fanfics. Discourse. Collaborative Production

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a informação e a tecnologia trouxeram mudanças significativas na forma de as pessoas se comunicarem ou se expressarem em comparação com as mídias antigas, que faz com que as novas relações sociais e econômicas se baseiem, sobretudo, na informação digital, bem como nos avanços na microeletrônica e telecomunicações. Com isso, pode-se afirmar que o sujeito do século XXI é multifacetado, pois interage com vários signos através da mídia digital, algo impensável há algumas décadas, quando a comunicação era, basicamente, analógica e unilateral.

A partir desse fato, esse sujeito deve ser competente para compreender as múltiplas linguagens e letramentos, ou seja, saber se posicionar diante de um mundo plural, que trouxe novas abordagens na leitura como também na escrita. O leitor de hoje deve ser dotado de uma postura ativa e crítica diante do texto, que por sua vez, é cada vez mais integrado com outros conteúdos por meio de links, áudios, imagens e entre outras linguagens, as quais são exploradas e atualizadas simultaneamente nesses espaços digitais.

A comunicação atual permite que o sujeito use a linguagem que melhor represente a sua mensagem. Um bom exemplo disso é o gênero Fanfic (ficção de fã), que visa retomar o discurso de uma obra cultural (livro, filme, série ou música) para construir seu próprio discurso. O escritor de Fanfic pode refutar, confirmar, complementar ou fazer sugestões em relação ao texto base, do qual é fã, a fim de compartilhar a sua criação com outros fãs da mesma obra. Esse gênero, é portanto, baseado na releitura e na reescrita e exige que o leitor entre na história, modificando-a. As histórias são publicadas em capítulo por capítulo nos sites específicos e o autor recebe de seus leitores o feedback do

que eles gostariam encontrar nas próximas partes do enredo, fazendo, assim, com que o texto tenha várias vozes discursivas.

Na Fanfic não existem papéis sociais rígidos e separados, pois todos são participantes em interação, uma vez que buscam suprir a necessidade de se ter uma história com o olhar do leitor. Sendo assim, não poderia haver melhor momento do que o atual para a propagação desse gênero discursivo, pois a internet fez a Fanfic e outros gêneros digitais se popularizarem, principalmente, entre a comunidade jovem. Isso exige que a escola trabalhe a linguagem em uso com os alunos e não mais uma linguagem distante da realidade deles, pois os estudantes precisam enxergar sentido no conteúdo que lhes é ensinado. A Fanfic permite, dessa forma, unir a obra favorita, o uso frequente da internet ao ensino eficaz para o século XXI no que se refere ao letramento digital.

Esse trabalho objetiva, portanto, analisar as características e relevâncias do gênero Fanfic e o discurso que carrega. Para isso, foram analisadas duas ficções de fã encontradas no site ‘‘ Fanfics Brasil’’. O uso desse gênero em aula pode oportunizar ao estudante, em sua formação de leitor proficiente, se engajar como protagonista no processo de ensino aprendizagem, uma vez que se faz necessário um ensino de leitura e escrita mais inovador, que atenda a realidade de jovens multiletrados. Esse gênero é estudado em uma perspectiva discursiva, nesse trabalho, a fim de corroborar com um ensino propício para a socialização e humanização do aluno.

2. FANFICTION - TRAJETÓRIA E DEFINIÇÕES

Ao longo da história, muitas pessoas escreveram textos semelhantes às obras originais, geralmente com o intuito de expor o que poderia ter acontecido no enredo. Os mitos criados na antiguidade são exemplos disso, haja vista que muitos ganharam novas abordagens com o passar dos anos tendo, inclusive, várias versões de uma mesma história. Porém, um texto semelhante não necessariamente é uma Fanfic, pois para ser uma obra desse gênero, é necessário que a história criada faça sentido dentro do seu universo de circulação, ou seja, ser criada por e para fãs de um determinado produto cultural (seja um livro, filme, série ou até mesmo música). Esse público alvo reconhece as características do gênero, mesmo que elas não se adequem aos critérios literários tradicionais.

Autores como Pinheiro (2014) e Silveira (2018) sustentam a tese de que muitas características que o público leitor reconhece nas ficções de fã advêm dos folhetins literários muito comuns em jornais do século XIX. Segundo os autores, assim como as

Fanfics, esses textos contribuíram para a democratização da leitura, de maneira que todos os cidadãos tinham acesso a narrativas ficcionais que antes não estavam acessíveis às pessoas mais desfavorecidas economicamente.

Tendo como função o entretenimento, o gênero folhetinesco era publicado, capítulo por capítulo, em jornais por autores novos e desconhecidos, o que tornou possível a popularização da literatura de massa e o protagonismo de escritores iniciantes que se utilizavam do espaço que lhes era cedido nos jornais para treinarem as suas habilidades de escrita. Como aponta Pinheiro (2014), era muito fácil na época a publicação de um livro em formato de folhetim do que fazê-lo através de uma editora, o que também ocorre na Fanfic, uma vez que os ficwriters e os fãs praticamente não tem obstáculos editoriais e financeiros para escrever e ler as ficções, pois basta somente a realização de um cadastro simples em um dos sites voltados para a publicação das fic's. Ademais, a escrita bem como a leitura são cada vez mais colaborativas e democráticas.

Assim, a chance de uma Fanfic obter visibilidade é grande, tendo em vista o fato de ela tratar, da mesma forma que os folhetins do século XIX, de um enredo simples e de fácil entendimento, além de outras estratégias típicas de um romance e de um melodrama para seduzir o público a exemplo do maniqueísmo e da luta entre mocinho e vilão. Uma narrativa melodramática geralmente obtém sucesso, como argumentam Porto e Silva,

A narrativa envolve amores tornados impossíveis, intrigas, conspirações, mistérios, segredos, crianças trocadas, filhos perdidos, juramentos, venenos, passagens secretas, fugas espetaculares, noites tempestuosas cortadas por relâmpagos e trovões. De fácil apelo sentimentalista, aos olhos do leitor desenha-se o sofrimento humano ao mesmo tempo em que o fascínio pelas situações dramáticas e apaixonantes levadas ao exagero. Explora-se ainda a atração pelo fantástico, pelo nebuloso, pelo exótico. (PORTO; SILVA, 2005, p. 49).

É importante destacar que criar uma Fanfiction e torná-la popular não depende apenas da criatividade do fã em utilizar recursos melodramáticos e de seu apreço pela obra primária. Ao mesmo tempo em que há Fanfics populares, existem as que são impopulares devido a vários fatores. Algumas vezes, o fracasso de uma fic's acontece pelo fato de que algumas não possuem recursos que facilitam a interpretação textual como coerência e coesão. Outro fator que corrobora para o insucesso de muitas Fanfictions é a

rejeição ao aspecto da verossimilhança, de maneira que são criadas histórias sem coerência com o produto cultural do qual se inspiraram e, por conseguinte, afastam os fãs.

Para que isso não ocorra, se faz necessário que o escritor da *Fanfic* não se distancie muito da obra original, uma vez que a imaginação, nesse gênero, segue alguns parâmetros para não parecer muito distante do leitor que busca uma nova visão do enredo original, ou seja, procura respostas para a pergunta “e se?”

Uma *fic's*, cuja meta é atrair a atenção do seu público alvo, deve fazer com que o leitor viva a história colocando-se no lugar dos envolvidos na trama. Alcança-se esse objetivo seguindo alguns elementos que a *Fanfic* possui, os quais são comuns também ao folhetim do século XIX.

Quanto ao conteúdo, tanto os folhetins quanto as *fics* apresentam narrativas ágeis, uma profusão de eventos e ganchos usados intencionalmente para prender a atenção do leitor. É muito comum o uso da oralidade nesses dois tipos de textos, o uso de diálogos para alongar os textos. Outra coisa é que o uso dos diálogos são facilitadores da leitura, as redundâncias também são presentes, são para ajudar o leitor a lembrar coisas passadas já que essas narrativas eram sequenciadas e podiam levar meses para serem finalizadas, assim como as *fics*. (SILVEIRA, 2018, p. 32).

A *Fanfic* possui uma estrutura relativamente estável com o uso de uma linguagem mais coloquial e elementos comuns a toda narrativa: prólogo, introdução, desenvolvimento, clímax e desfecho, além de ter várias categorias, como romance, suspense, terror, entre outras.

Além da estrutura, existe outro aspecto essencial na *Fanfic*: As plataformas de publicação e circulação. Nelas existem regras que não devem ser violadas, bem como as categorias em que as histórias criadas são encaixadas. De acordo com Vargas (2005, p. 13), as chamadas *fanzines* (junção das expressões “fã” e “magazine”), isto é, revistas que tratavam de um tema através de textos e desenhos ilustrativos, foram os primeiros suportes de *Fanfics* há algumas décadas, mas seu alcance era limitado, pois era entregue pelos Correios. A partir disso, tem-se que:

Com a ampliação do alcance dos meios de comunicação de massa, os *fandoms* foram aumentando de tamanho e as *fanzines*, conseqüentemente, foram ganhando maior sofisticação, ainda que nunca perdessem sua característica de publicação voltada para um grupo específico de fãs, fosse de um seriado

televisivo, de um filme, de uma banda, ou de um ator. Atualmente, as fanzines foram praticamente substituídas pelas e-zines, que, embora mantenham as mesmas características das fanzines, são editadas, publicadas, divulgadas e consumidas em meio eletrônico. (VARGAS, 2005, p. 14).

A migração do campo impresso para o mundo online proporcionou uma lente de aumento para as ficções de fãs, que permanecem à margem do cânone literário. Com isso, essa produção ganhou um espaço próprio, no qual vários usuários se cadastram e formam, portanto, uma comunidade em que cada participante, com seu nome próprio desse ambiente virtual, interage com os demais. No Brasil, segundo Vargas (2005, p. 8-13), os sites especializados em *Fanfics* como *Spirit Fanfiction* e *Wattpad*, se popularizaram após a chegada de séries como Harry Potter, no ano 2000, e a novela Rebeldes. Inicialmente, apenas com mudanças no final da história, chegando até adaptações mais profundas em comparação à obra original como, por exemplo, mudar o ambiente onde se passa a história, criar novos acontecimentos no meio da trama, unir universos de obras distintas, dentre outras possibilidades.

Os artifícios “você verá no próximo capítulo” e “senta que lá vem história” sempre chamaram atenção do público pela curiosidade e saudade de uma determinada trama, o que mobiliza os autores para promoverem adaptações na história, a fim de não perder seus espectadores e sim agradá-los. Dessa maneira, o eixo norteador de produção da *Fanfiction* sempre deve ser a recepção dos leitores, já que com ela pode vir prestígio e em alguns casos até retornos financeiros, a partir do momento em que exista grande aceitação do público.

Quando isso acontece, rapidamente se formam grupos nas redes sociais formados por admiradores/comentaristas de uma *Fanfic*, da obra original que a inspirou. A partir disso, ocorre a interação entre esses comentaristas e o *ficwriter*, o que provoca a expectativa no público obtendo, assim, um relacionamento mais próximo com seus leitores, ainda que fundamentalmente virtual, podendo chegar até a se transformar em boas amizades, algo que não ocorria com o folhetim nem com outros gêneros discursivos devido a distância entre escritor e fã.

Nos grupos das *Fanfiction*, não importa a origem, a classe social ou a faixa etária do participante, mas sim os interesses afins pelo mesmo universo ficcional, além de ter os mesmos objetivos dos demais membros. A interação entre eles ocorre, na maioria dos casos, com a linguagem do internetês para fortalecer a identidade da comunidade, de

forma que todos presentes nela estejam unidos por laços de união e de cumplicidade. Outro aspecto que corrobora para o fortalecimento dessa relação “autor-leitor-obra” é o fato de que as *Fanfics* são:

Produções escritas especialmente por e para adolescentes, as fanfics são histórias carregadas de traços diretos e indiretos do cotidiano deles e de seus dramas pessoais. São recorrentes os problemas de relacionamento com os pais, o refúgio através da amizade com a melhor amiga, o dia-a-dia na escola (muitas personagens centrais de fanfics estão no colégio) e, obviamente, os relacionamentos amorosos, seu nascer e crescer, suas idas e vindas, dores e encantamentos. Ao funcionar como um caminho de fantasia que supre as lacunas existenciais, gera identificação e entretém o leitor, as fanfics, tal como os folhetins, cativam seu público com muita facilidade. (PINHEIRO, 2014, p. 28).

Essa natureza interativa é fundamental, portanto, no processo de criação da história, pois a medida que o autor vai postando os capítulos de sua ficção, os leitores comentam com sugestões ou críticas e propõem novas ações no enredo, o que possibilita uma relação mais próxima e multilateral com o público. Contudo, muitos autores não permitem o uso de suas obras, com a alegação que a prática da *Fanfic* pode incorrer no crime de plágio. Outros autores não só permitem como também estimulam os leitores a produzir, já que as ficções de fã aumentam a visibilidade da obra original, além de haver vários tipos de *fic's* sendo que cada um tem vários exemplares tornando penoso processar esse gênero discursivo. Alguns deles, inclusive, são de excelente qualidade, outros possuem necessidade de mais organização bem como de coerência textual e existem as que fizeram muito sucesso, como a obra *Cinquenta Tons de Cinza*, da escritora E.L. James, inspirada na série *Crepúsculo*.

Mesmo com essa polêmica, o fato é que a *Fanfic* se tornou uma categoria literária distinta e criativa por possuir um estilo único, no qual pode-se utilizar recursos visuais, orais ou auditivos para publicar sua mensagem. Portanto, é fundamental uma reflexão acerca da ficção de fã como um texto multimodal e como um gênero marcado pelo dialogismo e pelo interdiscurso em uma perspectiva bakhtiniana, o que será abordado no tópico a seguir.

3. FANFIC: DIALOGISMO E INTERDISCURSO

De acordo com o pensamento Bakhtiniano, “Todas as esferas da atividade humana, por mais variadas que sejam, estão sempre relacionadas com a utilização da língua” (BAKHTIN, 1997, p. 279). Isso permite afirmar que a linguagem é construída a partir do uso que seus falantes fazem dela, por meio da interação (informal ou formal) entre os sujeitos, que protagonizam as relações sociais e culturais. Por meio dela, construímos nossas ideias, argumentos e discursos.

A atividade discursiva, segundo Bakhtin (1997), acontece a partir de discursos anteriores que são adaptados para o contexto sócio-político dos interlocutores, a fim de que a mensagem elaborada por um locutor faça sentido para os participantes, que, por sua vez, estão ativos nesse processo de construção dos enunciados. Assim, a ficção de fã, por exemplo, retoma um discurso anterior, adaptando-o para construir seu próprio discurso, seja refutando, confirmando ou acrescentando ao universo original.

O discurso é, portanto, multifacetado e complexo, definido por Bakhtin (1997) como uma “língua viva”, ou seja, por não ser inerte ao tempo, o discurso recebe inúmeras influências sócio históricas em sua construção e interpretação.

Não tem limites estabelecidos de forma rígida para o discurso, uma vez que ocorre em um determinado tempo e contexto sócio histórico através dos elementos linguísticos, não se resumindo a ser uma mera transmissão de informação por meio da fala ou língua, embora necessite desses instrumentos de comunicação para se concretizar. A palavra emitida por um locutor carrega ideologias e conceitos formulados socialmente, que não devem ser desprezados pelo interlocutor no momento de sua interpretação textual.

Esse locutor desempenha vários papéis sociais e seu discurso não é neutro, uma vez que tanto influencia como é influenciado pela sociedade. Esse sujeito também se caracteriza por ser histórico, no seu discurso é possível perceber resquícios de outros discursos, que influenciam sua composição e estilo, seja refutando-os ou confirmando-os. A partir das relações dialógicas, são emitidos significados, juízos de valor, opiniões pois são relações semânticas estabelecidas entre enunciados. Além disso, o discurso nunca se repete, mas ganha novas roupagens porque sofre influências de outras manifestações discursivas.

Os discursos se encaixam em padrões comunicativos denominados por Bakhtin (1997) de gêneros discursivos por serem relativamente estáveis e ligados ao contexto social no qual o falante está inserido. Essa estabilidade acontece devido a mutabilidade

da língua que se adapta às mais diversas situações comunicativas. Portanto, há uma grande diversidade de gêneros do discurso e sobre isso Bakhtin afirma que:

O gênero do discurso não é uma forma da língua, mas uma forma do enunciado que, como tal, recebe do gênero uma expressividade determinada, típica, própria do gênero dado. No gênero, a palavra comporta certa expressão típica. Os gêneros correspondem a circunstâncias e a temas típicos da comunicação verbal e, por conseguinte, a certos pontos de contato típicos entre as significações da palavra e a realidade concreta. (BAKHIN, 1997, p. 312).

Os gêneros discursivos não são estáticos e fixos. Conforme a realidade sócio-histórica, surgem gêneros novos, alguns desaparecem, outros são atualizados. Eles não vêm do acaso, mas estão intimamente relacionados ao fator cultural existente nas sociedades, sendo que cada cultura possui suas peculiaridades. Estas, por sua vez, são alteradas constantemente ao longo de sua história, criando tradições que influenciam os gêneros do discurso, os quais não tem origem e fim determinados sendo usados por sujeitos que são:

Presumidos pelas atividades verbais em curso como sendo um certo tipo de evento e devem dar sua contribuição; apoiando-se sobre seus conhecimentos, devem supostamente saber como os constituintes (componentes) dos gêneros se associam de maneira típica, o que implica expectativas a cada vez. (MAINGUENEAU, 2016, p. 138).

Em outras palavras, adequamos uma mensagem às especificidades de um gênero e ao ouvir o discurso de alguém, identificamos o gênero e sua composição, estilo (recursos linguísticos empregados) e conteúdo que lhe é característico. Isso acontece devido ao conhecimento prévio que temos do gênero. Os fãs que interagem em um site ou grupo voltados para a publicação bem como a circulação das *Fanfictions*, por exemplo, reconhecem facilmente as nuances do gênero por já estarem habituados a ler/escrever esse gênero discursivo.

Isso não acontece só com esse tipo de público, mas com todos nós, pois sabemos reconhecer os elementos típicos de um artigo, reportagem, carta e de outros gêneros através das funções que desempenham, bem como por meio da esfera de circulação e produção na qual estão inseridos. Os gêneros permitem, dessa forma, a divulgação dos discursos de várias esferas.

Com artigos, resenhas e outras produções acadêmicas, os discursos e as posições de uma comunidade universitária são revelados. No caso da *Fanfic*, são evidenciados os discursos e as posições de um grupo existente nas mídias digitais, a exemplo das redes sociais.

A maleabilidade de um gênero do discurso contribui para os processos de identificação e análise de um gênero discursivo que pode ter relações intragenéricas e/ou intergenéricas ou seja, ter aspectos de intertextualidade com texto do mesmo gênero ou de diferentes gêneros, como aponta Rojo (2007, p. 1767), a qual afirma também que, no caso das relações intergenéricas, a “fronteira entre os gêneros é marcada, sintática ou composicionalmente”.

O gênero discursivo é, portanto, heterogêneo, repleto de várias vozes discursivas e pode possuir aspectos de vários tipos textuais, sejam eles narrativos, descritivos, dissertativos-argumentativos, expositivos e/ou injuntivos. A *Fanfic*, assim como outros textos literários, pode ter elementos típicos de outros gêneros, em diversas esferas de atuação humana.

Dependendo da realidade em que o gênero discursivo está inserido, ele pode tanto sofrer mudanças como influenciar esse contexto comunicativo. Isso acontece com a *Fanfic* que surgiu de maneira impressa em revistas e jornais, passando para as mídias digitais com as novas TIC's (Tecnologias de Informação e Comunicação) adaptando-se às características desse ambiente virtual. Um exemplo dessa adaptação é o surgimento constante de sites e blogs voltados para a escrita de ficções de fã. A *Fanfic*, por sua vez, está intrinsecamente ligada a esse mundo virtual onde a interatividade acontece simultaneamente sem fins lucrativos já que o principal objetivo desse gênero é ampliar o contato entre os fãs e a *Fanfiction*.

Os leitores, muitas vezes, encontram nas *Fanfics* uma forma de fugir da realidade mesmo que, de forma ficcional. Nesse universo da ficção, eles podem exteriorizar seus pensamentos e interagir com pessoas de diversos grupos sociais, sexos, idade e localização. Essa interação, aliada à reelaboração de discursos anteriores, causa uma multiplicidade de relações dialógicas no texto de fã. Tais relações, como afirma Fiorin (2006), citado por Félix (2008), são

Contratuais ou polêmicas, de divergência ou de convergência, de aceitação ou polêmicas, de divergência ou de convergência, de aceitação ou de recusa, de acordo ou desacordo, de entendimento ou de desinteligência, de avença ou de

desavença, de condição ou de luta, de concerto ou desconcerto. (FIORIN, 2006, p. 24).

A relação de sentido entre essas vozes não se dá apenas “face a face” e acontece desde que a literatura surgiu, o que permite concluir que sempre há resquícios de polifonia nos romances, nos dramas, nas obras de ficção científica ao longo da história da literatura e por conseguinte, na *Fanfic*. Com base nisso, um fã escreve seu texto de acordo com o tipo de história (pode ser uma realidade alternativa, mistura de universos literários diferentes, um texto com vários ou poucos capítulos e que tem elementos visuais, sonoros, hiperlinks, entre outros elementos multimodais) e com os aspectos do texto primário que ele deseja manter e aqueles que serão alterados (pode ser personagem, espaço, tempo, entre outros).

Os enunciados desse gênero, portanto, adquirem sentido para os leitores se estiverem em relação com outros enunciados, o que caracteriza o texto como um espaço de ideias e de embates entre diversas vozes, ou seja, uma rede de opiniões e posturas que se complementam, ao invés de se anularem.

A polifonia e o dialogismo interferem de forma decisiva no processo criativo de uma ficção de fã, já que o *ficwriter*, muitas vezes, cria seu próprio estilo baseado no texto original, a partir de recursos textuais como a intertextualidade, citações, bricolagem, pastiche e outros. Essa é uma vantagem da *Fanfic*:

O interessante das fanfics, é que nelas o *ficwriter* encontra liberdade e espaço para escrever quaisquer cenas que tenha imaginado com qualquer personagem; ou para mudar o final de uma história; para criar conexões entre história e partes da história; entre personagens de núcleos, cânones, épocas diferentes ou até mesmo reais e irrealis. Esse dialogismo deixa espaço para uma infinidade de combinações e é a singularidade de cada pessoa que fará com que ela escolha o modo como vai criar sua fanfiction. As fanfictions são, muito além de lugares onde expandir o material canônico, laboratórios de experimentação literária. (FÉLIX, 2008, p. 130).

Neste laboratório, todos compartilham do desejo de ver outra alternativa para uma determinada obra, e quanto mais pessoas participarem dessa interação, mais a *Fanfic* ganha visibilidade e reconhecimento, algo fundamental no meio digital, corroborando para a relação que Foucault (2014) defende entre a circulação dessas vozes polifônicas e o poder, neste caso, advindo da credibilidade do texto perante os fãs.

O leitor fã, aliás, está cercado por discursos acerca de uma obra e tem uma postura mais ativa que a de outros leitores já que faz comentários, sugestões e/ou refutações acerca de uma obra. Portanto, quanto mais participação de leitores fãs houver, melhor o texto pode ficar e mais popularidade terá. Dessa forma, observa-se que a criatividade, algo inerente a esse gênero, não está restrita somente ao autor que, inclusive, não tem controle absoluto sobre sua criação visto que o público alvo se comporta como coautor. Ademais, a *Fanfic* não tem uma reação universal dos leitores, pois cada um pode fazer sugestões, que vão desde mudanças pontuais até alterações mais profundas no enredo da trama.

Os leitores são, portanto, coautores e isso reflete uma mudança, que já vem ocorrendo há alguns anos, na concepção da autoria de uma obra. Por muito tempo, considerou-se o autor como sendo o dono absoluto e original do que se fala ou escreve. Esse entendimento, porém, cedeu espaço para a definição de autor proporcionada por Barthes (1988, p.62) como sendo aquele que retoma, em sua escrita, discursos já ditos tanto pelos leitores quanto pela obra base para a *Fanfic*. A produção colaborativa, sobretudo no meio digital, é algo essencial para a vivência de uma pessoa nesse ambiente e tem diminuído a distância entre emissores e receptores de uma obra, de maneira a possibilitar o engajamento de diversas pessoas para participar desse processo de interação existente na construção de gêneros digitais como a ficção de fã. Enquanto autor, o fã deve escrever sabendo que a interatividade está presente no seu processo de produção, pois ela permite agir de maneira colaborativa nas redes percorrer caminhos não lineares nos hipertextos dentre outras inúmeras possibilidades.

Oficwriter, assim como todo escritor, coloca-se no lugar de seu leitor para ter uma antecipação, nas palavras de Orlandi (2003), de como o mesmo irá interpretar o discurso da *Fanfic*. Além dessa, outras condições de produção interferem diretamente em um processo de escrita a exemplo das relações de sentidos, isto é, o discurso sempre se relacionará com outros: “não há começo absoluto nem ponto final para o discurso” (ORLANDI, 2003, p. 39), algo claramente identificável nas *Fanfictions*.

As relações de força também são importantes nesse processo de escrita e são definidas por Orlandi (2003, p. 40) como “relações hierarquizadas”, baseadas no poder dos diferentes lugares sociais. Isso está bem impregnado nas *Fanfics*, uma vez que o escritor fã novato que está escrevendo seus primeiros textos pode receber um *feedback* positivo dos seus leitores mais experientes, com muitos elogios ou comentários negativos

por parte deles que podem fazer com que a história não siga adiante, como é possível constatar nas inúmeras ficções de fã que há um bom tempo não tem um desfecho. A experiência de um leitor ou autor fã traz consigo um lugar de fala mais prestigiado, criando uma hierarquia nos grupos e sites voltados para o compartilhamento das *Fic's*. Pêcheux (1997), citado por Camargo (2015, p.46), corrobora para essa afirmação:

O que diz, o que enuncia, promete ou denuncia não tem o mesmo estatuto conforme o lugar que ele ocupa; a mesma declaração pode ser uma arma temível ou uma comédia ridícula segundo a posição do orador e do que ele representa, em relação ao que diz: um discurso pode ser um ato político direto ou um gesto vazio, para “dar o troco”, o que é uma outra forma de ação política. (PÊCHEUX, 1997, p. 77 apud CAMARGO, 2015, p. 46).

Dessa maneira, o *ficwriter*, como todo autor, não tem controle sobre a circulação e a interpretação de seu texto sobretudo no meio digital uma vez que a noção de leitor também vem se modificando. Hoje, o leitor fã deve ser cada vez mais engajado e ativo no processo de analisar uma obra o que não é simplesmente decodificar, mas ler e comentar de maneira clara e objetiva.

Sendo assim, a *Fanfic* possui vários discursos que se reencontram com outros, isto é, discursos que são elaborados a partir de outros anteriores (interdiscurso), seja de forma explícita ou implícita. Esse interdiscurso permite que sejam feitas reelaborações a partir das memórias discursivas, tanto do locutor como do interlocutor de um texto de fã acerca da obra original e a maneira como essas memórias se formam influencia as condições de produção da *Fanfic*. Através desse processo interdiscursivo, a mensagem propagada em uma *fic's* busca atrair o leitor para que ele participe e interaja com o autor e com a obra.

Para que essa visibilidade seja maior e eficiente, o *ficwriter* busca, geralmente, escrever com base em histórias consagradas recentemente, como séries e livros da literatura fantásticas, a exemplo da saga Crepúsculo e Harry Potter que, quando surgiram, popularizaram a *Fanfic* no mundo. No Brasil, além dessas obras, a série “Rebeldes”, exibida na televisão, provocou nos telespectadores o anseio de criar novas linhas para a trama. Inicialmente, essas histórias eram publicadas no *Orkut* através de suas comunidades (os chamados “grupos” nas redes sociais de hoje) as quais dispunham de uma organização capaz de integrar a produção, a análise feita pelas fãs e a divulgação das *Fanfics*. Com o fim dessa rede social, cresceu o número de sites especializados para esse tipo de gênero além de grupos no *Facebook* compostos por admiradores de uma

determinada obra. Alguns sites, como *Wattpad* e *Fanfics Brasil* funcionam como bibliotecas virtuais ou como redes sociais de leitores, em que o usuário faz um cadastro e pode ler e comentar várias ficções de fã, instantaneamente. Em sites como esses, os textos podem ser publicados um capítulo por vez em diferentes idiomas e lidos em múltiplos suportes.

A maioria dos *ficwriters* escreve seus textos com base em obras publicadas recentemente, sendo raros os fãs que escrevem sobre clássicos do cânone literário dos séculos passados e aqueles que o fazem utilizam uma linguagem mais atual, sem o uso de termos antigos, além de escrever, na maioria das vezes, com base nos contos clássicos mais conhecidos da sociedade, a exemplo de *Felicidade Clandestina*, de Clarice Lispector. É possível encontrar, no ambiente virtual, um bom número de ficções de fã que possuem essa obra como inspiração.

3.1 *Fanfic* do Conto *Felicidade Clandestina*

Narrado em primeira pessoa, o conto de Clarice Lispector relata a história de uma menina, amante da leitura, que deseja muito ler um livro: *Reinações de Narizinho*, do escritor Monteiro Lobato. O livro faz parte do acervo bibliográfico da livraria pertencente ao pai da antagonista, a qual é descrita como egoísta, gorda, baixa, sardenta, rica e da mesma idade da protagonista.

A dona do livro, todavia, é má e arquiteta vários planos para enganar a narradora com a afirmação de que vai emprestar a obra, mas quando chega o momento de fazê-lo, ela muda de ideia sob vários pretextos, dentre elas, de que já havia emprestado o livro para alguém, o que era mentira. A rotina torturante de ir à casa da colega e voltar para o seu lar sem o desejado livro, tortura e desgasta a menina, mas fez com que a mãe da garota cruel ficasse curiosa pelo o que estava ocorrendo. Ela ficou decepcionada com a filha, já que o livro nunca saiu da prateleira e não foi lido por ninguém. Diante disso, a mãe emprestou o livro a jovem, a qual poderia ler pelo tempo que julgasse necessário. A garota ficou muito feliz e prazerosa por desfrutar daquela experiência literária.

[...]. Chegando em casa, não comecei a ler. Fingia que não o tinha, só pra depois ter o susto de o ter. Horas depois abri-o, li algumas linhas maravilhosas, fechei-o de novo, fui passear pela casa, adiei ainda mais indo comer pão com manteiga, fingi que não sabia onde guardara o livro, achava-o, abria-o por alguns instantes. Criava as mais falsas dificuldades para aquela coisa clandestina que era a felicidade [...] (LISPECTOR, 2009, p. 7).

Assim, ela sente uma espécie de felicidade clandestina, isto é, a felicidade de conseguir algo que se desejou muito e que deve ser saboreado aos poucos. Ela não conhecia bem essa sensação de epifania que estava tendo com o seu objeto de desejo e isso é comum aos personagens de Clarice, ou seja, a felicidade, nas suas obras é um sentimento que vem como uma surpresa nos momentos mais simples da vida, sendo um elemento que foge à normalidade e a rotina

Um momento do texto que expressa isso é justamente quando a menina finge esquecer que é possuidora do livro, mesmo que temporariamente, apenas para redescobrir o prazer de tê-lo. Ela precisa alimentar esse sentimento para que ele não se perca e por isso se concentra muito no seu interior, deixando o exterior um pouco de lado para elevar a sua consciência de si mesmo e da vida. Vê-se que nesse texto, como em outros da coletânea de contos em que ele está escrito, Clarice mergulha na missão de estudar profundamente o ser humano com seus medos, angústias e ansiedades, além de expressar seu estilo literário e visão de mundo.

O escritor de *Fanfic* também ecoa seu estilo que pode se aproximar ou não da obra original. No caso da *Fanfic: Felicidade clandestina: Feijão com Arroz*, encontrada no site *Fanfic Brasil*, o *ficwriter* (ISAAC) reproduz aspectos da obra original, mas quem narra o enredo é a menina ruiva, a “vilã” do conto de Clarice, o que comprova que o texto traz outras possibilidades para a trama. O eixo principal dos fatos narrados continua sendo o empréstimo de um livro altamente desejado por uma garota que é conhecida da filha do dono de uma livraria, onde a obra está. Existem outras semelhanças com o conto original como o livro, que continua sendo *Reinações de Narizinho*, o início da história com a descrição das personagens bem como desfecho, o gosto da menina ruiva por balas e a repulsa da mesma por leitura. Sobre essa recusa da garota por livros, uma das passagens do enredo complementa a obra original:

Tais são as bênçãos e maldições de ter um pai dono de livraria! Nem mesmo com livros eu me importava, já que sempre tive mais interesse pelas delícias da culinária. Aquelas meninas nunca entenderiam os prazeres de uma refeição bem preparada, desde um simples feijão com arroz à um lindo bolo de casamento. Às vezes, quis que meu pai fosse dono de uma confeitaria. (ISAAC, 2019, n.p).

O leitor que já houver lido a obra de Clarice Lispector reconhecerá imediatamente o ambiente, bem como os personagens descritos, inclusive a menina que deseja ler o livro

de Monteiro Lobato se chama Clarice, em uma referência a escritora que não deu nomes aos envolvidos no seu conto” *Felicidade Clandestina*, ” publicado na década de 1970. A *Fanfic* confirma a história, mas modifica completamente outros elementos, a exemplo da visão que o leitor fã tem da menina alta e de cabelos lisos que deseja ler o livro. Ela e suas amigas são descritas como invejosas, arrogantes, que sempre se aproximavam de alguém com interesses escusos e que se sentiam o centro das atenções na sala de aula da escola na qual estudavam, sendo assim uma comprovação do fato da *Fanfic* não apenas continuar com o discurso de uma obra, mas ir além trazendo informações complementares.

Além disso, o escritor pode ir por outro caminho, isto é, refutar completamente outros elementos da história, oferecendo uma visão mais ampla dos fatos para o leitor fã, público alvo da *Fanfic*, já que na história original é fornecida apenas o ponto de vista de uma das personagens envolvidas. O escritor seleciona as possibilidades de mudança do enredo primário que mais se adequam aos seus objetivos para compor o seu *fanon* que são as “informações não-canônicas inventadas em *fanfictions* que, sobre o critério pessoal de *muitos* leitores do gênero, se tornam uma extensão não oficial do cânone”. (SIQUEIRA, 2008, p. 30).

A *Fanfic* analisada afirma ainda que a menina ruiva confirma que foi cruel com Clarice, mas o foi porque a garota a importunava bastante: “[...] ela nem fazia um esforço pra esconder o egoísmo e a falsidade por traz da sua amizade, sempre buscando conseguir de mim algum livro bobo emprestado. Num momento de crueldade, reconheço, eu criei um plano pra ensinar àquela loira interesseira uma lição [...]” (ISAAC, 2019, n.p).

É como se a vilã, de fato, fosse Clarice e suas amigas, que convidavam a menina ruiva para passeios e confraternizações unicamente por interesses pessoais. O autor explora o máximo de possibilidades que a *Fanfic* oferece e acrescenta que a sua protagonista já era, possivelmente, uma adulta pois ela narra a história deixando claro que era, na época, uma adolescente, e como tal, estava pensando e repensando suas atitudes após sua mãe descobrir o que ela estava fazendo com sua colega. Percebe-se que o autor confirma que ela, assim como descrito por Clarice, é observadora, um pouco desconfiada e com tendência a ser vingativa e meticulosa em alguns momentos. A história conclui sem citar o que aconteceu com Clarice, depois de pegar o livro emprestado, como é descrito no enredo original: “Depois da dura reprimenda que eu recebi da minha mãe, fui forçada a repensar os meus erros e mudar minhas atitudes. Hoje, décadas depois, ainda

penso naquele livro que Clarice nunca devolveu. Não que eu o teria lido, mas mesmo assim...!” (ISAAC, 2019, n.p).

A *Fanfic* diverge em alguns aspectos do texto de Lispector, mas apresenta muito mais semelhanças, diferentemente de outras ficções de fãs que refutam elementos de Felicidade Clandestina, a exemplo dos *crossovers* encontrados em sites como *Fanfic Brasil*. Um deles intitula-se: *Felicidade Clandestina: Felicidade é apenas um sonho*, que integra características de dois universos literários distintos para a criação de seu enredo, ou seja, personagens, espaço e ações de duas histórias são adaptados para estarem juntos em uma *Fi'cs*, como será descrito no tópico a seguir.

3.2 *Fanfic Crossover* dos Contos Felicidade Clandestina e Negrinha

Antes de analisarmos a *Fanfic*, precisamos falar um pouco do conto de Monteiro Lobato: *Negrinha*. O enredo traz à tona uma denúncia social contra a exploração dos negros no século XIX, em especial com os filhos dos escravos da época. Apesar da vigência da lei do ventre livre, as crianças negras eram criadas pelos patrões, o que não deixou de ser, na prática, a continuidade da escravidão, sob uma justificativa social bem arquitetada de que os menores estavam apenas sendo educados e sustentados.

Esse contexto é retratado na ficção de fã, *Negrinha*, a protagonista, é uma menina de 7 anos órfã e descendente de escravos, criada por Dona Inácia que buscava passar a imagem de uma senhora bondosa e empática, mas não aceitava a igualdade entre brancos e negros. Além disso, ela agredia *Negrinha*, que carregava em seu corpo feridas e sinais dos maus tratos:

Assim cresceu *Negrinha* — magra, atrofiada, com os olhos eternamente assustados. Órfã aos quatro anos, por ali ficou feito gato sem dono, levada a pontapés. Não compreendia a idéia dos grandes. Batiam-lhe sempre, por ação ou omissão. A mesma coisa, o mesmo ato, a mesma palavra provocava ora risadas, ora castigos. (LOBATO, 2009, n.p).

Um momento marcante desse conto é a chegada das sobrinhas de D. Inácia à casa grande, na época das férias escolares. As meninas brincam bastante, sobretudo de boneca, e andam pela casa felizes, fazendo muita bagunça algo que não é repreendido pela tia, que se aborrecia com qualquer conduta semelhante por parte de *Negrinha*. A garota se encanta com as brincadeiras das meninas e chega a participar delas, algumas vezes, o que a deixa alegre por estar em um mundo novo, onde tudo é um sonho de criança. Esse

encanto, porém, não dura muito tempo, uma vez que as sobrinhas voltam para casa e Negrinha fica descontente, vindo a morrer solitária pela frustração de retornar a um mundo de opressão e sem aquela epifania que sentira anteriormente. Esse conto evidencia uma discriminação até hoje existente, entre crianças brancas e negras e como ela vem ganhando novas roupagens, mesmo após o fim oficial da escravidão.

Na *Fanfic* de Castro Júnior, nome do fã no site *Fanfic Brasil: Felicidade Clandestina: Felicidade é apenas um sonho*, pode-se notar uma multivocalidade com os contos de *Negrinha* e *Felicidade Clandestina*. O início da história dialoga com o conto de Lobato ao utilizar o mesmo da protagonista, como mostra o trecho: “Negrinha era uma menina de sete anos. Preta? Não: Fosca, mulatinha escura, de cabelos pretos e olhos assustados” (CASTRO JUNIOR, 2019, n.p).

Também no início, a trama dialoga com o texto de Clarice, quando afirma que Negrinha era diferente da filha da patroa “que era baixa gorda e sardenta e de cabelos excessivamente crespos, meio arruivados” (CASTRO JUNIOR, 2019, n.p). Pode-se concluir que essa descrição física dessa menina ruiva é uma referência a antagonista do conto de Lispector.

Desse modo, o *ficwriter* traça novos contornos para a história quando traz a figura de Negrinha, que tem pais vivos, semelhante ao texto de *Felicidade Clandestina*. Outro ponto semelhante é que, na *Fanfic* a menina sempre sonhou em ter um pai dono de livraria e desejava ler *Reinações de Narizinho*, que estava na livraria de sua patroa. A antagonista presente na *Fanfic* é a filha da patroa, também de cabelos ruivos, cria um plano cruel para impedir que Negrinha pegue emprestado o livro, assim como a menina cruel do conto de Clarice.

A *Fanfic* evidencia seu poder de engajamento crítico e reflexão para com as questões sociais ao evidenciar que uma criança negra tem, muitas vezes, um acesso limitado ao mundo da leitura e ao conhecimento, devido às inúmeras barreiras impostas pela sociedade.

Uma fala da filha da patroa mostra claramente isso, após ter seu plano cruel de enganar Negrinha descoberto: “A mãe da malvada menina virou-se para a filha e exclamou: mas este livro nunca saiu daqui e você nem quis ler! sua filha respondeu: “mamãe, a senhora não está vendo que ela é negra” (CASTRO JUNIOR, 2019, n.p). A patroa emprestou o livro para Negrinha, que ficou muito contente e entusiasmada ao receber, mas nesse momento de alegria, descobre que toda essa história se tratava de um

sonho, justificando, assim, o título do conto. Para a protagonista, a felicidade não passa de um sonho, de uma ilusão longínqua devido ao racismo que sofria por causa da cor de sua pele.

Dessa forma, a *Fanfic* pode se basear em textos clássicos da literatura sem perder sua essência, criando, assim, novos panoramas para histórias já consagradas pelo público por meio de relações dialógicas que podem refutar, manter e/ou complementar aspectos do texto primário. Cada alteração feita pelo *ficwriter* faz novos sentidos para a história, transformando um leitor passivo em um produtor de conteúdo literário no ciberespaço e o fã em alguém que pode reagir, comentar e/ou sugerir acerca da *Fanfic* que está lendo.

Ademais, a ficção de fã pode tratar de temas atuais, como o racismo e o poder da leitura, que, feita de maneira criativa, faz o leitor virar um admirador de uma determinada obra a tal ponto de imaginar novos rumos para ela e isso é feito com uma felicidade parecida com a da protagonista de “*Felicidade Clandestina*”, ao possuir seu tão sonhado livro, mesmo que de forma emprestada. Nesse sentido, é totalmente adequada a inserção desse gênero em salas de aula, pois sendo apresentado de forma coerente com as práticas sociais de multiletramentos, pode corroborar para que nossos alunos não sejam meros reprodutores passivos de informações descontextualizadas ao século XXI, mas sujeitos competentes bem como eficientes nos âmbitos da leitura e da escrita, tornando-se protagonistas de sua aprendizagem.

No entanto, há muitos desafios nessa inserção da *Fanfic* nas aulas como será descrito no tópico a seguir.

4. FANFIC: MULTILETRAMENTOS E SALA DE AULA

Diante de um panorama social cada vez mais tecnológico e integrado com uma cultura participativa/colaborativa, é notável o protagonismo dos multiletramentos e da multimodalidade em várias esferas de atuação humana, presentes, sobretudo, na mídia digital, que permitiu a ascensão de textos produzidos pelos mais diferentes sujeitos, independente da origem ou da classe social. Tanto um indivíduo do interior do Brasil quanto alguém que mora na Europa pode produzir, bem como divulgar sua *Fanfic*, por exemplo, pela rede mundial de computadores com sua inerente fluidez e multimodalidade, como também chegar a ter uma boa visibilidade, algo impensável há algumas décadas. Os *ficwrites* podem inserir recursos sonoros e visuais em suas produções provocando, assim, mudanças nas roupagens dos textos.

Não somente a escrita se modificou, mas a leitura também possui novos paradigmas que exigem práticas de letramento atualizadas, cujo aprendizado deve ocorrer no meio escolar. Os textos híbridos atuais pedem capacidades de interpretação para cada linguagem utilizada em sua criação e dessa maneira, as nossas atuais práticas de leitura e escrita ensinadas nas escolas são insuficientes e restritas para a era digital. Azzari e Custódio afirmam que devemos “deixar de lado o olhar inocente e enxergar o aluno em sala de aula como o nativo digital que é: um construtor –colaborador das criações conjugadas na era das linguagens líquidas” (AZZARI; CUSTÓDIO, 2013, p. 74). Sendo assim, os jovens de hoje estão mais dinâmicos, críticos e imersos em relações sócio-profissionais líquidas e imediatistas.

Essa é apenas uma das várias transformações que as Tic's tem proporcionado. Além dessa mudança no comportamento da juventude, não existem mais os papéis sociais rígidos de autor e leitor ou de locutor e interlocutor, pois todos estão imersos em uma rede interativa. A *Fanfic* é prova disso, uma vez que os fãs, são coautores também por meio dos seus comentários sobre a obra que estão lendo. Sobre isso, Azzari e Custódio argumentam que:

Com a escrita colaborativa, a remixagem de diferentes textos, a circulação em rede desses enunciados, certamente, uma nova função autor é apontada e atrelada à noção do nascimento do leitor como sujeito engajado, com mais possibilidades de leituras, debates e produções que podem promover o seu protagonismo. (AZZARI; CUSTÓDIO, 2013, p. 84).

A compreensão desse gênero digital e de tantos outros que surgem a todo instante na grade curricular de um sistema de ensino pode permitir que o aluno se veja como protagonista, pois com a mediação do docente, o estudante escolhe os caminhos pelos quais irá percorrer no meio digital e estará mais apto para atender às demandas de uma sociedade globalizada como a nossa. Muitos estudantes já integram uma comunidade de fãs e tem conhecimento de como navegar pelos sites de *fanfic*. Assim, os conteúdos teóricos ensinados nas aulas de leitura e escrita devem ser aplicados a vida prática em gêneros que muitos jovens usam, como argumentam Paula e Zandonadi,

Pensando que as fanfictions tratam de temas de interesse de uma parcela dos jovens e que são produções espontâneas, feitas durante suas horas de lazer, extraclasse, e que refletem e refratam⁴ uma prática social contemporânea,

trazê-las para o interior das práticas escolares (que também são, claro, práticas sociais, ainda que de outro tipo) constitui uma estratégia possível na formação de leitores e escritores. (PAULA; ZANDONADI, 2020, p. 91).

Além disso, as autoras declaram que o texto de fã pode diminuir a falta de motivação dos alunos em leitura e escrita. O docente pode, por exemplo, fazer um levantamento acerca das preferências culturais dos seus alunos e instigá-los a desenvolver *Fanfics* sobre as mesmas ou trazer *fi'cs* baseadas em clássicos da literatura mundial e nacional a fim de motivar os discentes a ampliarem seu repertório literário.

Incentivar a produção colaborativa existente no gênero em estudo possibilita o protagonismo da escrita jovem, sobretudo, se o professor direcionar os alunos para a publicação das *Fanfics* nas redes o que permite incentivá-los a ingressar no mundo da escrita digital. Pode-se fazer um trabalho interdisciplinar com as Ciências Humanas e Naturais envolvendo *Fanfics* que debatam questões sociais a fim de incentivar o pensamento crítico dos discentes expressando-o por meio da escrita nas mídias. Contudo, há uma resistência a inserção desse tipo de ensino mais centrado na linguagem digital e de seus poderes semióticos, devido a fatores como a cultura erudita e behaviorista ainda muito impregnada na escola, apesar da mesma estar imersa em um contexto que pede um ensino mais adequado ao século XXI. Mesmo quando os gêneros digitais são o assunto de uma aula, geralmente não são usados como uma ferramenta didática que proporciona uma interação em um processo colaborativo de construção de sentidos em como um meio para colocar novas normas em aulas puramente prescritivas.

É necessário relacionar as TIC'S com o ensino por meio de objetivos claros e possíveis, além de conhecer o manuseio delas para que os alunos interajam entre si e com o docente e tenham criticidade quando escolherem dados para suas produções textuais. Mesmo em escolas que possuem equipamentos de última geração e internet acessível a todas as salas, existem aulas que somente fazem mais do mesmo como afirma Ribeiro,

Uma aula com computadores e celulares pode não trazer nada de novo. Uma aula com blogs e games pode ser apenas mais do mesmo. E se o professor sente isso ou, pior, percebe que o equipamento apenas lhe aumenta o trabalho e consome seu tempo, ele abandona os recursos. Qualquer um faria isso, afinal. [...]. Na sala de aula, se não amplia, auxilia, economiza ou valoriza...para quê? (RIBEIRO, 2018, p. 108).

O professor deve ser um pesquisador curioso e motivado para inserir os multiletramentos digitais em sua prática de ensino. Não basta reconhecer que eles são importantes, mas manifestar interesse em ações educativas planejadas e eficazes para que as TIC's potencializem o processo de ensino aprendizagem e não como meras substituições de instrumentos tradicionais como a própria voz do professor.

Os recursos e conteúdos convencionais não devem, obviamente, serem deixados totalmente de lado, mas a escola deve mudar a forma de abordá-los, pois tanto os discentes como os docentes precisam ver sentido no que estão realizando, ou seja, atentar-se para a relevância e atualidade de um determinado conteúdo, de maneira a corroborar para um espaço escolar mais humano e inovador.

Portanto, é essencial uma reflexão sobre o protagonismo e o engajamento que a *Fanfic* e os demais gêneros eminentemente digitais promovem, uma vez que os alunos precisam ser autônomos no uso das linguagens líquidas, tendo em vista que precisam da mediação do professor, do apoio da comunidade escolar e de uma estrutura física e pedagógica adequadas ao século XXI para terem um domínio mais amplo das TIC's, principalmente, em um país como o Brasil que possui injustiças sociais no acesso aos meios digitais. São necessárias políticas públicas por partes dos governantes e legisladores que priorizem a solução dessas problemáticas por meio da inclusão das novas tecnologias na escola, para que a mesma cumpra seu papel de promover o debate e o diálogo com a sociedade.

Desse modo, a *Fanfic* pode fazer parte desse novo espaço escolar de maneira que ao invés de excluir e normatizar o internetês e os comportamentos dos jovens nas redes sociais, a escola pode provocar o aluno para que ele compreenda a finalidade desse modo eminentemente digital de se expressar e de como essas práticas sociais multiletradas funcionam.

5. CONCLUSÃO

Possibilitar condições para que os alunos possuam habilidades de leitura e escrita satisfatórias, incentivando práticas pedagógicas coerentes com as diretrizes que o século XXI exige, aponta como sendo relevante o uso das *Fanfics* para a formação escolar do sujeito atual, face ao contexto tecnológico e repleto das mais diferentes linguagens. Esse é o papel da escola que pode alcançar essa finalidade por intermédio de ações que levem em conta a formação de um jovem crítico e consciente dos multiletramentos, assim como

das multimodalidades dos gêneros digitais existentes atualmente. Não há mais sentido em formar alunos cuja função na escola é de apenas decorar um conteúdo para fazerem uma prova.

Esse objetivo, no entanto, não está totalmente concretizado no Brasil porque, dentre outros fatores, as TIC's e os gêneros digitais, vêm sendo considerados ainda, de acordo com Ribeiro, como fim e não como meio, ou seja, “ser flexível com tecnologias que já são ubíquas”. (RIBEIRO, 2018, p. 115). Isso significa que a *Fanfic* e outros gêneros típicos das mídias digitais, não estão sendo apresentados em sala de aula de uma forma global e contextualizada com a apresentação de suas respectivas áreas de produção, circulação, estruturas e público alvo. Fazer isso é importante, pois as transformações sociais e culturais acontecem de uma maneira rápida e multilateral e cada uma delas permitem o surgimento ou a atualização de um gênero discursivo. A ficção de fã, portanto, é um gênero discursivo, pois, reflete essas mudanças das relações sociais no meio digital, inclusive possibilitando a criação de comunidades e grupos que interagem entre si, de maneira a colaborar diretamente na produção de um *ficwriter*, o que torna fundamental sua inserção nas práticas didáticas.

Houve avanços significativos e promissores nas mais diversas regiões do país no que se refere à adesão das TIC'S e dos gêneros digitais e discursivos nas aulas de leitura e escrita se for feita uma comparação com o uso dessas ferramentas vinte anos atrás. Há, porém, muito trabalho a ser feito, pois o foco de todo sistema de ensino deve ser considerar o discente como autor da sua produção textual, levando em conta o seu universo cultural e sua cosmovisão e não como uma “tábula rasa”, para que as aulas sejam mais dinâmicas e inovadoras e os alunos passem de meros receptores para construtores do seu conhecimento, tornando-se protagonistas de sua aprendizagem.

6. REFERÊNCIAS

AZZARI, F. E.; CUSTÓDIO, A. M. Fanfics, Google Docs... A produção Textual Colaborativa. In: ROJO, R. (Org.). **Escol@ Conectada** os muliletramentos e as TICs. São Paulo: Parábola, 2013.

BARTHES, Roland. **O rumor da língua**. 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

CAMARGO, Ana Rosa Leme. **Escrita no espaço digital**: criação e atribuição de autoria em Fanfictions. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade

Federal de São Carlos, São Carlos, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8099/DissARLC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21/07/2020.

CASTRO JUNIOR. felicidade clandestina: felicidade é apenas um sonho, Fanfics Brasil. [S.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://fanfics.com.br/capitulo-fanfic/59404/1/felicidade-clandestina-felicidade-e- apenas-um-sonho>. Acesso em: 08 jul. 2020.

FÉLIX, C. T. O Dialogismo no Universo Fanfiction: uma análise da criação de fã a partir do Dialogismo Bakhtiniano. **Ao Pé da Letra**, Recife, v. 10.2, n. 2, p. 119-133, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/pedalettra/article/view/231642>. Acesso em: 21/07/2020.

FOUCAULT, Michel. **A ordem do discurso**: aula inaugural no *Collège de France*, pronunciada em 2 de dezembro de 1970. 24. ed. Tradução de Laura Fraga de Almeida Sampaio. São Paulo: Loyola, 2014. (Coleção Leituras Filosóficas).

ISAAC. Felicidade clandestina 2: feijão com arroz. [S.l.]: FANFICS BRASIL. 2019. Disponível em: <https://fanfics.com.br/fanfic/59911/felicidade-clandestina-2-feijao-com-arroz-clarice-lispector>. Acesso em: 08 jul. 2020.

LISPECTOR, Clarice. **Felicidade Clandestina**. 1ed. São Paulo: Rocco, 2009.

LOBATO, M. Negrinha. São Paulo: Globo, 2009. Disponível em: <http://www.ufma.br/portalUFMA/arquivo/PZf7v1VNDe9gsm1.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2020.

MAINGUENEAU, D. Gêneros do discurso e web: existem os gêneros web? **Revista da ABRALIN**, Maceió, v. 15, n. 3, p. 135-160, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abralin/article/view/50230/30875>. Acesso em: 20/07/2020

ORLANDI, P. E. **Análise do discurso**. 5. ed. Campinas: Pontes, 2003.

PAULA, D. L.; ZANDONADI, S. R. Fanfiction: Leitura e Escrita na Era Digital. **Línguas e Letras**, Cascavel, v. 21, n. 49, p. 86-107, 2020. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/linguaseletras/article/view/24332/pdf>. Acesso em: 20/07/2020.

PINHEIRO, Nicolle Lemos de Almeida. **Do sonho à publicação**: o alcance literário das Fanfics. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

Disponível em: <http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/2197#preview-link0>. Acesso em: 20/07/2020.

PORTO E SILVA, L. F. Melodrama, Folhetim e Telenovela Anotações para um Estudo Comparativo. **FACOM**, São Paulo, n. 15, p. 46-54, 2005. Disponível em: http://faap.br/revista_faap/revista_facom/facom_15/_flavio_porto.pdf. Acesso em: 20/07/2020.

RIBEIRO, E. A. **Escrever, hoje**. São Paulo: Parábola, 2018.

ROJO, Roxane Helena Rodrigues. Gêneros do discurso no círculo de Bakhtin. **Simpósio Internacional de Gêneros Textuais/Discursivos**, v. 4, p. 1761-1775, 2007. Disponível em: encurtador.com.br/mzHZ1. Acesso em: 22 jul. 2020.

SILVEIRA, Suélen Palhares da. **Dos folhetins às Fanfics: dos jornais e telas para os livros**. 2018. 142 f. Dissertação (Mestre em Letras) – Universidade Federal de São João Del- Rei, São João Del- Rei, 2018.
Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/Dissertacao%20-%20Suelen%20Palhares%20da%20Silveira-Turma%202016.pdf>. Acesso em: 19/07/2020.

SIQUEIRA, Márcio André de. **A desconstrução da Fanfiction Resistência e mediação na cultura de massa**. 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/2963/1/arquivo1873_1.pdf Acesso em: 19/07/2020.

VARGAS, Maria Lucia Bandeira. **Do fã consumidor ao fã navegador-autor: o fenômeno fanfiction**. 2005. 209 f. Dissertação (Mestrado em Letras) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.
Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/869#preview-link0> Acesso em: 19/07/2020.

AUTORES

Matheus Farias Dantas: Graduado do curso superior de Licenciatura em Letras Português, da Universidade Estadual da Paraíba. Email: matheus.fariasdantas@hotmail.com

Tânia Maria Augusto Pereira: Professora orientadora. Doutora em Linguística pela Universidade Federal da Paraíba, na área de concentração em Linguística e práticas sociais, dentro da linha de pesquisa Discurso e sociedade. Mestre em Letras pela Universidade Federal de Alagoas. Professora efetiva do Departamento de Letras e Artes (DLA) e do Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores (PPGFP) da Universidade Estadual da Paraíba. Email: taniauepb@yahoo.com.br.

Capítulo 2

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS: INSTRUMENTO DE GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI-AP

DOI:10.29327/555021.1-2

Elen Diana de Almeida Coelho
Viniciu Fagundes Bárbara
Rafael Neri Furtado
Diani Fernanda da Silva Less
Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha
Alan Cavalcanti da Cunha

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS: INSTRUMENTO DE GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI-AP

Elen Diana de Almeida Coelho

Viniciu Fagundes Bárbara

Rafael Neri Furtado

Diani Fernanda da Silva Less

Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha

Alan Cavalcanti da Cunha

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi discutir e analisar a viabilidade de Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSAH) como instrumento de gestão de bacias hidrográficas para mitigação de impactos negativos causados por Usinas Hidrelétricas (UHEs). A pesquisa contou com um trabalho de campo com aplicação de questionários aos moradores e gestores dos municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande, localizados na bacia do Rio Araguari-AP. Esses municípios estão sob impacto de construção de UHEs, urbanização, extração de seixo e bubalinocultura. Foi realizada análise estatística multivariada dos dados, num total de 66 variáveis classificadas em blocos temáticos. Constatou-se que é viável a aplicação do PSAH na bacia do rio Araguari-AP. Contudo, os mecanismos de compensação financeira são ainda desconhecidos ou pouco compreendidos pelas autoridades e populações em geral. Os serviços hídricos, com vínculo significativo com a compensação financeira, elencados pelos entrevistados foram: autodepuração, proteção do solo, controle de erosão, com forte apelo às condições de lazer e apoio à agricultura e pesca. A compensação financeira seria realizada pelas potenciais empresas ou instituições que fazem uso das águas do Araguari ($p < 0,05$). Portanto, há necessidade de amplo debate social com a população e as autoridades sobre o tema para entendimento dos conceitos, de modo que adotem o melhor caminho possível para a prática de políticas públicas no setor, como a cobrança pelo uso da água e outros mecanismos de pagamentos visando a conservação e o uso sustentável de seus recursos hídricos.

Palavras-chave: Cobrança pelo uso da água; Comitê de bacia; Bacia do rio Araguari; Análise multivariada.

ABSTRACT

The objective of the research was to discuss and analyze the feasibility of Payment for Environmental Hydric Services (PSAH) as an instrument for managing hydrographic basins to mitigate negative impacts caused by Hydroelectric Power Plants (UHEs). The research included a field work with application of questionnaires to residents and managers of the municipalities of Ferreira Gomes and Porto Grande, located in the basin of the River Araguari-AP. These municipalities were impacted by the construction of UHEs, urbanization, pebble extraction and buffalo culture. A multivariate statistical analysis of the data was performed, with a total of 66 variables classified into thematic blocks. It was found that it is viable and the application of the PSAH in the Araguari river basin-AP. However, financial compensation mechanisms are still unknown or poorly understood by authorities and populations in general. The hydric services payment, with a significant link to financial compensation, listed by the interviewees were: self-purification, soil protection, erosion control, with a strong appeal to leisure conditions and support for agriculture and fishing. Financial compensation would be carried out by potential companies or institutions that use Araguari waters ($p < 0.05$). Therefore, there is a need for a broad social debate with the population and authorities on the subject to understand the concepts, so that they adopt the best possible path for the practice of public policies in the sector, such as charging for the use of water and other mechanisms of payments aimed at the conservation and sustainable use of its water resources.

Keywords: Charge for water use; Basin Committee; Araguari river basin; Multivariate analysis.

1. INTRODUÇÃO

Os efeitos deletérios causados pela interação entre o homem e o ambiente não apresentam limites aparentes, em face dos danos da degradação e impactos à biosfera, tanto em escala local quanto global, os quais são frequentemente irreparáveis ou irreversíveis, reduzindo a capacidade dos serviços ambientais prestados pela natureza, sem os quais o próprio homem poderá perecer (VATN, 2010; JOHNSTON; RUSSELL, 2011; MORENO-SANCHES et al., 2012; TAGESTAD et al., 2021)

Desses serviços, houve um aumento considerável da demanda pelos recursos hídricos em todo o planeta, sobretudo, em países em desenvolvimento, nos quais há um crescimento acelerado da demanda pelas populações, o que gera maior uso de água na indústria, na irrigação, em atividades domésticas, na geração de energia elétrica, dentre outros (Sun et al., 2013; Sun; Chan; Liu, 2020). Esse consumo ocorre muitas vezes de forma inadequada, o que tem provocado conflitos, erosão de margens, escassez e perda da qualidade da água (Moreno Júnior, 2006; Santos et al., 2018; Cunha and Sternberg, 2018).

Com este cenário, verifica-se um sensível aumento das ações de gestão de recursos hídricos, com destaque para a promoção da gestão participativa em bacias hidrográficas, com adesão da sociedade civil organizada, dos usuários e dos governos (Pahl-Wostl *et al.*, 2007; ANA, 2011; Whately; Hercowitz, 2008; Santos, 2011; Santos e Cunha, 2018).

A elaboração de políticas públicas ambientais está voltada para a conservação e recuperação do meio ambiente, não somente com os instrumentos legais de comando e controle, mas também como incentivos econômicos (Johnson; Russell, 2011; Moreno-Sanchez *et al.*, 2012; Antoniazzi; Shirota, 2007). Há de se considerar a proposta de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como um instrumento de gerenciamento sustentável da interação homem e ambiente (Swallow *et al.*, 2010; Santos e Cunha, 2018).

A gestão dos recursos hídricos no Brasil, segundo a Lei Federal n. 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), considera a água como um recurso finito e vulnerável, um bem econômico, passível de ser cobrado por sua utilização (Vettorato, 2004; Santilli, 2007; Sant'ana, 2010; Santos, 2011). A PNRH serviu de base para a criação de vários projetos de leis nos Estados brasileiros, relacionados ao gerenciamento dos recursos hídricos e estabelecimento de cobrança pelo uso da água. Tais dispositivos são instrumentos úteis à conservação e manutenção dos serviços ambientais prestados pelos recursos hídricos, podendo o mecanismo de PSA ser exclusivamente aplicado em bacias hidrográficas, por meio do PSAH.

Neste contexto, este estudo pretende contribuir com as discussões sobre o papel do PSAH como proposta às políticas de gestão das águas, a serem implementadas em bacias hidrográficas, com enfoque em bacias da Amazônia, especialmente aquelas onde há a presença de Usinas Hidrelétricas (UHEs).

Para tanto, partiu-se da seguinte indagação: há viabilidade do estado do Amapá implementar o PSAH como estratégia de gestão dos recursos hídricos na perspectiva de

Comitê de Bacia do rio Araguari? A hipótese é que a implementação do PSAH é viável, mas faltam ainda os instrumentos e efetivas políticas públicas consistentes. Assim, o objetivo de estudo foi avaliar a viabilidade de implementação do PSAH como mecanismo de gestão e conservação da bacia do rio Araguari.

2. SERVIÇOS AMBIENTAIS: CONCEITOS E FUNDAMENTOS

TEÓRICOS

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM) conceituou serviços ecossistêmicos como quaisquer benefícios que o homem obtém dos ecossistemas (Jardim, 2010; Altmann, 2008; Wunder *et al.*, 2008; Carazo *et al.*, 2012). O conceito se insere na implementação de práticas humanas para mitigar as pressões e seus impactos negativos sobre o meio ambiente, os quais são gerados pelos processos de desenvolvimento e industrialização (Jardim, 2010; Santos e Cunha, 2018).

No entanto, a ideia de serviços gratuitos tem provocado sua exploração desenfreada, além da degradação e desperdício, os quais ocasionam a diminuição de sua capacidade de manter os fluxos de energia e a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas (Altmann, 2008; Santos *et al.*, 2018, Silva *et al.*, 2020).

As perdas econômicas e sociais decorrentes da escassez dos serviços ambientais fizeram com que a economia atribuisse valor a tais serviços (Mayrand e Paquin, 2004). Surge neste contexto, o PSA como mecanismo de compensação financeira, à medida que se propõe que aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais devem pagar por eles e aqueles que conservam devem ser compensados pela prestação de serviços ambientais. O PSA internaliza as externalidades positivas, pois promove a compensação àqueles que conservam o meio ambiente por meio de práticas sustentáveis (Altmann, 2008; Pagiola *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2002).

Para se estabelecer mecanismo de PSA é necessário que ocorra monitoramento, estabelecimentos de contratos e gestão dos recursos financeiros, e tais valores podem ser repassados aos usuários dos recursos naturais. No entanto, os custos transferidos devem ser baixos para garantir a participação dos usuários no sistema de PSA (Mayrand e Paquin, 2004; Santos *et al.*, 2012).

Além disso, para êxito dos mecanismos de PSA devem ocorrer o reconhecimento econômico e social dos serviços; levantamento de informações científicas a respeito desses serviços; reconhecimento dos potenciais provedores e pagadores; existência de

políticas que permitam a compensação pela manutenção dos serviços por meio de instrumentos econômicos que garantam a geração de recursos para financiar suas atividades (Carazo *et al.*, 2012).

Nestes termos, o número de municípios e estados brasileiros que estão aderindo ao pagamento por serviços ambientais (PSAH) vem crescendo ao longo dos últimos anos 20 anos no Brasil. A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) foi recentemente instituída por meio da Lei nº 14.119/2021 (BRASIL, 2021). Essa lei é de suma importância para o avanço do desenvolvimento sustentável do país, pois estabelece um diálogo em torno do tema serviços ambientais e permite um alinhamento entre os diversos setores, especialmente entre agricultura e meio ambiente (Coelho *et al.*, 2021).

O PSA consiste em uma transação voluntária, com celebração de um contrato entre pelo menos um comprador e um provedor, pelo qual o provedor deve promover a disponibilidade dos serviços ambientais (Wunder *et al.* (2008). Os PSA estão divididos em quatro categorias distintas: retenção ou captação de carbono; conservação da biodiversidade; conservação de serviços hídricos e conservação de beleza cênica (Wunder *et al.*, 2008; Swallow *et al.*, 2009; Albán *et al.*, 2008; Coelho *et al.*, 2021).

Os elementos existentes nas bacias hidrográficas permitem não somente a manutenção da riqueza da biodiversidade, como também a disponibilização de bens e serviços fundamentais ao bem-estar humano, tais como os serviços de provisão, de regulação; de apoio e culturais (Smith, Groot e Bergkamp, 2006) (Quadro 1).

Quadro 1 : Os principais serviços ambientais prestados pelos ecossistemas em uma bacia hidrográfica

Serviços de Provisão	Serviços de Regulação
Serviços focados no fornecimento de alimentos e produtos não alimentares a partir do fluxo de água	Serviços relacionados à regulação dos fluxos que reduzem os riscos relacionados ao fluxo de água
Abastecimento de água doce (Produtor de Água) Produção agrícola Criação de animais Produção de energia Produção de peixes Disponibilização de madeira Produção de energia hidrelétrica	Regulação dos fluxos hidrológicos (infiltração de água no solo das águas subterrâneas, manutenção, recarga dos fluxos) Mitigação de riscos naturais (prevenção de inundações, redução do fluxo de pico, a redução de deslizamento de terra) Proteção do solo; controle de erosão; e sedimentação Controle de qualidade de águas superficiais e subterrâneas
Serviços de Apoio	Serviços Culturais
Serviços prestados para apoiar habitats e o funcionamento do ecossistema	Serviços relacionados à recreação e à inspiração humana

Habitat da vida selvagem Mantém regime de fluxo na bacia	Recreação aquática Paisagem estética Patrimônio cultural e identidade Inspiração artística e espiritual
---	--

Fonte: Smith; Groot; Bergkamp (2006); Camacho (2008)

Um dos principais serviços ambientais em bacias hidrográficas é a manutenção da qualidade da água (controle de carga de sedimentos, controle de carga de nutrientes, controle químico, controle da salinidade, controle de erosão e sedimentação e outros) (Bernardes e Souza Júnior, 2010; Santos et al., 2018; Cunha and Sternberg, 2018).

3. MARCOS LEGAIS E ESTRUTURAS INSTITUCIONAIS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE PSAH

Formas de PSA: 1) Sistema Privado: o pagamento é feito diretamente aos prestadores – privados - de serviços; 2) Esquema de Certificação ou Rotulagem: os custos dos serviços são incluídos nos preços a serem pagos por um produto; 3) Esquema de pagamento público: Envolve órgãos públicos, e pode ser implementado por meio de taxas cobradas pela utilização de determinado serviço; concessão de direito para usar os recursos; e, mecanismos fiscais com base em impostos. Este esquema de PSA é o mais comum e tem obtido maior alcance, uma vez que o Estado tem garantido a legitimidade do processo (Smith; Groot; Bergkamp, 2006 e Greiber, 2010; Coelho et al., 2021).

Segundo Coelho et al., (2021), no total de 68 identificadas no Brasil, a maioria das experiências de PSA hídricas é coordenada por entidades subnacionais, tais como os programas instituídos legalmente nos âmbitos estadual ou municipal, cuja distribuição é a seguinte: 1) âmbito estadual (31 iniciativas); 2) instância municipal (29); 3) regional (8 iniciativas), concebidas englobando a bacia hidrográfica como unidade territorial, contando com o engajamento de comitês de bacias hidrográficas para sua instituição; 4) federal, com apenas uma iniciativa (Programa Bolsa Verde), como estratégia para alcance das metas de controle do desmatamento dos tratados sobre mudanças climáticas.

Os mecanismos que podem gerar recursos financeiros para a gestão dos recursos naturais por meio de PSA são: tributos – taxas e cobranças; acordos – cooperação internacional, doações, acordos públicos e privados e troca de títulos de dívidas; e mercados (Wunder *et al.*, 2008; Moreno-Sanchez *et al.*, 2012).

Desse modo, os mecanismos de PSA devem contar com marco legal e estrutura institucional, os quais vão respaldar sua implementação e desenvolvimento (Coelho et al., 2021). Caso estes não existam faz-se necessário criá-los, se existem, é preciso analisá-

los e adaptá-los à realidade local para êxito do projeto (Mayrand; Paquin, 2004; Bezaury-Creel; Iglesias-Gutiérrez, 2007; Greiber, 2010; Casas; Martínez, 2008).

O PSA serve como apoio à legislação para a proteção ambiental (Wunder, 2008). Todavia, o PSA é utilizado como mecanismo para sanar as debilidades e deficiências no comando e controle das políticas públicas para a conservação ambiental (Wunder, 2008, Altmann, 2008, Teixeira, 2011, Foletto e Leite, 2011 e Mayrand e Paquin 2004).

A legislação pode criar importantes estruturas institucionais, as quais podem gerar recursos financeiros como taxas, impostos a fim de permitir o fluxo de recursos financeiros para serem empregados em PSAH. As estruturas institucionais devem garantir a transparência e eficiência na sua execução, bem como diminuir os custos de transação. E, tratando-se de PSA em bacias hidrográficas, a presença dessas instituições pode facilitar seu estabelecimento (Mayrand; Paquin, 2004).

Internacionalmente, houve um aumento significativo de PSAH, da ordem de 51 para 288 somente no período de 2000 a 2008. Com estudos realizados em nível global, verificou-se que o PSAH na América Latina também aumentou proporcionalmente. Há um expressivo número de programas que visam à conservação de bacias hidrográficas e estão sendo desenvolvidos no México, Colômbia, Equador, Costa Rica, Bolívia, Brasil outros (Stanton *et al.* 2010, Foletto; Leite, 2011; Jardim, 2010; Mayrand; Paquin, 2004; Coelho *et al.*, 2021).

A respeito dos casos de PSAH no mundo, concluiu-se que a maioria dos mecanismos ocorre em escala local, com poucos agentes envolvidos, voltadas apenas para o uso rural, no qual uma comunidade a jusante de rio é afetada pelas atividades desenvolvidas a montante desse rio. Nesses cenários indivíduos a jusante conservam e recebem por isso, e os usuários a montante pagam pela conservação, uma relação direta entre provedores e recebedores (Greiber, 2010; Mayrand e Paquin, 2004).

No Brasil, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012, art. 41) autoriza a instituição do PSA de forma abrangente em todo o território (Coelho *et al.*, 2021). Mas, historicamente, houve um tramite no Congresso Nacional o Projeto de Lei n. 5487/09, para implantar a Política Nacional dos Serviços Ambientais e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (ProPSA) (Greiber, 2010; Jardim, 2010; Silva, 2011). Este Projeto de Lei foi anexado ao Projeto de Lei n. 792/2007.

Mesmo com a falta de um marco legal, o PSAH está sendo adotado no Brasil, principalmente na região sul e sudeste com tendência à expansão para as demais regiões

(Corrêa *et al.*, 2021; Coelho *et al.*, 2021): Minas Gerais (Jardim, 2010); São Paulo (Whately; Hercowitz, 2008); Rio de Janeiro (Veiga, 2007), Acre, Paraná, Bahia e outros (Coelho *et al.*, 2021). Estas experiências partem da premissa de que o serviço ambiental está vinculado à necessidade de manter a capacidade da natureza de reproduzir as condições ambientais que sustentam a vida na Terra (Fearnside, 2008).

4. LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA VIABILIZAR O PSAH

A Lei Federal n. 9.433/1997 propõe a criação dos Comitês de Bacias e é convergente com a proposta básica do PSAH. Estes são os alicerces necessários e de suma importância para o desenvolvimento do mecanismo PSAH, uma vez que os princípios que norteiam a PNRH são: a água é um bem de domínio público; um recurso natural limitado e dotado de valor econômico; quando escasso, o abastecimento humano é prioritário; seu gerenciamento deve contemplar usos múltiplos e ser aplicado em nível de bacias hidrográficas; o manancial representa a unidade territorial para fins gerenciais; o gerenciamento hídrico deve se basear em abordagens participativas que envolvam o governo, os usuários e os cidadãos (Greibe, 2010 e Silva, Folegatti e Santos, 2009, Tundisi, 2005; Santilli, 2007; Veiga, 2007). Esta lei definiu a cobrança como um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos em seus Artigos 19 e 22, I, II, §§ 1º e 2º e a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento (Santilli, 2007; Vettorato, 2004; Salati; Lemos; Salati, 2006; Moreno Júnior, 2006).

Na PNRH, os recursos arrecadados com a cobrança devem ser aplicados, prioritariamente, na bacia hidrográfica em que foram gerados, e deverão ser utilizados para financiamento de obras, estudos, programas e projetos incluídos nos Planos de Recursos Hídricos; implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNRH); em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo d'água (Zago, 2007; Santilli, 2007; Whately; Hercowitz, 2008).

Quando ocorrer a cobrança pelo uso da água deve haver diferentes valores, uma vez que a água é utilizada para uso agrícola, abastecimento doméstico, abastecimento industrial, diluição de efluentes industriais e diluição de esgotamento sanitário (Nicodemo *et al.* 2008). A cobrança pelo uso água será implementada pelos Comitês de Bacias legalmente regularizados e estabelecidos com a participação ativa da sociedade

civil organizada, dos governos locais e usuários de água e só ocorrerá mediante outorga (Lanna e Braga, 2006).

Nesse sentido, os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação: a totalidade de uma bacia hidrográfica; a sub-bacia de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

No estado do Amapá foi aprovada em 2002 a Lei n. 0.686/2002, que dispõe sobre a Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Amapá. Todavia, alguns dos instrumentos previstos ainda foram implementados..

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

O rio Araguari nasce na região noroeste da bacia hidrográfica, está localizado no extremo norte do Brasil, entre as latitudes 02° e 00° N e longitudes de 53° e 49° 53' W, com área aproximada de 42.710 km², com nascente na Serra Lombada e do Tumucumaque e foz no Oceano Atlântico (Oliveira, *et al.*, 2010; Brito, 2008; Cunha *et al.*, 2010; Cunha *et al.*, 2011; Santos, 2012; Cunha *et al.*, 2013).

A bacia do Araguari é a maior e uma das mais importantes bacias hidrográficas do estado do Amapá, pois ocupa cerca de um terço da área total do estado e possui uma extensão próxima de 498 Km². Está localizada na região centro-leste do Amapá e suas formas geométricas são irregulares, sobretudo nas proximidades de sua foz no Oceano Atlântico (Bárbara *et al.*, 2010; Cunha *et al.*, 2010) (Figura 1).

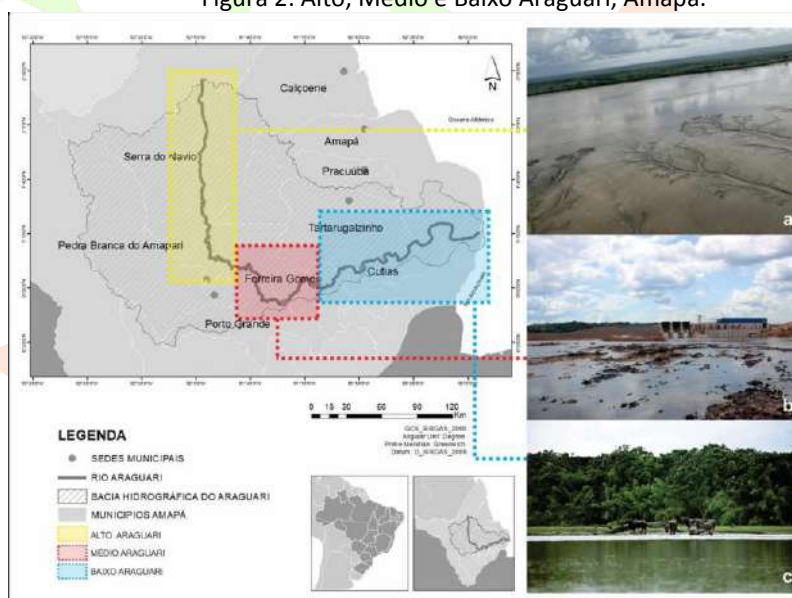
Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento (2017)

Os principais afluentes são os rios Mutum, Tajauí, Falsino e Tracajatuba (Cunha; Brito; Cunha, 2010; Cunha *et al.*, 2010), e está dividida em três trechos geográficos (Figura 2): a) Curso superior ou Alto Araguari com 132 km de comprimento; onde se localiza a Floresta Nacional do Amapá (FLONA) e o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (PARNA-MT), áreas indígenas e Floresta Estadual do Amapá (FLOTA); b) Médio curso ou Médio Araguari com 161 km; nele encontram-se Unidades de Conservação (UCs), empreendimentos hidrelétricos e expansão urbana, principalmente nos municípios economicamente ativos, como Porto Grande, Ferreira Gomes e Pedra Branca do Amapari; c) Curso inferior ou Baixo Araguari, com 205 km (Bárbara *et al.*, 2010; Brito, 2008; Cunha *et al.*, 2010).

Figura 2: Alto, Médio e Baixo Araguari, Amapá.



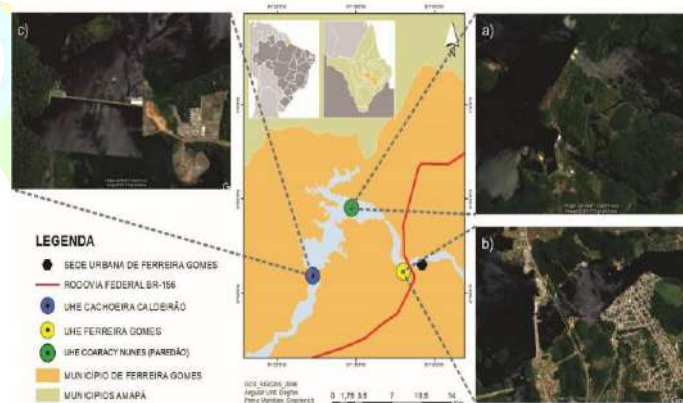
Fonte: Côrrea, (2018).

O rio Araguari (canal principal) é um rio de água doce de grande porte com vazão média histórica (30 anos) na ordem de $960\text{m}^3/\text{s}$ (Silva *et al.*, 2020). Suas águas podem ser enquadradas na classe 2 da resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) com base nos atuais usos, especialmente captação do recurso para abastecimento público em Porto Grande, Ferreira Gomes e Cutias, além de outras cidades a montante. Suas águas podem ser destinadas ao consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, recreação, irrigação, aquicultura e atividade de pesca (Cunha, 2009).

5.2 Delineamento amostral

A sub-bacia do Médio Araguari conta com corredeiras e uma disponibilidade hídrica variável. É neste trecho que se encontram os municípios de Porto Grande e Ferreira Gomes e se concentram a maior parte das atividades econômicas no rio Araguari, como a geração de energia hidrelétrica (UHE Coaracy Nunes, UHE Ferreira Gomes e UHE Cachoeira Caldeirão)(Silva et al., 2020), turismo e exploração mineral (Oliveira *et al.*, 2010; Santos, 2012; Coelho, 2018); agricultura e bubalinocultura (Cunha *et al.*, 2010).

Figura 3: UHEs na Bacia do Rio Araguari, Amapá.



Fonte: Coelho (2018)

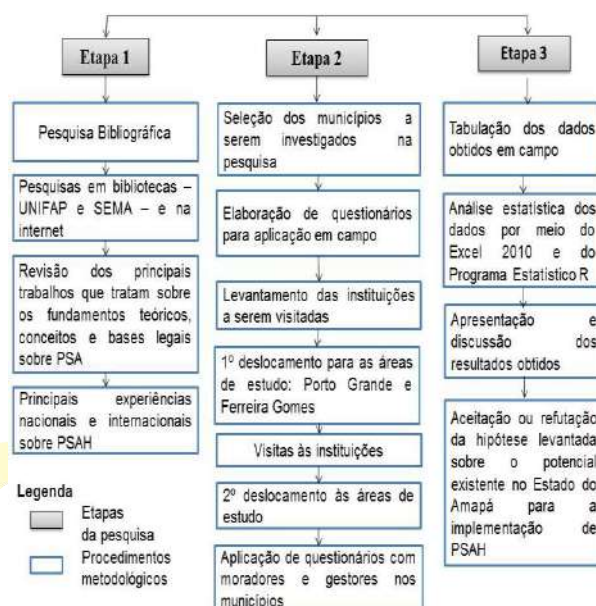
Essas atividades têm provocado alterações ambientais, como os impactos da mineração; retirada da mata ciliar; revolvimento do leito do canal principal para a obtenção de seixo; e, principalmente represamento para a geração de energia elétrica, com a consequente perda da cobertura vegetal nativa, bem como da qualidade da água daquele manancial (Cunha *et al.*, 2010 e Cunha *et al.*, 2011; Santos et al., 2018; Silva et al., 2020).

O trecho focal do rio com as intervenções antrópicas, com a perda da qualidade da água, encontra-se no município Porto Grande, onde o esgoto doméstico é despejado diretamente no rio. Neste trecho ocorrem também atividades de mineração e desmatamento. Estes fatores alteram as propriedades físico-químicas do manancial (Cunha *et al.*, 2011; Santos e Cunha, 2015; Silva et al., 2020).

5.3 Procedimentos de coletas de dados

A pesquisa contou com três etapas: pesquisa bibliográfica; pesquisa de campo, tabulação e análise dos resultados. As duas últimas foram planejadas para responder às questões/hipóteses (Figura 5):

Figura 5: Procedimentos e etapas metodológicas



Fonte: Autores

. Na etapa 1 foi realizado levantamento bibliográfico, em referências nacionais e internacionais, sobre os recursos hídricos e PSA, legislação dos Estados que adotaram o PSA como mecanismo de conservação ambiental. Esta etapa seguiu as orientações de Camacho (2008), que estudou o PSAH nas bacias hidrográficas do Equador. Ainda na 1ª fase foi iniciado os estudos com os pacotes estatísticos do R-Project e Statistic 7.0 para o processamento e análise multivariada de dados (R-Core Team, 2012).

Na 2ª etapa, houve a seleção de dois municípios para a coleta de dados. Assim, foi considerado o esforço amostral e os custos de logística. Em seguida houve a elaboração do questionário que seria aplicado durante a pesquisa de campo nos municípios de Porto Grande e Ferreira Gomes ao longo do ano de 2013, bem como o levantamento das instituições a serem visitadas, incluindo-se a realização de um teste piloto com o objetivo de re-planejar e readaptar o delineamento experimental. Neste procedimento foram incluídas novas variáveis ao mesmo passo que também outras foram excluídas.

Nos dois municípios houve visita às secretarias municipais de meio ambiente, ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Amapá, às Associações de Pescadores e às prefeituras municipais com o objetivo de apresentar a pesquisa aos informantes e explicar a metodologia a ser descrita na investigação. Dentre os temas abordados destacam-se: existência ou procedimentos conhecidos sobre monitoramento hídrico ou ambiental, condição socioambiental, impactos de empreendimentos, saneamento, energia e os

serviços ambientais presentes na bacia do rio Araguari, em especial referentes aos tópicos relacionados com PSAH.

Foram aplicados 47 questionários, sendo 33 em Porto Grande e 14 em Ferreira Gomes. A amostragem não se fundamentou na estimativa da população total dos municípios, mas na variação ou quantificação simultânea das respostas aos questionários na medida em que estas fossem disponibilizadas. Isto é, se as respostas apresentassem variações, o número de questionários aumentaria. Caso contrário, interrompia-se o processo de questionário para evitar pseudo-repetições amostrais. Assim, o esforço amostral seria definido. Mas também as condições econômicas, logística em campo e a limitação de tempo no período de sua execução foram limitantes. Foram registradas 66 variáveis, sendo estas as respostas dos questionários - colunas com ou variáveis, e 47 unidades amostrais.

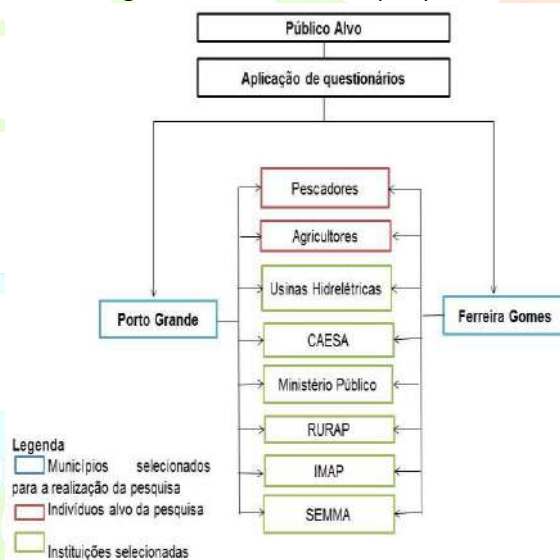
A 3ª etapa consistiu na tabulação dos dados (Statistic 7.0 e data frame no ambiente R). O objetivo foi verificar se a cobrança pelo uso da água poderia ser um instrumento aceitável para a implementação do PSAH nos municípios de Porto Grande e Ferreira Gomes. Os scores das variáveis ou fatores variaram entre 0 e 10. Por exemplo, "valores" de benefícios ou impactos sociais, econômicos e ambientais que poderiam ocorrer na perspectiva do PSAH. Além disso, foram elaborados resumos descritivos, análise de variância, análise de componentes principais, análise de clusters (análises de conjunto), regressões lineares múltiplas, testes de homogeneidade, normalidade, distribuição estatística e análise de dispersão (Bocato Júnior, 2009; Sepeda, 2010; Moreno-Sanches, 2012; R- Core Team, 2012).

5.4 Aplicação de questionário

O questionário foi dividido em 6 segmentos com perguntas fechadas e abertas, com o objetivo de "valorar" a opinião dos informantes sobre questões objetivas, genéricas e específicas. Incluíram-se o papel dos serviços ambientais e sua valoração com base em opiniões individuais (Sepeda, 2010; Bocato Júnior, 2009). As variáveis ou fatores representavam, por exemplo, a degradação dos recursos hídricos, monitoramento da qualidade das águas no rio Araguari, dados socioeconômicos (renda, idade, tempo de moradia); dados ambientais (importância do rio, dos recursos hídricos e serviços ambientais e outros).

Nas questões fechadas, todos os informantes lançaram notas (entre 0 e 10), de acordo com seu grau de entendimento ou opinião sobre os respectivos temas, de acordo com Bocato Júnior (2009), Bocato Júnior e Cunha (2012) e Sepeda (2010). Durante os procedimentos os entrevistados "reconhecem" ou não a importância da implementação da cobrança pelo uso da água no rio Araguari. Deste modo, foi explicado aos entrevistados os objetivos, papel e a importância do PSAH como instrumento de gerenciamento e conservação dos recursos hídricos (Moreno-Sanches *et al.*, 2012), seguindo a lógica de funcionamento do PSAH (Figura 6). Nesse sentido, foi também questionado sobre como os recursos financeiros advindos da cobrança poderiam servir para a implementação do PSAH na bacia do rio Araguari.

Figura 6: Público Alvo da pesquisa.



Fonte: Autores

Os questionários (Figura 6) foram aplicados à população local, além de secretários do meio ambiente, promotores de justiça do Ministério Público, pescadores, agricultores, extensionistas rurais, chefes de gabinetes de respectivas prefeituras e moradores ribeirinhos.

5.5 Métodos estatísticos

Foram utilizadas variáveis qualitativas (atributos categóricos ou fatores) nos questionários, tais como gênero, estado civil, estado de origem, escolaridade, e foram tabulados em colunas do R-Project. A partir da tabela em extensão ".txt", foram desenvolvidos scripts ou códigos numéricos para cada item pesquisado, separando-se em

blocos de análises (Peternelli; Mello, 2011). Na tabela de dados as variáveis foram separadas por blocos (perfil socioeconômico, saneamento básico, impactos ambientais, PSAH).

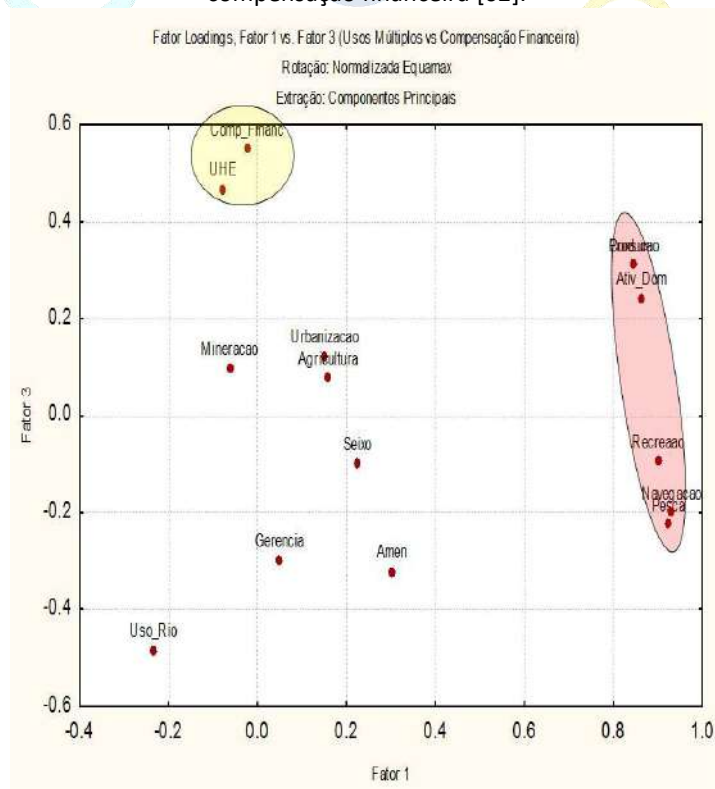
As análises multivariadas (análise de variância, regressão múltipla, análise conjunta, e análise de componentes principais) foram utilizadas para testar a relação entre a variável dependente (critério) e diversas variáveis independentes (preditoras) (Hair *et al.*, 2005).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Usos múltiplos vs compensação financeira

A análise exploratória multivariada foi realizada por blocos considerando as variáveis [13...26]: uso do rio; recreação; navegação, pesca, realização de atividades domésticas, consumo próprio e escoamento de produção. O Fator 1 (Usos Múltiplos) explica 33% da variância total entre as variáveis escolhidas, sendo que a primeira componente principal (CPA1) apresenta pesos significativos (> 0.70), respectivamente, 0,90, 0,92, 0,93, 0,86, 0,85, 0,85, para as variáveis Recreação, Pesca, Navegação, Consumo próprio, Água para atividades domésticas e para Escoamento de produção (Figura 7).

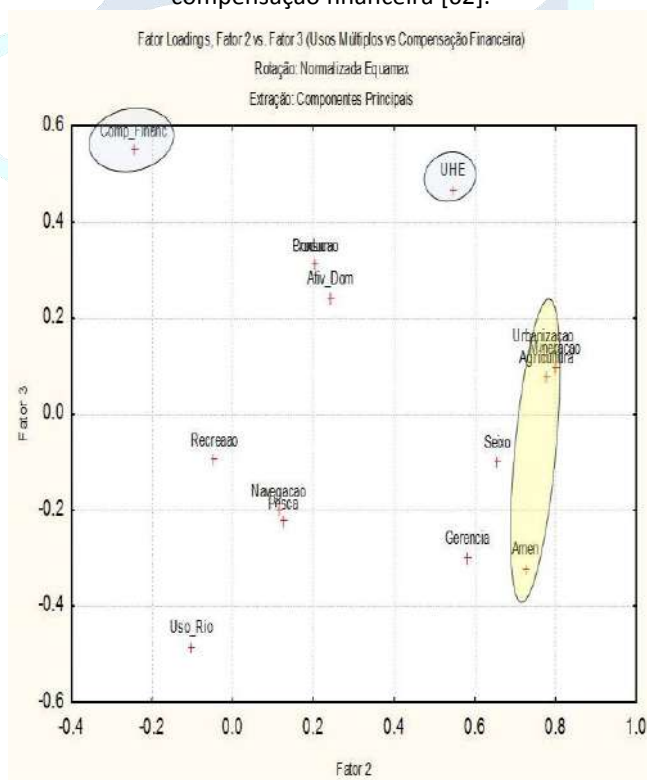
Figura 7: Análise Fatorial (Fator 1 vs Fator 3) a partir de componentes principais: variáveis [13...26] e compensação financeira [62].



A importância das variáveis recreação, pesca, navegação, água para consumo, atividades domésticas e escoamento de produção são os múltiplos usos mais executados ou de maior importância local. Portanto, relevantes na análise de implementação de PSAH na bacia do rio Araguari e o gerenciamento das águas conforme previsto na PNRH (Santilli, 2007; Veiga, 2007; Tundisi, 2007) e na Lei Estadual n. 0.686/2002 (Sepeda, 2010). Considerando-se as devidas proporções, estes resultados assemelham-se aos estudos realizados por Brunett *et al.* (2011) no México e por Moreno- Sanches *et al.* (2012) na Colômbia sobre PSAH. Nesses estudos os usos mais significativos foram consumo próprio e realização de atividades domésticas, indicando forte ligação entre o corpo hídrico e o usuário mais próximo (o morador).

O Fator 3 explica apenas 8% da variância total entre as variáveis escolhidas e a terceira componente principal (CPA3) não apresenta *loading* (peso) significativo (> 0.70). Neste último caso, a Compensação Financeira e a UHE surgem respectivamente como os mais relevantes, com valores 0,56 e 0,46 (Figura 8).

Figura 8: Análise Fatorial (Fator 2 vs Fator 3) a partir de componentes principais: variáveis [13... 26] e compensação financeira [62].



Na figura 8, foi dado destaque para UHE e Compensação Financeira, mas ao se projetar os *loadings* no eixo do Fator 3, estes não alcançam valores maiores que 0,70 e não foram significativos. A UHE e a Compensação Financeira são temas em destaque.

Contudo, são considerados menos importantes diante de outras prioridades, tais como mineração, agricultura e urbanização, por parecem mais urgentes e presentes no cotidiano da população. Por exemplo, devido aos constantes problemas históricos de poluição das águas pela extração de minérios e perda da qualidade pelo despejo de esgoto na bacia, (Santos, 2012; Cunha *et al.*, 2011; Brito, 2008; Bárbara, 2006).

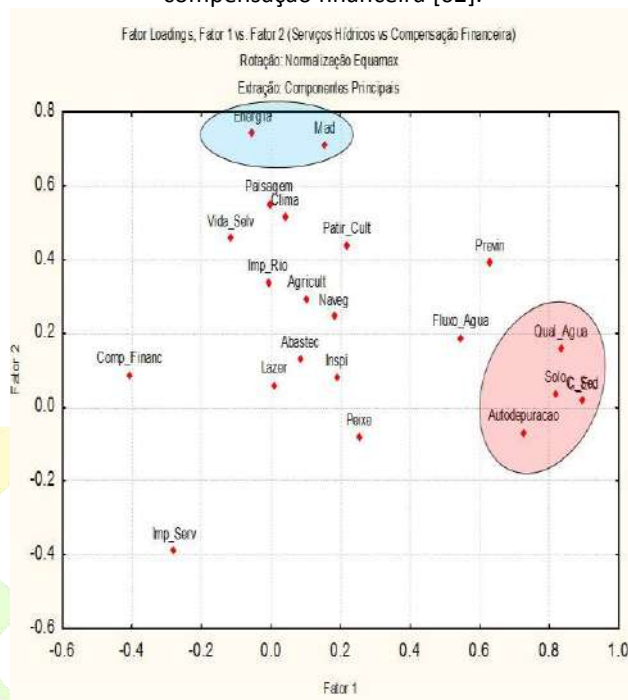
No escopo da variável "Amenização de Impactos" é possível que estes problemas da UHE e da Compensação Financeira estejam implicitamente contidos. Neste caso, a variável Amenização pode conter influência de ambos, surgindo com um loading $> 0,70$. Mas é importante frisar que esta pesquisa foi realizada antes do início da construção da UHE Ferreira Gomes, localizada próxima da cidade homônima e num horizonte temporal de 36 anos da inauguração da UHE Coaracy Nunes. Esse distanciamento temporal tende a "amortecer" a percepção dos impactos que ocorreram no passado, e parece dificultar a capacidade de compreensão dos reais efeitos causados pela construção ou operação de UHEs. Esses dois fatores podem explicar o fato de que, neste bloco de análises, tanto a UHE quanto a compensação financeira não se destacaram como principais variáveis em relação à percepção de sua importância.

Logo, pela análise multivariada das variáveis [13...26] e [62] é possível inferir que o PSAH seria um mecanismo importante para mitigar tais efeitos negativos gerados pelos usos múltiplos no rio Araguari e as variáveis significativas seriam as opções mais razoáveis para sua abordagem inicial.

6.2 Serviços hídricos vs compensação financeira

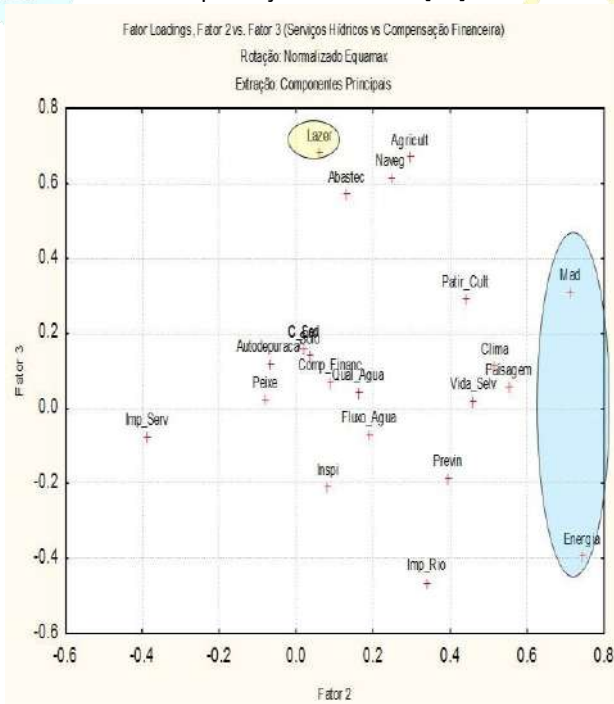
A análise exploratória multivariada para os dados [37... 57] apresenta a importância do rio, dos serviços hídricos, paisagem, navegação, lazer, produção de energia, pesca, agricultura, disponibilidade de madeira, prevenção de inundações, patrimônio cultural, regulação do clima, proteção do solo, controle de erosão, controle de sedimentação, qualidade da água, inspiração artística, manutenção da vida selvagem, manutenção do fluxo de água na bacia e abastecimento (Figuras 9, 10, 11). O Fator 1 explica 21% da variância total entre as variáveis e a primeira componente principal (CPA1) apresenta *loadings* (pesos) significativos ($> 0,70$) respectivamente, 0,72, 0,82, 0,90, 0,90 e 0,83, para as variáveis autodepuração, proteção do solo, controle de erosão, controle de sedimentação e qualidade da água (Figura 9).

Figura 9: Análise Fatorial (Fator 1 vs Fator 2) a partir de componentes principais: variáveis [37... 57] e compensação financeira [62].



O Fator 2 explica 12% da variância total entre as variáveis escolhidas e a segunda componente principal (CPA2) apresenta *loadings* (pesos) significativos (> 0.70), respectivamente, 0,74 e 0,71 para as variáveis produção de energia e disponibilidade de madeira para extração (Figura 10).

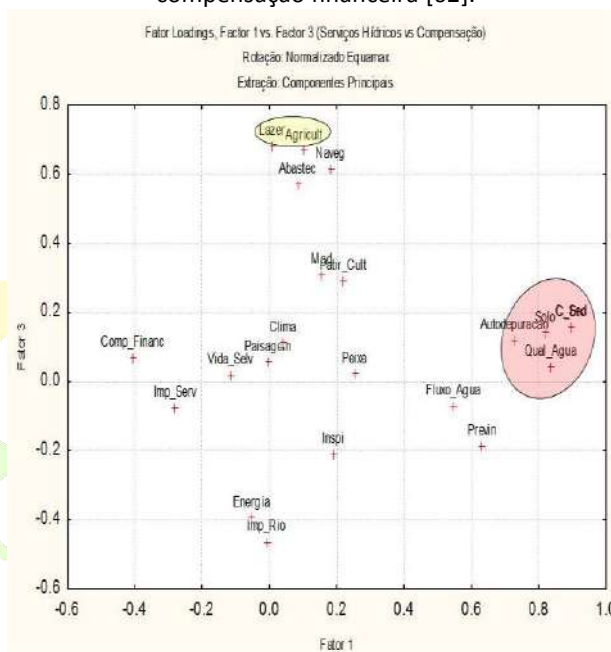
Figura 10: Análise Fatorial (Fator 2 vs Fator 3) a partir de componentes principais: variáveis [37...57] e compensação financeira [62].



O Fator 3 explica 11% da variância total entre as variáveis escolhidas e a terceira componente principal (CPA3) apresenta *loadings* (peso) significativos (> 0.70). Neste

último caso, lazer e produção agrícola surgem respectivamente como os mais relevantes, com valores 0,68 e 0,67 (Figura 11).

Figura 11: Análise Fatorial (Fator 1 vs Fator 3) a partir de componentes principais: variáveis [37,.. 57] e compensação financeira [62].



Estes resultados se destacam como os mais significantes para a bacia nos trechos escolhidos. E como mencionado nas experiências sobre PSAH percebe-se que os serviços hídricos identificados para o PSAH no rio Araguari são similares aos indicados por Smith; Groot; Bergkamp (2006) e Camacho (2008).

O PSAH no rio Araguari apresenta potencial de ser implementado visando seus aspectos relevantes como a capacidade de autodepuração do corpo d'água, proteção do solo, controle de erosão, controle de sedimentação e qualidade da água, lazer e agricultura. Nesse sentido, os proprietários rurais podem ser considerados como os provedores de PSAH, pois os contratos que podem ser celebrados visariam a manutenção desses serviços, os quais podem ser obtidos com práticas agrícolas sustentáveis, conservação de áreas de florestais, proteção de nascentes, tal como acontece no México, Equador, Costa Rica, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Foleto; Leite, 2011; Jardim, 2010; Mayrand; Paquin, 2004).

De acordo com as figuras 9, 10 e 11, os parâmetros autodepuração, controle de sedimentação e erosão se apresentam como fatores positivos dos serviços ambientais hídricos na bacia. Mas também, surgem as variáveis produção de energia e disponibilidade de madeira para extração. Provavelmente, como o início da percepção de que a construção de reservatórios para a produção de energia naquele trecho da bacia

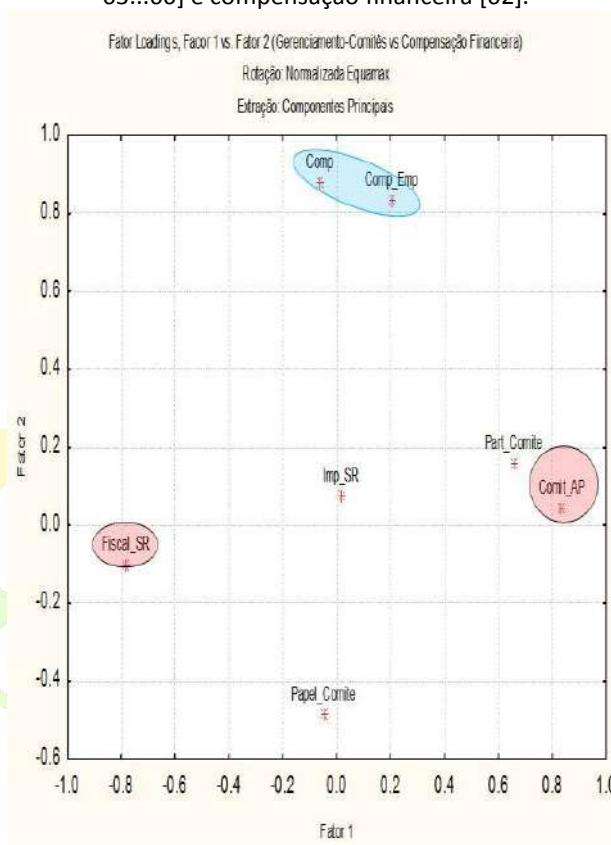
ocasionará a retirada da mata nativa por meio do corte raso. Em relação a estas duas últimas variáveis citadas, ambas se projetam positivamente no eixo do Fator 1, mas antagonicamente em relação ao eixo do Fator 2, apresentam importâncias divergentes, pois só se obtém energia na usina se houver o corte raso para construção e inundação do reservatório.

A variável uso do solo surge como muito relevante, tanto quanto a qualidade da água, autodepuração, sedimentação e erosão. A principal explicação é a vinculação entre os efeitos hídricos sobre os solos e vice-versa, uma vez que estes efeitos estão interagindo entre si (Sun; Chan; Liu, 2020). O uso do solo, pode ser uma oportunidade para o PSAH, pois se controlado ou realizado de modo sustentável, pode ser uma via potencial econômica da bacia devido ao seu potencial turístico, hidrelétrico e mineral. Nos três casos, só é possível a viabilização econômica do primeiro se os dois últimos mantiverem a qualidade ambiental nos seus respectivos empreendimentos na bacia hidrográfica.

6.3 Gerenciamento/comitês de bacia vs compensação financeira

A análise exploratória multivariada da relação Gerenciamento/CBH e compensação financeira esta representada nas Figuras 12, 13 e 14. O Fator 1 explica 25% da variância total entre as variáveis e a primeira componente principal (CPA1) apresenta *loadings* (pesos) significativos (> 0.70), respectivamente, 0,78 e 0,84, para as variáveis Fiscalização de Recursos Hídricos e Comitê de Bacia (Figura 12).

Figura 12: Análise Fatorial (Fator 1 vs Fator 2) a partir de componentes principais: variáveis [58...61; 63...66] e compensação financeira [62].



Os resultados obtidos pelo Fator 1 sugerem que não há fiscalização ou monitoramento na bacia do rio Araguari para manutenção ou preservação dos serviços ambientais.

Surpreendentemente, os entrevistados compreendem que não há relação entre a fiscalização e a compensação financeira (PSAH). Por falta de discussões em nível local sobre PSAH, os entrevistados (usuários dos recursos hídricos) ainda não assimilaram que o PSAH pode servir como instrumento que permite o monitoramento e a manutenção dos serviços ambientais, conforme defendido por Johnson e Russell (2011), Moreno-Sanchez *et al.* (2012) e Antoniazzi e Shirota (2007) ao discutirem sobre o PSAH para gestão dos recursos hídricos.

Quanto à criação do Comitê de bacia para o gerenciamento do rio Araguari percebe-se que há uma forte correlação com PSAH. Ressalta-se que durante a aplicação dos questionários no ano de 2013 ainda não existia CBH no Amapá, criado em 2019 pelo decreto n. 0609/2019 (AMAPA, 2019).

A atuação do CBH permite o envolvimento dos usuários, sociedade e governantes no estabelecimento de novas políticas para a gestão das águas (Raadgever *et al.*, 2008).

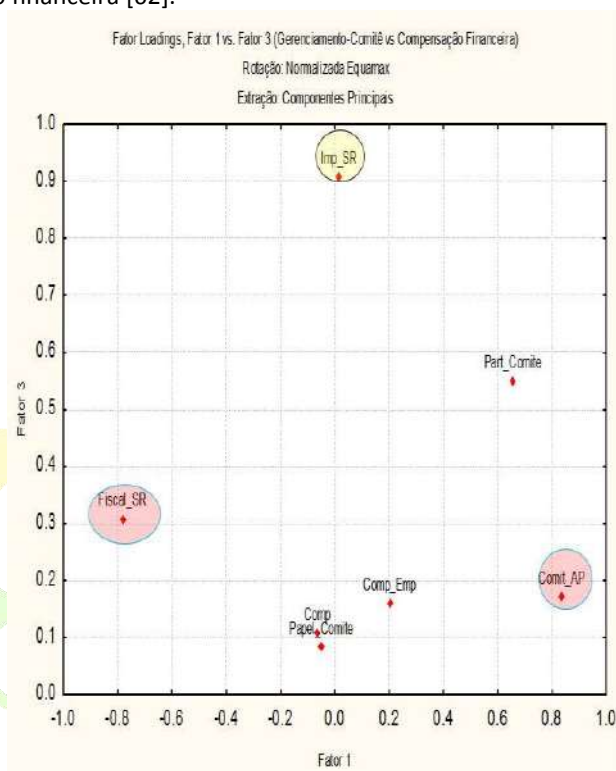
Diversos estados brasileiros já implementaram o PSAH em suas bacias por meio de comitês, como São Paulo, comitês de bacias dos rios Piracicaba; Capivari e Jundiá (PCJ) (ANA, 2011); Rio de Janeiro, Comitê de Bacia do rio Paraíba do Sul (Veiga, 2007); e Minas Gerais, Comitê de Bacia na cidade de Extrema (Jardim, 2010), entre outros (Coelho et al., 2021). Portanto, corroborando com experiências semelhantes, na bacia do rio Araguari, as comunidades reconhecem que o comitê de bacia está de alguma forma vinculado com as chances de sucesso da implantação de PSAH.

As referidas estruturas institucionais facilitam o estabelecimento de PSAH e minimizam os riscos da ausência de processo participativo, potencializando sua implementação (Mayrand e Paquin, 2004). Estes instrumentos regularizados e em funcionamento adequado podem ser ferramentas fundamentais de gestão e monitoramento dos mananciais e promover mudanças ambientais e econômicas no Amapá (Sepeda, 2010).

A aceitação de PSAH em nível de bacias hidrográficas permite afirmar que o Projeto de Lei Amapaense n. 0036/2010 de PSA deve ser reformulado, de forma a aceitar a bacia hidrográfica como unidade ideal para a implementação de PSA. E que o comitê de bacia possa gerenciar os procedimentos referentes ao PSAH, desde que voltados para conservação e uso sustentável dos recursos hídricos, semelhantemente a outros estados brasileiros (Coelho et al., 2021).

Em relação ao Fator 2, este explica 25% da variância total entre as variáveis escolhidas e a segunda componente principal (CPA2) apresenta *loadings* (pesos) significativos (> 0.70), respectivamente, 0,88 e 0,83 para as variáveis Compensação Financeira e Compensação das Empresas (Figura 13).

Figura 13: Análise Fatorial (Fator 1 vs Fator 3) a partir de componentes principais: variáveis [58...61; 63...66] e compensação financeira [62].

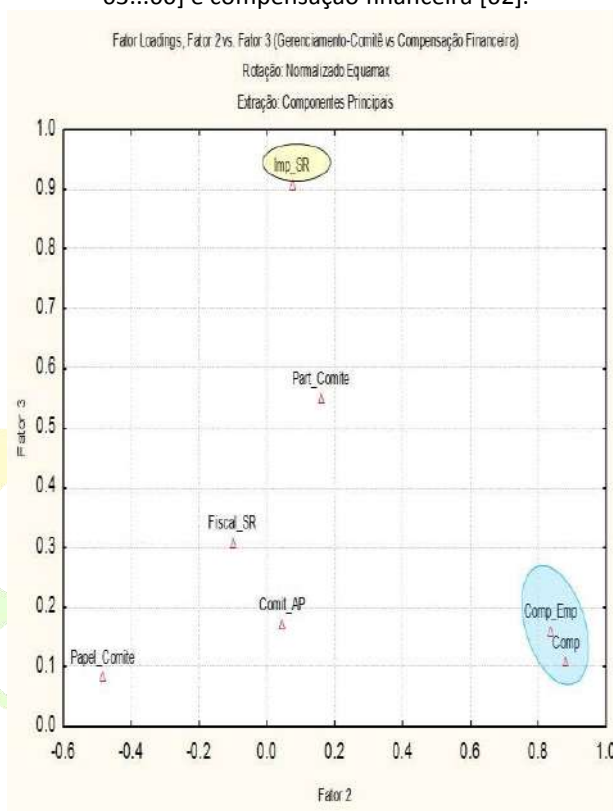


Os entrevistados concordam que a população em geral e as empresas – mineradoras, hidrelétricas, saneamento e esgoto – usuárias das águas do rio Araguari paguem pelo uso ou compensem suas externalidades ambientais, considerando que o uso da água e do solo é um dos principais fatores que afetam os serviços hídricos (Sun; Chan; Liu, 2020). Assim, os recursos advindos pela cobrança podem ser captados pelo comitê de bacia e investidos prioritariamente nas bacias nos quais foram gerados, conforme a Lei Federal n. 9.433/97 (Zago, 2007; Santilli, 2007; Whately; Hercowitz, 2008).

Os recursos financeiros podem ser revestidos para mecanismos de PSAH, obras, estudos, programas e projetos (Engel, Pagiola e Wunder (2008), Veiga (2007) e Lanna e Braga (2006), com participação da sociedade civil organizada, usuários e gestores conforme as experiências mencionadas nesta pesquisa e corroborados pelos resultados da presente análise.

O Fator 3 explica 18% da variância total entre as variáveis escolhidas, sendo que a terceira componente principal (CPA3) apresenta *loading* (peso) significativo (> 0.70) igual a 0,90, apenas para a variável Importância dos Serviços Hídricos (Figura 14).

Figura 14: Análise Fatorial (Fator 2 vs Fator 3) a partir de componentes principais: variáveis [58...61; 63...66] e compensação financeira [62].

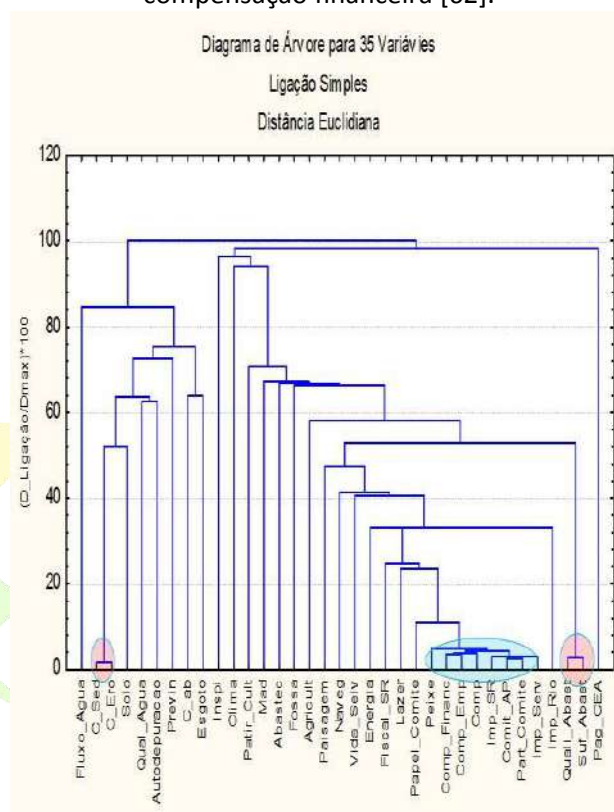


Em geral, os entrevistados atribuem relativa importância econômica e social aos serviços hídricos prestados na bacia do rio Araguari. Para Veiga (2007) o PSAH pode ser eficaz na gestão dos recursos hídricos porque sensibiliza os usuários sobre a importância dos serviços ambientais e seus benefícios locais. Contudo, Carazo *et al.* (2012) afirmam que este aspecto (importância ou não dos serviços ambientais) deve ser verificado localmente para que os mecanismos de PSA tenham êxito.

7. AC (ANÁLISE DE CLUSTER) - GERENCIAMENTO/COMITÊS DE BACIA VS COMPENSAÇÃO FINANCEIRA

A 1ª Análise de Cluster é uma análise exploratória multivariada relativamente simples que objetiva avaliar similaridades entre as variáveis (grupos ou diagrama de árvores). Neste caso, foram escolhidas as variáveis na sequência [31...66] escolhidas e reclassificadas a partir de variáveis de outros blocos (mistos), mas considerando suas escalas de valores de importância entre [0 e 10] (Figura 15).

Figura 15: Análise de Cluster, utilizando-se 35 variáveis [31...66], com destaque para a variável compensação financeira [62].



Na Figura 15 observa-se dois grupos em destaque (alta similaridade), na escala do gráfico, próximos do valor 0 (zero). Destacada por uma elipse azul (com a maior parte da avaliação das compensações em geral) e dois outros grupos separados destacados por um círculo vermelho (C_Sed vs C_Ero e Qual_Abast vs Suf_Abast: controle de sedimentação versus controle de erosão; qualidade do abastecimento de água pela CAESA versus suficiência do abastecimento).

No grupo destacado na figura 15 (elipse azul), os entrevistados informam que todos os parâmetros são considerados de modo similares, ou como extremamente semelhantes em sua avaliação subjetiva (> 97% de similaridade). Eles não diferem o valor entre os mesmos, atribuindo importância igual.

Para um segundo grupo, círculos em vermelho (C_Sed vs C_Ero e Qual_Abast vs Suf_Abast), as variáveis C_Sed vs C_Ero são consideradas como sinônimos ou estão altamente correlacionadas e valoradas como conjuntamente importantes na análise (> 95% de similaridade).

Observa-se que independentemente da condição socioeconômica do entrevistado, os grupos de variáveis se apresentaram similares nos conceitos sobre valoração, compensação empresarial, compensação financeira. Há necessidade de esclarecimentos

para os usuários, gestores e autoridades, principalmente os responsáveis pela fiscalização e/ou desempenho institucionais relacionados aos usos múltiplos dos recursos hídricos na bacia (agentes públicos, principalmente).

Esta análise permitiu avaliar aspectos diversos de parâmetros considerados como de potencial para a aplicação ou implantação do PSAH. Isto é, como os blocos ou respostas de diferentes temas podem estar relacionados ou serem similares em termos de importância para sua implementação.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram investigadas as variáveis de múltiplas dimensões socioambientais referentes à viabilidade de implantação de PSAH na bacia do rio Araguari – AP, a partir de duas amostras de populações nos municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande, ambos sob influência de construção de UHEs.

Confirmou-se a hipótese de que há forte potencial para a implementação do PSAH como estratégia de gestão dos recursos hídricos na perspectiva de Comitê de Bacia. Entretanto, faltam ainda o entendimento e os instrumentos para efetivar as políticas públicas consistentes no contexto ou experiência regional. Assim, um dos aspectos fundamentais é a implementação de um amplo processo de Educação Ambiental aos agentes envolvidos.

A bacia do rio Araguari tem sido afetada negativamente por diversos empreendimentos econômicos que causam impactos aos meios físico, biótico e antrópico, interferindo nos potenciais usos múltiplos das águas. Contudo, a população os percebe de forma hierarquizada, sendo os mais perceptíveis a mineração, agricultura e expansão da urbanização decorrente da implantação de UHEs.

A implantação do PSAH na bacia do rio Araguari deve ser um instrumento flexível e adaptável de gestão de recursos hídricos e deve ser induzido prioritariamente por instituição com as características e capilaridade como o comitê de bacia ou nos moldes de outras experiências brasileiras e internacionais. As razões ficaram claras nas análises, por exemplo, o fato da renda não explicar a sua influência sobre o PSAH.

Os serviços hídricos, com vínculo significativo com a compensação financeira, foram elencados pela autodepuração, proteção do solo, controle de erosão, com forte apelo às condições de lazer e apoio à agricultura e pesca. A ideia por trás do conceito do PSAH permite que comunidades afetadas ou envolvidas atribuam importância aos serviços hídricos, mas com base em processos participativos e com a percepção que os

aspectos positivos sejam garantidos em detrimento dos aspectos negativos de sua implementação.

Quanto à compensação financeira realizada pelas potenciais empresas ou instituições que fazem uso das águas do Araguari, o nível de significância de associação foi alto. Isto permite inferir que a comunidade é a favor da cobrança pelo uso do recurso, desde que o instrumento financeiro seja fomentado pela celebração de contratos ou instrumentos jurídicos confiáveis de PSAH entre as empresas ou instituições que fazem uso e os proprietários rurais e ou agentes próximos à bacia.

Um aspecto que chamou a atenção nos resultados foi a menor importância do papel das UHEs em detrimento dos empreendimentos minerais, madeira, urbanização, lazer, navegação. Uma das prováveis razões desse resultado é que tanto os novos empreendimentos (UHE Ferreira Gomes e Cachoeira Caldeirão), não haviam iniciado suas obras. Além disso, os impactos ambientais não mensurados da antiga UHE Coaracy Nunes, construída a 36 anos, não foram suficientemente perceptíveis pelos entrevistados. Como os resultados da pesquisa de campo refletem um breve momento da história dos empreendimentos da bacia, infere-se que estes tenham sido subestimados pelas populações investigadas.

Espera-se que futuramente, no Amapá e em especial, ao longo da bacia hidrográfica do rio Araguari seja criado um mercado de serviços ambientais, levando-se em consideração a conservação e o uso sustentável de seus recursos hídricos, sendo um instrumento de suporte à decisão para o gerenciamento de bacias hidrográficas do Amapá.

9. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO – ANA. Bacia do Araguari. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/panorama-dos-estados/ap>. Acesso em set. 2021.

ALBÁN, M. *et al.* Diseño de Pagos por Servicios Ambientales en Ecuador y Colombia. Ecuador, 2008.

ANTONIAZZI, L. B.; SHIROTA, R. Pagamentos por Serviços Ambientais da Agricultura para a Proteção de Bacias Hidrográficas. In: XLV Congresso da SOBER: “Conhecimentos para Agricultura do Futuro”. 22 a 25 de julho de 2007. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/1118.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

ATMANN, A. Pagamento por serviços ecológicos: uma estratégia para reestruturação e preservação da mata ciliar no Brasil? Dissertação de Mestrado em Direito. Rio Grande do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2008. Disponível em:

<<http://tede.ucs.br/tde.../2/.../Dissertacao%20Alexandre%20Altmann.pdf>>. Acesso em 11 de ago. 2011

BÁRBARA, V. F. Uso do modelo QUAL2E no estudo da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do rio Araguari – AP (Amazônia). Dissertação de Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2006.

BÁRBARA, Viníciu Fagundes *et al.* Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. REVISTA BIOCÊNCIAS. UNITAU, vol.16, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

BERNARDES, Carolina; SOUSA JÚNIOR, Wilson Cabral de. Pagamento por Serviços Ambientais: experiências brasileiras relacionadas à Água. V Encontro Nacional da Anppas. Florianópolis, 2010. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT9-522-502-20100831170114.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2012.

BEZAURY-CREEL, Juan E.; IGLESIAS-GUTIÉRREZ, Leonel. El papel de los servicios ambientales para evitar la deforestación en México. In: _____. Servicios de ecosistemas en América Latina: Lecciones aprendidas en agua, bosques y ecoturismo. Colombia: Cartagena de Indias, 2007, p. 17- 26.

BOCATO JÚNIOR, Francisco Carlos. Valoração econômica de ativos naturais urbanos: o caso da área de preservação ambiental da fazendinha e seu entorno, Macapá – Amapá. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Tropical. Macapá: PPGGIO: UNIFAP, 2009.

BOCATO JÚNIOR, F. C.; CUNHA, A. C. A Avaliação Contingente como Ferramenta de Auxílio à Gestão de Áreas Verdes Urbanas. Rama: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, vol. 5, p. 9-23, 2012.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Cuidando das Águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 3 jul. 2012

BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em: 20 fev. 20

BRITO, D. C. Aplicação do Sistema de Modelagem da Qualidade da Água QUAL2KW em Grandes Rios: o caso do Alto e Médio Rio Araguari – AP. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Tropical. PPGGIO/UNIFAP, 2008, p. 144.

BRUNETT, E. et al. Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México. México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2011

CAMACHO, D. Cordero. Esquemas de pagos por servicios ambientales para la conservación de cuencas hidrográficas en el Ecuador. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. Equador, 2008. Disponível em: <<http://www.inia.es/srf>>. Acesso em: 20 agos. 2012.

CARAZO, F. *et al.* Protegiendo el Agua y sus Servicios Ecosistémicos. Proceso Regionale de las Americas: VI Foro Mundial del Agua. 2012. Disponível em: <http://www.unesco.org/phi/fileadmin/phi/infocus/Foro_Mundial_del_Agua_2012/10_PROTEGIENDO_EL_AGUA_Y_SUS_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS.pdf>.

Acesso em 26 set. 2012.

CASAS, A.; MARTÍNEZ, R. Marcos Legales para el Pago por Servicios Ambientales em America Latina y el Caribe: Análisis de ochos países. 2008. Disponível em: <<http://www.oas.org/dsd/PES/MARCOSlegalsFnLR2.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2012.

CÔRREA, Katrícia Milena Almeida. A Formação do Complexo Hidrelétrico no Rio Araguari: Impactos no Ordenamento Territorial De Ferreira Gomes, Amapá. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional), Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP, 2018. 129 p.

CUNHA, Alan Cavalcanti da *et al.* Aplicação do modelo de qualidade da água QUAL2E para análise de cenários ambientais e autodepuração no médio rio Araguari – AP. In: AMAPÁ. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia. Programa Primeiros Projetos. Macapá, 2010.

_____. Dam Effect on Stream Reaeration Evaluated with the Qual2kw Model: Case Study of the Araguari River, Amazon Region, Amapá State/Brazil. In: BILIBIO, Carolina; HENSEL, Oliver; SELBACH, Jeferson Francisco. Sustainable water management in the tropics and subtropics - and case studies in Brazil. vol. 2. Jaguarão/RS: Fundação Universidade Federal do Pampa, UNIKASSEL, PGCult- UFMA, 2011, p. 697.

CUNHA, A. C. da. Uso do Sistema de Modelagem Qual2E (Qual2kw) para o Estudo de Impacto Ambiental na Qualidade da Água Causado por Barragem e Cidades Ribeirinhas no Alto e Médio Rio Araguari – Amapá. Macapá, 2009.

CUNHA, A. C. da; BRITO, D. C.; CUNHA, H. F. A. Análise se cenário da qualidade da água no rio Araguari (AP) com uso do Sistema de Modelagem QUAL₂K_w: impactos de hidrelétricas e urbanização. In: CUNHA, A. C. da; SOUZA, E. B. de; CUNHA, H. F. A. Tempo, Clima e Recursos Hídricos: resultados do Projeto REMETAP. Macapá: IEPA, 2010, p. 119 - 134.

CUNHA, A.C.; PINHEIRO, L. A.R e CUNHA, H. F. A. Modelagem e simulação do escoamento e dispersão sazonais de agentes passivos no Rio Araguari para o AHE Ferreira Gomes-I- Amapá/Brasil. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. vol. 18, n.1. Jan/Mar. 2013 (*in press*).

FEARNSIDE, Philip M.. Valoração Econômica e os Serviços Ambientais da Amazônia. 2008, p. 55- 67. In: RIVAS, A.; FREITAS, C.E.; MOURÃO, R.R. Valoração e Instrumentos Econômicos Aplicados ao Meio Ambiente: alternativas para proteger a Amazônia. Instituto -Piatam, Manaus, Amazonas, Brasil, p. 178. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2008/Serv%20Amb%20PIATAM%202008.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2011.

GREIBER, Thomas. Pagos por Servicios Ambientales Marcos Jurídicos e Institucionales. Gland, Suiza: UICN. 2010. Disponível em: <<http://www.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-078-Es.pdf>>. Acesso em 20 set. 2012.

FOLETO, Eliane Maria; LEITE, Michele Benetti. PERSPECTIVAS DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS E EXEMPLOS DE CASO NO BRASIL. Revista de Estudos Ambientais, vol.13, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2011.

HAIR Jr, J. F; TATHAN, A. R.L; BLACK, W. C. Análise Multivariada de Dados. Viçosa: Tradução Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. Bookman. 5. ed., Porto Alegre - RGS. 2005.

JARDIM, Mariana Heilbuth. Pagamento por Serviços Ambientais na Gestão de Recursos Hídricos: o caso do município de Extrema-MG. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Centro do Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10482/7814>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

JOHNSTON, Robert J.; RUSSELL, Marc. An operational structure for clarity in ecosystem service values. Ecological Economics. 2011. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/ecocon>>. Acesso em: 17 set. 2012.

LANNA, A. E. L.; BRAGA, Benedito. Hidroeconomia. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (orgs.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

MAYRAND, Karel Mayrand; PAQUIN, Marc. Pago por servicios ambientales: Estudio y evaluación de esquemas vigentes. Montreal: UNIFÉSRA, 2004. Disponível em: <http://www.cec.org/Storage/56/4896_PES-Unisfera_es.pdf> Acesso em: 20 set. 2012.

MORENO JÚNIOR, Ícaro. Uma Experiência de Gestão de Recursos Hídricos: a Implantação de uma proposta para o Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Ciências. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

MORENO-SANCHEZ, Rocio *et al.* Heterogeneous users and willingness to pay in an ongoing payment for watershed protection initiative in the Colombian Andes. Ecological Economics. 2012. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/ecocon>>. Acesso em: 23 ago. 2012.

Coelho, N. R.; Gomes, A. S.; Cassano, C. R. and Prado, R. B. Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. Eng Sanit Ambient| v.26 n.3 |maio/jun 2021| 409-415. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190055>

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi *et al.* Conciliação entre produção agropecuária e integridade ambiental: o papel dos serviços ambientais. São Paulo: EMBRAPA, 2008.

OLIVEIRA, Leidiane Leão de *et al.* Características Hidroclimáticas da bacia do rio Araguari. In: CUNHA, Alan Cavalcanti da; SOUZA, Everaldo Barreiros de; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque. Tempo, Clima e Recursos Hídricos: resultados do Projeto REMETAP. Macapá: IEPA, 2010, p. 83 – 96.

PAHL-WOSTL, Claudia *et al.* Managing Change toward Adaptive Water Management through Social Learning. Ecology and Society. 2007. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art30/>>. Acesso em: 16 abril 2012.

PAGIOLA, S. *et al.* Poor Household Participation in Payments for Environmental Services: Lessons from the Silvopastoral Project in Quindío, Colombia. USA, 2007, p. 26. Disponível em:

<<http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/Resources/Silvopastoral-Poverty-Colombia.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2012.

PÉREZ *et al.* Pagos Por Servicios Ambientales: conceptos, principios y su realización a nível municipal. 2 ed. Managua: PASOLAC. 2002.

PETERNELLI, Luiz Alexandre; MELLO, Márcio Pupin de. Conhecendo o R: uma visão estatística. Viçosa: UFV, 2011.

RAADGEVER, G.T. *et al.* Assessing Management Regimes in Transboundary River Basins: Do They Support Adaptive Management? Ecology and Society. 2008. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art14/>>. Acesso em: 16 abril 2012.

SALATI, Eneas; LEMOS, Haroldo Mattos de; SALATI, Eneida. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (orgs.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 37 - 62.

SANT'ANNA, T. L. Uso e preservação dos recursos hídricos: aspectos jurídicos. Revista do BNDES, vol. 33, 2010. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes.../rev3305.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2011.

SANTILLI, J Aspectos Jurídicos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Série Grandes Eventos- Meio Ambiente. 2007. Escola Superior do Ministério Público da União. Disponível em:<<http://www3.esmpu.gov.br/linha-editorial/outras-publicacoes/serie-grandes-eventos-meio-ambiente/serie-grandes-eventos-meio-ambiente/?searchterm=Juliana%20Santilli>>. Acesso em: 05 jun. 2011

SANTOS, Eldo Silva dos. Modelagem hidrodinâmica e qualidade da água na foz do rio Araguari-AP. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Tropical: PPGGIO/UNIFAP, 2012.

SANTOS, Paula V. C. J. Potencial de vazão ambiental como subsídio à outorga de recursos hídricos para construção e operação de hidrelétricas na Amazônia. Dissertação de Mestrado em Direito Ambiental e Políticas Públicas. Macapá: PPGDAP: UNIFAP, 2011.

SANTOS, P. V. C. J e CUNHA, A. C. Potencial de vazão ambiental: método participativo para estimar vazão ambiental em rios na Amazônia. ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ONLINE), v. 23, p. 137-150, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018140637>

SANTOS, Priscilla *et al.* Marco Regulatório sobre Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil. IMAZON, 2012.

SEPEDA, Ideusanira de Vasconcelos. Aplicação do Método de Avaliação Contingente (MAC) para Valoração Econômica da Água no Município de Macapá –AP. Dissertação

de Mestrado em Direito Ambiental e Políticas Públicas: PPGDAPP: UNIFAP, Macapá-AP, 2010.

SILVA, R. T; FOLEGATTI, M.V.; SANTOS, D.G. Pagamento por serviços ambientais (PSA) no dos Comitês das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2009. Disponível em: <www.ana.gov.br/produagua>. Acesso em: 21 jun. 2011.

SILVA, G. C. X.; ABREU, C. H. M.; WARD, N. D.; BELUCIO, L. P.; Brito, D. C.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. Environmental impacts of dam reservoir filling in the East Amazon. *Frontiers in Water*, v. 15, p. 1-33, 2020. <https://doi.org/10.3389/frwa.2020.00011>

SMITH, M.; GROOT, D.; BERGKAMP, G. Pay: Establishing payments for watershed services. IUCN, Gland, Switzerland, 2006, p. 109. Disponível em: <<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2006-054.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2012.

STANTON, Tracy *et al.* [State of Watershed Payments: An Emerging Marketplace](#). Ecosystem Marketplace. 2010. Disponível em: <http://rmportal.net/library/content/translinks/transLinks-2010/forest_trends/Report_StateofWatershedPayments.pdf/view?set_language=pt-br>. Acesso em: 14 fev. 2012.

Sun, X.Y., Zhou, Q.X., Ren, W.J. 2013. Herbicide occurrence in riparian soils and its transporting risk in the Songhua River Basin, China. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4), 777-78.

Sun, X., Shan, R., & Liu, F. (2020). Spatio-temporal quantification of patterns, trade-offs and synergies among multiple hydrological ecosystem services in different topographic basins. *Journal of Cleaner Production*, 122338. doi:10.1016/j.jclepro.2020.122338

SWALLOW, Brent M. *et al.* Compensation and Rewards for Environmental Services in the Developing World: Framing Pan-Tropical Analysis and Comparison, 2009. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art26/>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

TAGESTAD J., WARD N.D., BUTMAN D. & STEGEN J. (2021). Small streams dominate US tidal reaches and will be disproportionately impacted by sea-level rise. *Science of The Total Environment* 753, 141944. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141944>

TEIXEIRA, Carlos Geraldo. Pagamento por Serviços Ambientais de proteção às nascentes como forma de sustentabilidade e preservação ambiental. Dissertação de Mestrado em Direito Socioambiental. Curitiba: Universidade Católica do Paraná, 2011. Disponível em: <www.ana.gov.br/produagua>. Acessado em: 21 jun. 2011.

TUNDISI, José Galizia. Água no Século XXI: enfrentando a escassez. 2. ed. São Carlos: RIMA, IIE, 2005

VATN, Arild. An institutional analysis of payments for environmental services. *Ecological Economics*. 2010. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/econecol>>. Acesso em: 17 set. 2012.

VEIGA, F.. Edificando el pago por los esquemas de servicios ambientales basados en servicios forestales de agua em los bosques del Atlántico, Brasil. In: CREEL, J. E. B.; GUTIÉRREZ; L. I. *Servicios de ecosistemas en América Latina: Lecciones aprendidas en agua, bosques y ecoturismo*. Colombia: Cartagena de Indias, 2007, p. 31- 37.

VETORATTO, G. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos como instrumento estadual de política macroeconômica. In: 23ª Procuradoria de Justiça Criminal de Goiás. *Caderno de Doutrina - Ambiental*. 2004. Disponível em: <<http://www.serrano.neves.com.br>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

WHATELY, M., HERCOWITZ, Marcelo. *Serviços ambientais: conhecer, valorizar e cuidar: subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

WUNDER, S. *et al.* Pagamentos por Serviços Ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008 (Série Estudos, 10). Disponível em: <http://www.ekosbrasil.org/media/file/PagtoServAmbietais_Amz_MMA.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2011.

WUNDER, S. Are Direct Payments for Environmental Services Spelling Doom for Sustainable Forest Management in the Tropics? *Ecology and Society*. 2006. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art23>>. Acesso em: 14 fev. 2012.

_____. Necessary Conditions for Ecosystem Service Payments. *Economics and Conservation in the Tropics: a strategic dialogue*. Conference Paper, 2008. Disponível em:

<http://www.rff.org/documents/08_tropics_conference/tropics_conference_papers/tropics_conference_wunder_pes_markets.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2011.

AUTORES

Elen Diana de Almeida Coelho: Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas – PPGDAP da Universidade Federal do Amapá: elen.coelho@hotmail.com

Viniciu Fagundes Bárbara: Instituto Federal de Goiás – IFG: viniciu.fagundes@gmail.com

Rafael Neri Furtado: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical – PPGBio da Universidade Federal do Amapá: rafael_neri.17@hotmail.com

Diani Fernanda da Silva Less: Universidade Federal do Oeste do Pará: diani.less@ufopa.edu.br

Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha: Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento – UNIFAP: helenilzacunha@gmail.com

Alan Cavalcanti da Cunha: Departamento de Exatas e Tecnológicas - Engenharia Civil - UNIFAP: alancunha@unifap.br



Capítulo 3

UMA REFLEXÃO SOBRE A EDUCAÇÃO INCLUSIVA: ENTRE OS DESAFIOS E AS CONQUISTAS

DOI:10.29327/555021.1-3

Renata Magalhães de Melo Oliveira
Maria Clementina de Oliveira

UMA REFLEXÃO SOBRE A EDUCAÇÃO INCLUSIVA: ENTRE OS DESAFIOS E AS CONQUISTAS

Renata Magalhães de Melo Oliveira

Maria Clementina de Oliveira

RESUMO

Este estudo tem por finalidade apresentar uma breve discussão a respeito do reconhecimento dos direitos sociais existentes das pessoas portadores de alguma necessidade especial. A pesquisa é qualitativa e teórica, voltada às questões das principais pautas construídas e determinada na Declaração de Salamanca realizada em 1991, na Espanha. Momento oportuno, onde várias lideranças e entidades pressionadas pela sociedade viram a necessidade de apresentar um apelo ao mundo, sobre os direitos iguais a todos os cidadãos. Segundo momento deste estudo, é discutido sobre o conceito de educação inclusiva e as políticas educacionais nacionais existentes e as conquistas e desafios enfrentados pelas pessoas com alguma deficiência frente ao mercado de trabalho no cenário atual. Entende-se que são muitos os desafios encontrados para o processo de inclusão, principalmente quando se trata dos espaços e das condições ofertadas pelas instituições públicas educacionais no que tange ao ensino. Quanto a questão da relação entre a inclusão e o mercado de trabalho, observou-se nas últimas décadas por meio das políticas governamentais tem ocorrido muitos avanços e de maneira mesmo que lenta tem aberto espaço no mercado de trabalho para a contratação das pessoas com deficiência. Porém, são muitos os desafios, a sociedade precisa reconhecer e oportunizar as pessoas portadoras de alguma deficiência, pois todos somos cidadãos capazes de desenvolver qualquer atividade, às vezes, são as oportunidades que nos limitam.

Palavras-chaves: Inclusão. Políticas educacionais. Trabalho.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo presentar una breve discusión sobre el reconocimiento de los derechos sociales existentes de las personas con necesidades especiales. La investigación es de carácter cualitativo y teórico, centrada en las cuestiones de las principales directrices construidas y determinadas en la Declaración de Salamanca celebrada en 1991, en España. Un momento oportuno, cuando varios líderes y entidades

pressionadas por la sociedad vieron la necesidad de presentar un llamado al mundo, sobre la igualdad de derechos para todos los ciudadanos. En la segunda parte de este estudio se discute sobre el concepto de educación inclusiva y las políticas educativas nacionales existentes y los logros y desafíos que enfrentan las personas con alguna discapacidad en relación al mercado laboral en el escenario actual. Se entiende que son muchos los desafíos encontrados en el proceso de inclusión, especialmente en lo que se refiere a los espacios y condiciones que ofrecen las instituciones educativas públicas en materia de docencia. En cuanto a la cuestión de la relación entre inclusión y mercado laboral, se ha observado en las últimas décadas a través de las políticas gubernamentales que ha habido muchos avances y de una manera que incluso lentamente se ha ido abriendo espacios en el mercado laboral para la contratación de personas con discapacidad. Sin embargo, son muchos los retos, la sociedad necesita reconocer y dar oportunidades a las personas con discapacidad, porque todos somos ciudadanos capaces de realizar cualquier actividad, a veces son las oportunidades las que nos limitan.

Palabras clave: inclusión. Políticas educativas. Trabajo.

1. INTRODUÇÃO

A anatomia refere-se ao estudo das formas e estruturas que compõem o corpo humano sendo considerada base na profissionalização de trabalhadores da área da saúde. Atualmente, seu ensino acontece através de aulas expositivas e aulas práticas realizadas em laboratórios específicos utilizando, na maioria das vezes, peças anatômicas que permitem ao aluno se aproximar e lidar diretamente com os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas. Entretanto esse formato de ensino tem apresentado empecilhos como dificuldades para visualização de algumas estruturas e para identificação de sua nomenclatura (MORAES; SCHWINGEL; SILVA JÚNIOR, 2016).

Este artigo tem por objetivo apresentar uma breve discussão teórica sobre a importância da educação inclusiva para a formação e inclusão das pessoas com deficiências na sociedade contemporânea. O fato é que no passado as pessoas portadoras de alguma deficiência eram menosprezadas pelos familiares e deixadas de lado pelas instituições. Sabe-se que durante a Idade Média, a instituição detentora do poder e do controle social sobre a vida das pessoas, Igreja Católica, ignorava, desprezava e excluía os indivíduos considerados deficientes.

Porém, a realidade no momento atual difere do passado, isso graças as lutas e conquistas que mesmo de maneira lenta tem ocorrido ao decorrer dos últimos séculos. Pois, processo de inclusão tem sido discutido entre os governantes, e as instituições em gerais. As mudanças na escala global, em toda a estrutura organizacional e da vida tem alterado, uma vez que o mundo a partir do século XVII e do surgimento de ideias iluministas, as quais culminaram a ciência que tem como fruto a razão. Trouxeram também uma nova consciência e uma necessidade de discutir a o direito do indivíduo enquanto ser importante não somente enquanto mão de obra, mas também enquanto ser humano, tendo também o poder de decisão nas escolhas políticas e sociais.

É nas primeiras décadas do século XX que de fato o pensar coletivo pelas lideranças políticas e institucionais discutem e fortalecem a importância da inclusão das pessoas com deficiência nas escolas, nos esportes e no mundo do trabalho. É importante ressaltar que essas ações não vieram de livre e espontânea vontade, mas sim de pressões sociais de pessoas portadoras de deficiência. E a partir deste momento o processo de sensibilização e força coletiva tiveram pesos maiores, porém de maneira lenta as ações foram sendo discutidas no século XX em escala internacional como também nas políticas nacionais de educação.

Um importante marco formal na defesa pelo direito as políticas sociais e educacionais em escala global é a Declaração de Salamanca, a qual é ação formal das discussões ocorridas na Conferência Mundial que ocorreu entre 7 e 10 de junho de 1994, em Salamanca na Espanha. Na ocasião reuniram-se várias lideranças internacionais, cuja finalidade eram abordar e juntas construir um documento oficial em nível global que assegurassem o direito de todo cidadão ao acesso à educação, ao trabalho e a vida em sociedade.

É o que está em destaque no documento oficializado pela UNESCO – Organização das Nações Unidas, a qual reconheceu que é um direito à educação de todos os indivíduos, tal como está inscrito na Declaração Universal dos Direitos do Homem de 1948, e renovando a garantia dada pela comunidade mundial na Conferência Mundial sobre Educação para Todos de 1990 de assegurar esse direito, independentemente das diferenças individuais. Lembra-se que as diversas declarações das Nações Unidas que culminaram, em 1993, nas Normas das Nações Unidas sobre a Igualdade de Oportunidades para as Pessoas com Deficiência, as quais exortam os Estados a assegurar

que a educação das pessoas com deficiência faça parte integrante do sistema educativo (UNESCO, 1994).

No que tange as pessoas, visto aqui neste estudo enquanto um ser singular ao mundo, nota-se que qualquer ação vinda da mesma em direção ao mundo exterior depende de uma coordenação motora somadas aos membros corporais. A ausência ou dificuldade motora impede ou incapacita o indivíduo se relacionar com o mundo seja ele físico ou com outra pessoa.

Tal fato, leva-nos a entender que para as pessoas com deficiência essa conjuntura se impõe de maneira ainda mais difícil, pela resistência para o engajamento dessas pessoas nas relações sociais do trabalho, no exercício de sua cidadania e em atividades laborais, em razão de falsas crenças de elas serem incapazes, menos produtivas, mais lentas e necessitar de cuidados especiais, ou seja, a concepção de trabalho centrar-se na condição aparente do sujeito (NASCIMENTO; MIRANDA, 2007).

2. A EDUCAÇÃO INCLUSIVA: UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE A INCLUSÃO NAS POLITICAS EDUCACIONAIS NACIONAIS

Este estudo é fundamentado em uma pesquisa qualitativa a qual parte da leitura a respeito da temática em debate, ou seja, sobre as pessoas com deficiências e a inclusão no mundo do trabalho.

Entender o processo educativo de inclusão é em primeiro momento identificar o contexto histórico e social das pessoas portadoras de alguma deficiência. Para esta compreensão é relevante neste estudo apresentar de maneira breve as conquistas históricas e a democratização da inclusão, pois é direito de todo cidadão com necessidades especiais o acesso a entidades educacionais especiais, isto é, um marco conquistado diante apelos internacionais que se refletiu nas políticas educacionais. A sociedade também deve ser entendida, levando em consideração o contexto sócio-histórico-econômico, para, assim, compreender as intenções relativas à inclusão das pessoas com tais necessidades (OLIVEIRA, 2016).

O acesso a educação deve ser entendido como um dever do Estado em assegurar também a oferta e acessibilidade a todos pessoas com deficiências, porém isso só foi possível a partir do século XVI, numa fase de segregação a partir de estudos de alguns médicos e pedagogos que acreditavam haver possibilidade de educar os indivíduos, mesmo os com deficiências, “esses precursores desenvolveram seus trabalhos em base

tutoriais, sendo eles próprios os professores e seus pupilos” (MENDES, 2006; OLIVEIRA, 2016).

A educação inclusiva, nas palavras de Miranda e Nascimento (2007, p. 3) é o “processo de inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais na rede regular de ensino em todos os graus, através de projetos de escola com características de colaboração e direcionamento para a comunidade”.

Neste sentido, houve a construção coletiva de apelo das entidades internacionais na década de 1990 em prol da conscientização e do respeito com uma pessoa portadora de alguma deficiência.

Nota-se que é importante elencar neste momento do texto as principais medidas e pontos firmados na Declaração de Salamanca construída pelas lideranças globais e firmadas pela UNESCO. Dentre os destaques no referente acordo:

[...] cada criança tem o direito fundamental à educação e deve ter a oportunidade de conseguir e manter um nível aceitável de aprendizagem, cada criança tem características, interesses, capacidades e necessidades de aprendizagem que lhe são próprias; os sistemas de educação devem ser planeados e os programas educativos implementados tendo em vista a vasta diversidade destas características e necessidades; as crianças e jovens com necessidades educativas especiais devem ter acesso às escolas regulares, que a elas se devem adequar através duma pedagogia centrada na criança, capaz de ir ao encontro destas necessidades; as escolas regulares, seguindo esta orientação inclusiva, constituem os meios mais capazes para combater as atitudes discriminatórias, criando comunidades abertas e solidárias, construindo uma sociedade inclusiva e atingindo a educação para todos; além disso, proporcionam uma educação adequada à maioria das crianças e promovem a eficiência, numa óptima relação custo-qualidade, de todo o sistema educativo (UNESCO, 1994, p.2).

Nesta perspectiva, é feito o apelo a todos governantes mundiais como também as principais instituições internacionais tais como:

aos governos com programas cooperativos internacionais e às agências financiadoras internacionais, especialmente os patrocinadores da Conferência Mundial de Educação para Todos, à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), ao Fundo das Nações Unidas para a Infância, (UNICEF), ao Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas

(PNUD), e ao Banco Mundial: a que sancionem a perspectiva da escolaridade inclusiva e apoiem o desenvolvimento da educação de alunos com necessidades especiais, como parte integrante de todos os programas educativos; às Nações Unidas e às suas agências especializadas, em particular à Organização Internacional do Trabalho (OIT), à Organização Mundial de Saúde (OMS), UNESCO e UNICEF: a que fortaleçam a sua cooperação técnica, assim como reforcem a cooperação e trabalho conjunto, tendo em vista um apoio mais eficiente às respostas integradas e abertas às necessidades educativas especiais; às organizações não-governamentais envolvidas no planeamento dos países e na organização dos serviços: a que fortaleçam a sua colaboração com as entidades oficiais e que intensifiquem o seu crescente envolvimento no planeamento, implementação e avaliação das respostas inclusivas às necessidades educativas especiais (UNESCO, 1994, p.3).

Costa *et al.* (2017) apresenta que nas últimas três décadas o Brasil tem sido palco de uma discussão teórica que se refletiu na aprovação de uma legislação voltada para a educação inclusiva, tendo como foco principal os alunos designados como aqueles com necessidades educacionais especiais. As quais são:

Destaca-se aqui a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996 e as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, ambas afinadas tanto aos princípios da Constituição Brasileira de 1988, quanto a documentos internacionais como a Declaração de Jomtien sobre a Educação para Todos, de 1990 e a Declaração de Salamanca sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área de Necessidades Educativas Especiais, de 1994 (COSTA *et al.*, 2017, p.3-4).

Oliveira (2016 p.2) também afirma que “as primeiras leis de inclusão das pessoas com deficiência à sociedade são: a Constituição Federal (1988) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.394/1996). Sobre os referentes atos legislativos, Garcia (2017) considera que:

O documento Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (BRASIL, 2001), elaborado como desdobramento dos debates a partir da LDB 9.394/96 (BRASIL, 1996) já carregava em seu escopo um perfil de perspectiva inclusiva, ainda que lançando mão de estratégias parciais e com um discurso menos enfático na defesa ideológica da inclusão escolar (GARCIA, 2017, p.23).

Refletir a educação na perspectiva inclusiva no Brasil, é entender esse movimento de maneira lenta e assim como na escala global, pois ainda hoje são muitos os desafios, a inserção escolar sobretudo na pública é algo muito discutido, porém as condições físicas destes espaços limitam e dificultam acessibilidade das pessoas portadora de alguma deficiência. Em relação ao contexto histórico das políticas educacionais inclusivas no Brasil, argumenta que:

Compreendemos que no período 1995-2014, as políticas de educação especial na perspectiva inclusiva desenvolveram-se em duas gerações de políticas na base neoliberal, cada qual com suas particularidades, em uma conjuntura de ampliação do acesso à educação escolar ancorada na gestão da pobreza e na privatização da/na educação (GARCIA, 2017, p.28-9).

Portanto, *Costa et al.* (2017) aponta que a política de inclusão escolar traz também em seu bojo a necessidade de atendimento diferenciado para determinados tipos de alunos. É o que se convencionou chamar de educação especial ou atendimento educacional especializado na educação regular ou, também denominada de pedagogia diferenciada ou poderia ser chama ainda, de o especial da educação, para suprir a especificidade de determinados grupos.

Neste contexto, observa-se que as políticas de educação especial existentes no período acima mencionado foram marcadas pela perspectiva inclusiva, entendidas aqui como um processo de inserção dos estudantes nos sistemas de ensino, nas redes de ensino estaduais e municipais, nas escolas de educação básica, na classe comum (GARCIA, 2017). Autora destaca ainda que:

Em meio às reformas nas políticas econômica e social no Brasil nas últimas décadas, as políticas de educação especial passaram por mudanças conceituais e estruturais. Tais mudanças são compreendidas como fenômenos não dissociados do campo educacional geral e definidas no conjunto de relações complexas e contraditórias das determinações sociais. A educação especial como parte desse processo expressa elementos gerais das reformas educacionais e algumas especificidades. Mas cumpre articular as mudanças na educação especial com as mudanças pelas quais passa a própria função social da escola (GARCIA, 2017, p.42-3).

Nesta perspectiva, o órgão responsável pelas políticas educacionais, o Ministério da Educação, conceitua a Educação Especial como:

Modalidade da educação escolar; processo educacional definido em uma proposta pedagógica, assegurando um conjunto de recursos e serviços educacionais especiais, organizados institucionalmente para apoiar, complementar, suplementar e, em alguns casos, substituir os serviços educacionais comuns.[...] em todas as etapas e modalidades da educação [...] Ainda com relação à implantação e implementação dos serviços de educação especial, as diretrizes no MEC preveem o atendimento prioritário na rede regular de ensino, através da organização de classes comuns e de serviços de apoio pedagógico especializado, as classes especiais são admitidas apenas em caráter extraordinário e transitório, devido ao seu caráter segregador, contraria os princípios da educação inclusiva.(COSTA *et al.*, 2017, p.6-7).

O Ministério da Educação, através das Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, esclarece que:

Tradicionalmente, a educação especial tem sido concebida apenas ao atendimento de alunos que apresentam deficiências seja ela, mental, visual, auditiva, físico-motoras e múltiplas. As condutas típicas de síndromes e quadros psicológicos, neurológicos ou psiquiátricos, bem como de alunos que apresentam altas habilidades/superdotação (COSTA *et al.*, 2017, p. 43).

É importante destacar também que:

Hoje, com adoção do conceito de necessidades educacionais especiais, afirma-se o compromisso com uma nova abordagem, que tem como horizonte a inclusão. Dentro dessa visão, a ação da educação especial amplia-se, passando a abranger não apenas as dificuldades de aprendizagem relacionadas a condições, disfunções, limitações e deficiências, mas também aquelas vinculadas a uma causa orgânica específica, considerando que, por dificuldades cognitivas, psicomotoras e de comportamento, alunos são frequentemente negligenciados ou mesmo excluídos dos apoios escolares. (BRASIL, 2001, p. 43-4).

Neste cenário, foram estas diretrizes educacionais, serviu como base para a criação de programas de educação inclusiva no país. É o que afirma Garcia (2017):

O programa Educação Inclusiva: direito à diversidade foi implementado pelo MEC/Seesp numa lógica de municípios-pólos que exerceram o papel de multiplicadores. A inspiração de tal programa é o conhecido material da Unesco, Formação de Professores: as necessidades especiais na sala de aula. O objetivo do programa é a formação de gestores e educadores para efetivar a transformação dos sistemas educacionais em sistemas educacionais inclusivos, tendo como princípio, a garantia do direito dos alunos com necessidades educacionais especiais de acesso e permanência, com qualidade, nas escolas regulares (BRASIL, 2005, p.9). Observa-se que houve por parte do governo federal uma grande preocupação em formar gestores para a garantia da implementação da política, ou seja, um abrangente projeto de disseminação de uma nova estratégia, muito mais do que um processo de formação docente (GARCIA, 2017, p. 31-2).

Nesta perspectiva, as reformas nas políticas econômicas e sociais no Brasil nas últimas décadas, as políticas de educação especial passaram por mudanças conceituais e estruturais. Essas ações devem ser pensadas enquanto fenômenos não dissociados do campo educacional geral e definidas no conjunto de relações complexas e contraditórias das determinações sociais. A educação especial como parte desse processo expressa elementos gerais das reformas educacionais e algumas especificidades. Mas cumpre articular as mudanças na educação especial com as mudanças pelas quais passa a própria função social da escola (GARCIA, 2017).

Porém, Costa *et al.* (2017) argumenta que o sistema escolar é explicitamente apartado e desigual. De um lado, escolas privadas de altíssima qualidade acessíveis apenas para a elite, formam esta mesma elite para continuar reproduzindo a desigualdade. De outro, escolas públicas com nível muito inferior, precarizadas, com professores mal remunerados e que tratam muito mais para formar mão-de-obra para o mercado de trabalho do que cidadãos críticos e conscientes.

Em relação as instituições formadoras dos profissionais da educação, destaca-se que os cursos de licenciaturas ofertados no país têm por obrigatoriedade ofertar disciplinas que venha trabalhar conteúdos, os quais vem ensinar e fazer o estudante, futuro professor atuante na educação. A entender, na teoria como atuar, bem como construir metodologias e formas para o envolvimento e a inclusão do aluno com deficiência em suas aulas (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Neste sentido, o trabalho com a educação inclusiva possibilita uma maior visibilidade acerca da pluralidade de características que compõem a diversidade de sujeitos existentes na nossa sociedade, seja no que compete às diferenças religiosas, étnicas, físicas, de gênero ou outras (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Contudo, de maneira ampla, o conceito de educação inclusiva se impõe diante do fracasso escolar e exige da escola uma postura pedagógica fundada no respeito às diferenças sociais, culturais econômicas e pessoais e cobra da escola respostas educacionais através de currículos flexíveis adaptados e emprego de recursos didáticos tecnológicos que favoreçam e potencializem o aprender e, professores bem instrumentalizados para mediar a aprendizagem (COSTA *et al.*, 2017).

3. A INCLUSÃO NO CONTEXTO ESCOLAR

Neste estudo, é primordial entender algumas questões essenciais para o entendimento do conceito que se pretende estudar. Maria Tereza Mantoan (2003) em seu livro *Inclusão escolar, o que é? Por quê? Como fazer?* traz como título esses questionamentos iniciais, os quais entendem neste estudo que são fundamentais para o entendimento de uma educação inclusiva. Nesta perspectiva, autora argumenta que a papel da escola atualmente mediante o contexto de inclusão:

[...] se entupiu do formalismo da racionalidade e cindiu-se em modalidades de ensino, tipos de serviço, grades curriculares, burocracia. Uma ruptura de base em sua estrutura organizacional, como propõe a inclusão, é uma saída para que a escola possa fluir, novamente, espalhando sua ação formadora por todos os que dela participam. A inclusão, portanto, implica mudança desse atual paradigma educacional, para que se encaixe no mapa da educação escolar que estamos retraçando. E inegável que os velhos paradigmas da modernidade estão sendo contestados e que o conhecimento, matéria-prima da educação escolar, está passando por uma reinterpretação. As diferenças culturais, sociais, étnicas, religiosas, de gênero, enfim, a diversidade humana está sendo cada vez mais desvelada e destacada e é condição imprescindível para se entender como aprendemos e como compreendemos o mundo e a nós mesmos. Nosso modelo educacional mostra há algum tempo sinais de esgotamento, e nesse vazio de ideias, que acompanha a crise paradigmática, é que surge o momento oportuno das transformações (MANTOAN, 2003, p. 12).

Na obra *Inclusão escolar, o que é? Por quê? Como fazer?* Mantoan (2003) apresenta um breve contexto sobre a noção do que é um paradigma, o qual se constitui sobre novas bases teóricas construídas por discussões sobre conceitos antes fundamentados, mas que conforme novos fatos e percepções, alteram-se e formam novos paradigmas. Assim, autora, ressalta que no atual sistema educacional, a escola não pode mais continuar ignorando as diferenças e nem marginalizando os processos, e que aprender é muito mais relevante, não se deve ficar preso a processos e sim observar as várias maneiras de se expressar, valores do aluno e seu cotidiano.

É primordial, segundo autora, que toda instituição respeite e trate com dignidade seu aluno com deficiência ou com alguma necessidade individual. E, portanto, o ensino deveria observar mais as inter-relações, pois o ensino fica muito preso as disciplinas, que na verdade isola e separa ainda mais os alunos.

Portanto os sistemas escolares estão montados a partir de um pensamento que recorta a realidade, que permite dividir os alunos em normais e deficientes, as modalidades de ensino em regular e especial, os professores em especialistas nesta e naquela manifestação das diferenças. É marcada por uma visão determinista, mecanicista, formalista, reducionista, própria do pensamento científico moderno, que ignora o subjetivo, o afetivo, o criador. Desta forma, não é possível o rompimento com o velho modelo escolar para produzir a reviravolta que a inclusão impõe (MANTOAN, 2003). Neste cenário acima discutido, quando colocado a questão da integração, a problemática torna-se maior.

No contexto amplo sobre a escola, refletir os vocábulos — “integração” e “inclusão” —, conquanto tenham significados semelhantes, são empregados para expressar situações de inserção diferentes e se fundamentam em posicionamentos teóricos metodológicos divergentes. Destaquei os termos porque acho ainda necessário frisá-los, embora admita que essa distinção já poderia estar bem definida no contexto educacional (MANTOAN, 2003). Pois este:

[...] processos de integração escolar tem sido entendido de diversas maneiras. O uso do vocábulo ‘integração’ refere-se mais especificamente à inserção de alunos com deficiência nas escolas comuns, mas seu emprego dá-se também para designar alunos agrupados em escolas especiais para pessoas com deficiência, ou mesmo em classes especiais, grupos de lazer ou residências para deficientes.[...] processo de integração ocorre dentro de uma estrutura

educacional que oferece ao aluno a oportunidade de transitar no sistema escolar — da classe regular ao ensino especial — em todos os seus tipos de atendimento (MANTOAN, 2003, p.14-15).

Assim, nesta direção a integração escolar parte do princípio que a “especial na educação”, ou seja, a justaposição do ensino especial ao regular, ocasionando um inchaço desta modalidade, pelo deslocamento de profissionais, recursos, métodos e técnicas da educação especial às escolas regulares (MANTOAN, 2003). De modo que a quanto a questão da inclusão, a escola avalia o que o aluno aprendeu e o que não sabe, e não o como e de que forma foi ensinado, sendo assim cai sobre o aluno com deficiência a responsabilidade da evasão, repetência, exclusão e discriminação.

Por fim, segundo Mantoan (2003, p.20) as ações educativas “têm como eixos o convívio com as diferenças e a aprendizagem como experiência relacional, participativa, que produz sentido para o aluno, pois contempla sua subjetividade, embora construída no coletivo das salas de aula”. Entretanto, é importante frisar que as “relações de poder presidem a produção das diferenças na escola, mas a partir de uma lógica que não mais se baseia na igualdade como categoria assegurada por princípios liberais, inventada e decretada” (MANTOAN, 2003, p. 20). Pelo fato, “*a priori*, e que trata a realidade escolar com a ilusão da homogeneidade, promovendo e justificando a fragmentação do ensino em disciplinas, modalidades de ensino regular ou especial, seriações, classificações, hierarquias de conhecimentos” (MANTOAN, 2003, p. 20). Autora destaca também que:

A nossa Constituição Federal de 1988 respalda os que propõem avanços significativos para a educação escolar de pessoas com deficiência, quando elege como fundamentos da República a cidadania e a dignidade da pessoa humana (art. 1º, incisos II e III) e, como um dos seus objetivos fundamentais, a promoção do bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação (art. 3º, inciso IV). Ela garante ainda o direito à igualdade (art. 5º) e trata, no artigo 205 e seguintes, do direito de todos à educação. Esse direito deve visar ao ‘pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para a cidadania e sua qualificação para o trabalho’ (MANTOAN, 2003, p.21).

Portanto, a Constituição Federal assegura a todos cidadãos sem distinções os direitos iguais, em especial todos os portadores de alguma necessidade especial. Neste

sentido, é importante destacar que é dever do Estado oferecer condições a todos em especial as pessoas deficientes, recursos e meios nos espaços escolares, onde elas possam de fato sentir se pertencidas a esses espaços bem como assimilar o conhecimento no processo educativo. De modo que, o atendimento especializado deve ser assegurado desde a Educação Infantil até a Universidade, sendo assim em todos os níveis de ensino da rede regular. Portanto, beneficiando o desenvolvimento cognitivo, social, motor e afetivo do aluno garantindo o seu relacionamento com o seu grupo com ou sem deficiência na escola.

Por fim, “na interpretação evolutiva de nossas normas educacionais, há, portanto, que se entender e ultrapassar as controvérsias entre a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB de 1996) e a Constituição Federal de 1988” (MANTOAN, 2003, p.22).

A Constituição admite que o atendimento educacional especializado também pode ser oferecido fora da rede regular de ensino, em qualquer instituição, já que seria apenas um complemento, e não um substitutivo, do ensino ministrado na rede regular para todos os alunos. Mas na LDB (art. 58 e seguintes), consta que a substituição do ensino regular pelo ensino especial é possível (MANTOAN, 2003). Autora aponta ainda que:

[...] práticas escolares que contemplem as mais diversas necessidades dos estudantes, inclusive eventuais necessidades especiais, devem ser regra no ensino regular e nas demais modalidades de ensino, não se justificando a manutenção de um ensino especial, apartado (MANTOAN, 2003 p. 23).

4. UMA BREVE REFLEXÃO SOBRE OS DESAFIOS DAS PESSOAS COM DEFICIENCIA NO MUNDO DO TRABALHO.

O fato é que na sociedade capitalista a dinâmica e a busca pela eficiência e aumento da produtividade constante no mundo da produção das mercadorias é lógica implantada e vivida nas empresas e as mesmas cobram de toda a sociedade.

Nesta direção, Moura e Silva (2010, p. 3) ressaltam que embora essas leis tenham relevância nos âmbitos educacionais e profissionais, “observa-se que na prática a simples implementação, ainda não promoveu real mudança na educação ou na participação efetiva

no mercado de trabalho”. Quanto a questão da inclusão da pessoa com alguma deficiência no mercado de trabalho, os autores argumentam que:

No que se refere ao mercado de trabalho, na prática, observamos que muitas empresas contratam deficientes somente para evitarem as multas. Quando isso ocorre a discriminação, estigma e o preconceito inviabilizam que a pessoa com deficiência torne-se parte efetiva do quadro da empresa como produtiva. Os estigmas são marcas sociais negativas que podem ser atribuídas a pessoas com necessidades especiais ou não. Estas marcas de cunho pejorativo podem fazer com que as pessoas, nestas condições, sejam vistas como incapazes e anormais pela sociedade. Com isso, podem ter suas possibilidades limitadas, além de impedidas de desenvolverem-se (GOFFMAN, 1989; MOURA; SILVA, 2010 p.3)

Entende-se que o processo educativo e o trabalho, são formas para a inclusão social da pessoa com deficiência e importantes fatores de desenvolvimento econômico e social. O direito ao trabalho é fundamental para todos os seres humanos, segundo a Declaração Universal dos Direitos Humanos, emitida pelas Nações Unidas em 1948 (NASCIMENTO; MIRANDA, 2007). De acordo ainda com as respectivas autoras:

O Trabalho tem sido um dos principais temas estudados nas ciências humanas e sociais moderna e contemporânea. Mais do que sobrevivência, é uma das mais expressivas manifestações do ser humano, diferente de ser uma simples atividade que nos permite ter uma renda, contribui para o nosso bem-estar mental e emocional, satisfaz o desejo de ser membro produtivo da sociedade, e nos agrega ou retira a possibilidade de realização pessoal; portanto, cria e desenvolve em nós, certa medida de auto-estima, de acordo com a utilização das potencialidades e competências individuais (NASCIMENTO; MIRANDA, 2007, p.170).

A sociedade capitalista atual exige, cada vez mais, o sucesso profissional para a inclusão social. Esse êxito, no entanto, depende de conhecimentos específicos. A escola é, na sociedade contemporânea, um dos agentes responsáveis pela produção e distribuição do conhecimento (MIRANDA; NASCIMENTO, 2007). Nesta perspectiva, a exigência do mundo moderno nos faz ser mais atualizados, termos escolarização e exige de nós um aprendizado mais qualificado para o mercado de trabalho, pois a cada dia fica mais difícil inserirmos nesse campo.

No que tange a legislação e o amparo legal no Brasil, quanto a questão em debate, as autoras entendem que:

No panorama político, pessoas com deficiência vem conseguindo aos poucos que seus direitos individuais, sociais e trabalhistas sejam reconhecidos e assegurados em documentos internacionais e nacionais. O Brasil, nesse aspecto tem apoiado as iniciativas de reconhecimento aos direitos das pessoas com deficiência. Em 1983, a Conferência Geral da Organização Internacional do Trabalho (OIT) adota a Recomendação 168, e na Convenção 159 estabelece normas internacionais para os portadores de deficiência de treinamento e trabalho apropriados, em instituições e oficinas de produção específicas, mas também com pessoas deficientes da sociedade (MIRANDA; NASCIMENTO, 2007, p.172).

Diante deste reconhecimento coletivo, Miranda e Nascimento (2007) argumenta que esta compreensão que a deficiência não significa impossibilidade para a atividade laboral mostraram a necessidade de mudanças no tratamento dado às pessoas com deficiência com relação ao preconceito e a discriminação para a inserção no mercado de trabalho. Pois, há também a sustentação no Brasil tanto em sua Constituição e também na legislação existente, oferece as pessoas com deficiência proteção especial. Portanto, para Garcia (2017, p. 49) “promover a articulação pedagógica entre o ensino regular e o atendimento educacional especializado é fundamentalmente necessário refletir e superar as condições desfavoráveis da organização das redes de ensino e do trabalho docente”. E assim:

Consideramos que a articulação pedagógica necessária e fundamental entre classe comum e atendimento educacional especializado precisa ser objeto de discussão, a fim de superar a atual fragilidade que enfrenta mediante as definições propostas ao trabalho a ser realizado no âmbito do AEE. É preciso que as pesquisas evidenciem práticas pedagógicas de professores do AEE e da classe comum que, apesar das condições propostas ao trabalho docente, estejam de fato desenvolvendo uma articulação pedagógica com vistas ao processo de escolarização com apropriação do conhecimento escolar (GARCIA, 2017 p.50).

Nesta direção, a autora reitera ainda que “entre as mudanças conceituais destacamos, em primeiro lugar, a abordagem destinada à perspectiva inclusiva, a denominação relativa aos professores que devem atuar no setor e a definição acerca de

quem são os seus estudantes” (GARCIA, 2017 p.50). Neste contexto, o cenário das discussões das políticas educacionais inclusivas nas últimas décadas vem avançando aos poucos, de maneira lenta, é o que ressalta ainda autora:

O documento Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva (BRASIL, 2008a) simbolizou no debate político educacional uma proposta contundente: um documento de conteúdo incisivo, cuja finalidade parece ter sido “educar o consenso” (NEVES, 2005; MARTINS, 2007; 2009) acerca de uma proposta para a educação especial nacional. Contudo, ao não adquirir na correlação de forças políticas a produção do consentimento ativo necessário ao projeto em questão, foi necessário ser contundente no sentido etimológico do termo contundere, aquilo que fere, que rompe, na medida em que o mesmo conteúdo político assumiu a forma coercitiva do decreto 6.571/2008 (BRASIL, 2008b). As mudanças ou reformulações viriam mediante o cumprimento do referido decreto e do seguimento às orientações sobre como operacionalizar a implementação das políticas nas redes de ensino (GARCIA, 2017 p. 51)

Araújo *et al.* (2019) argumenta que partir desses estudos e documentos, chegou-se à conclusão de que a melhor resposta para o aluno com deficiência e para todos os demais alunos é uma educação que respeite as características de cada estudante, que ofereça alternativas pedagógicas que atendam às necessidades educacionais de cada aluno. Uma escola que ofereça tudo isso num ambiente inclusivo e acolhedor, onde todos possam conviver e aprender com as diferenças. Essa é a Educação Inclusiva.

De modo que, para a inserção de qualquer cidadão no mundo do trabalho é necessário o entendimento de que o indivíduo precisa de qualificação, uma vez que, o mundo atual necessita cada vez mais de seres capacitados e atualizados quanto as profissões do mercado de trabalho, isso só é possível com uma oferta da educação gratuita a todos.

Sabe-se que na atualidade, a legislação nacional por meio da legislação específica obriga tanto poder público como também a iniciativa privada a obrigatoriedade de abertura seja nos processos seletivos ou concursos, de vagas para portadores de deficiência. Porém, na prática, os problemas e os desafios são muitos, cabe a sociedade de maneira organizada refletir os problemas e juntos lutar por suas soluções.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na discussão apresentada foi possível observar que nas últimas décadas em escala global houve um grande avanço na questão referente ao reconhecimento e ao processo de sensibilização por parte das lideranças internacionais e das instituições em diferentes escalas. É importante frisar um deste momento foi a construção coletiva da Declaração de Salamanca na Espanha em 1991.

Ficou registrado como um momento ímpar na história dos portadores de alguma deficiência, na luta pela igualdade dos direitos iguais no campo educacional e do trabalho.

Em relação à inclusão ao acesso e a garantia dos direitos das pessoas com deficiência houve avanços nas políticas educacionais brasileiras, o amparo existe tanto na Constituição Federal de 1988 como também na Lei de Bases e Diretrizes da Educação. Contudo, não basta somente a existência da Lei, é necessário que haja comprometimento social tanto pelas instituições públicas e privadas, seja ela a educativa ou empresarial.

É preciso entender que todos vivem em um estado democrático de direito e deveres, e que no mundo do trabalho em especial, deve oportunizar as pessoas deficientes oportunidades para os que buscam desenvolver as suas habilidades não como uma obrigação perante a Lei, mas por seus direitos como cidadão.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Francisco Roberto Diniz *et al.* *Os desafios da educação da educação inclusiva na sociedade*, III Congresso Nacional de Educação, 2019.

BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 27 set. 2020

_____. *Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica*. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEESP, 2001.

COSTA, Berenice Maria Dalla *et al.* *Educação Inclusiva*, *Revista Científica Semana Acadêmica*, 2017. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/educacao-inclusiva>. Acesso em: 5 out. 2020.

GARCIA, Rosalba Maria. *Políticas de Educação Especial no Brasil no início do Século XXI*. Florianópolis: UFSC/CED/NUF, 2017.

GOFFMAN, E. *Estigma: notas sobre a manipulação da identidade deteriorada*. 4.ed. São Paulo: Zahar Editores, 1989.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. *Inclusão Escolar; o que é? Por quê? Como fazer?* 1.ed. São Paulo: Moderna, 2003.

MENDES, Enicéia Gonçalves. **A radicalização do debate sobre inclusão escolar no Brasil.** *Revista Brasileira de Educação.* v. 11, n. 33, set-dez. 2006.

MOURA, Débora Rodrigues; SILVA, Fábio de Sá. Inclusão no Mercado de Trabalho: Um relato de experiência bem-sucedido com surdos. *Revista Pandora Brasil*, n. 24 nov. 2010. Disponível em: <http://revistapandorabrasil.com/revista_pandora/inclusao/inclusao_mercado.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

NASCIMENTO, Eliane de Sousa; MIRANDA, Theresinha Guimarães. O trabalho e a profissionalização das pessoas com deficiência. *R. Faced*, Salvador, n.12, p.169-184, jul/dez. 2007. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/entreideias/article/view/2761/1949>>. Acesso em: 19 set. 2020.

OLIVEIRA, Maria Joana Alves. *A educação especial na perspectiva da Inclusão Escolar.* 2016. Disponível em: <<http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos/a-educacao-especial-na-perspectiva-da-inclusao-escolar>>. Acesso em: 23 set. 2020.

UNESCO. **Declaração de Salamanca.** Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Aprovado por aclamação, na cidade de Salamanca, Espanha, neste dia, 10 de Junho de 1994.

AUTORA

Renata Magalhães de Melo Oliveira: Graduada em Pedagogia pela Universidade Estadual de Goiás em Edéia-GO; Pós-graduada em Psicopedagogia pela PUC.

Capítulo 4

BANCADA DIDÁTICA PARA ENSINO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE DE BAIXA TENSÃO

DOI: 10.29327/555021.1-4

Jean Ferguson Pimentel
Remulo Cezar de Melo Miranda
Alaan Ubaiara Brito
Geraldo Neves de Albuquerque Maranhão

BANCADA DIDÁTICA PARA ENSINO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE DE BAIXA TENSÃO

Jean Ferguson Pimentel

Remulo Cezar de Melo Miranda

Alaan Ubaiara Brito

Geraldo Neves de Albuquerque Maranhão

RESUMO

Com o intuito de auxiliar no processo de capacitação e aprendizado relacionados à elaboração de projetos e à análise de seus impactos à rede elétrica, desenvolveu-se uma bancada didática de fácil manuseio, operação e manutenção. Além disso, a bancada é composta por dispositivos modulares, possibilitando realizar os principais testes inerentes aos sistemas fotovoltaicos conectados à rede de baixa tensão, proporcionando uma visão prática, bem como percepção das interações dos seus componentes de acordo com o tipo de carga que alimenta, a geração e o consumo de energia elétrica. Dessa forma, a metodologia abrange o estudo da matriz energética nacional, a geração distribuída, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede e seus componentes, prospecção de mercado, bem como o estudo dos dispositivos legais, além da elaboração e utilização de roteiros de testes realizados e de instrumentos de avaliação da bancada no processo de aprendizagem, destacando-se como um equipamento compacto e inovador que satisfaz as exigências da capacitação com elevado nível de excelência, sanando dúvidas sobre questões técnicas, suas limitações e soluções, servindo como um referencial para o desenvolvimento de novos trabalhos relacionados ao tema.

Palavras-chaves: Bancada didática; Capacitação em sistema fotovoltaico; Rede de baixa Tensão; Energia renovável.

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista o vertiginoso crescimento da geração de energia solar fotovoltaica no país, como consequência da queda no preço dos componentes desses sistemas e da sua popularização com a adoção de dispositivos legais e de sua facilidade de conexão à rede de distribuição, surge a necessidade de disseminação do conhecimento através da

capacitação de mão de obra e de estudos mais aprofundados sobre o impacto dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede de Baixa Tensão ao sistema elétrico Oliveira (2001).

Nesse contexto, de latente exigência de qualificação de recursos humanos para a implementação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede de baixa tensão, verificou-se a necessidade da criação de mecanismos capazes de unir teoria e prática, com o intuito de facilitar o ensino, o que ensejou o desenvolvimento deste trabalho, que tem como objetivo desenvolver uma bancada didática para o ensino de sistemas fotovoltaicos conectados à rede de baixa tensão.

As bancadas didáticas são dispositivos usados para avaliar conceitos e validar modelos teóricos, simulando operações de sistemas reais. Ultimamente, muitos centros de ensino fazem uso destes equipamentos como ferramentas auxiliares nas aplicações de sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Esses instrumentos executam operações bastante criteriosas, simulando todas as características técnicas que seriam encontradas no sistema real Gomes (2009).

A bancada didática proposta neste trabalho aborda, em uma única estrutura, diversos conceitos do comportamento do sistema fotovoltaico conectado à rede de baixa tensão, tornando-se um apoio essencial no sentido de associar-se a teoria estudada em sala de aula com a prática. Assim, visa um melhor aprendizado e incentivo à pesquisa, importando no melhor nível técnico dos projetos e sua eficiência.

Além disso o equipamento tem como principal diferencial o fato de não limitar os experimentos a cargas fixas (são parte integrante do circuito interno), podendo receber a conexão elétrica de equipamentos de uso cotidiano, permitindo que se possa analisar o comportamento de sistemas de maneira mais próxima do real, com a possibilidade da realização de, no mínimo, 5 (cinco) testes práticos.

Dessa forma, a bancada é compacta, leve, de fácil montagem, operação e manutenção, portátil, bem como de fácil manuseio, visto que os equipamentos utilizados para sua construção são dispositivos modulares e de fácil aquisição.

Por fim, destaca-se a elaboração dos roteiros de testes realizados com a bancada didática e a avaliação de seu uso com grupos de alunos do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sistema Fotovoltaico

O potencial de geração fotovoltaica tinha um aproveitamento muito tímido até o ano de 2015, visto que representava apenas 0,01% do cenário energético. Em contrapartida, com o incentivo do Governo Federal, tornou-se a fonte de energia limpa que mais cresce no país, cujo aproveitamento ainda é baixo frente à disponibilidade do recurso solar em todo o país BEN (2016).

Em 2019, o Balanço Energético Nacional (BEN) voltou a destacar o crescimento da capacidade instalada da geração total do país por fonte, apresentando a estrutura da matriz energética, onde há uma grande percepção do potencial de crescimento das fontes renováveis, com destaque para a energia solar que, entre 2015 e 2018, teve um incremento da ordem de 10.9%, aproximadamente, consolidando-se, através da geração distribuída, como a fonte de energia renovável que mais cresce no país BEN (2019).

2.2. Geração Distribuída

Um dos caminhos encontrados para promover o desenvolvimento sustentável é a exploração das potencialidades das fontes energéticas renováveis, o que abre espaço no mercado para inovações como a da geração distribuída de energia elétrica.

Em consonância com este entendimento, no Brasil, no ano de 2004, foi criado o Decreto nº 5.163, que definiu o conceito de produção de energia elétrica de forma distribuída ANE (2012a).

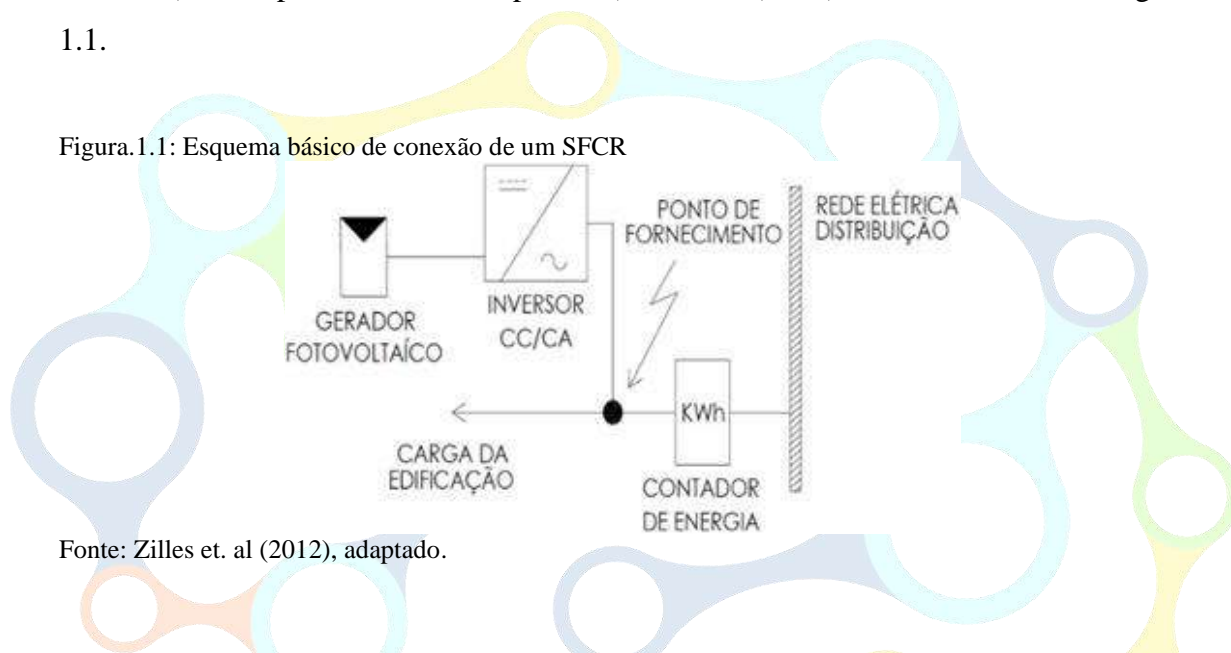
A Geração Distribuída oferece inúmeras vantagens ao setor elétrico, visto que a disposição da unidade de geração próxima à carga permite a diminuição das perdas associadas ao transporte de energia elétrica, além de permitir a sua escolha em função dos requerimentos específicos da carga ou da disponibilidade dos recursos energéticos locais, através uma maior diversificação das tecnologias empregadas para produção de energia, CEA (2013).

A seguir destaca-se a fundamentação teórica sobre a geração fotovoltaica: geração distribuída, sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR), gerador fotovoltaico, inversor de frequência, sistema de medição, dispositivo de proteção e chaveamento, e sistemas fotovoltaicos distribuídos conectados à rede de baixa tensão (SFRC de baixatensão).

2.3. Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR)

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são formados por um conjunto de dispositivos para atendimento às necessidades, que são: o bloco gerador, o bloco de controle e condicionamento de potência CRE (2014), podendo apresentar duas configurações distintas, sendo: os Sistemas Fotovoltaicos Centralizados Conectados à Rede Elétrica (usado em usinas geradoras) e os Sistemas Distribuídos Conectados à Rede Elétrica (usados por um usuário específico) Oliveira (2001), como mostrado na Figura 1.1.

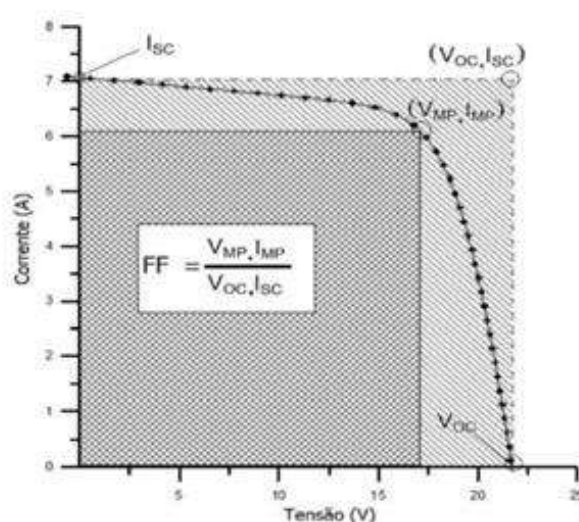
Figura.1.1: Esquema básico de conexão de um SFCR



Fonte: Zilles et. al (2012), adaptado.

Gerador Fotovoltaico. É formado vários módulos fotovoltaicos associados eletricamente entre si. Este elemento, é capaz de converter diretamente a energia luminosa em energia elétrica. As características elétricas de um módulo fotovoltaico podem ser conhecidas da seguinte forma: ao se expor o módulo fotovoltaico ao sol e medir a tensão em sua saída, obtêm-se a tensão de circuito aberto (V_{oc}) e ao se curto-circuitar a sua saída, pode-se obter, com o auxílio de um amperímetro, a corrente de curto-circuito, que são grandezas importantes no desenvolvimento de projetos e no cálculo do Fator de Forma (FF), mas não determinam a potência de um módulo. Para isto, é necessário traçar-se a curva corrente *versus* tensão, que é a mais importante ferramenta para se conhecer as características elétricas de um módulo fotovoltaico, conforme Figura 1.2.

Figura 1.2: Curva IxV e Curva PxV e FF para um Painel de 100Wp,(Reproduzido de CRE (2014))



Fonte: CRESESB, 2014.

Na Figura 1.2 pode-se encontrar o ponto de máxima potência (P_{mp}) que é o produto entre a tensão de máxima potência (V_{mp}) e a corrente de máxima potência (I_{mp}). De posse dos valores, pode-se calcular o FF (relação entre os produtos de V_{mp} , I_{mp} , V_{oc} e I_{sc}).

Inversor de Frequência. O inversor de frequência tem por finalidade efetuar a conversão de potência em corrente contínua (CC), fornecida pelo gerador fotovoltaico, em potência em corrente alternada (CA), que será injetada diretamente na rede elétrica, sincronizando com tensão e frequência de operação no ponto de conexão do inversor com a rede elétrica, de acordo com as características requeridas pelo sistema, neste caso específico, 60 Hz e 127/220V, o que atende à maioria dos sistemas elétricos de baixa tensão, mesmo porque a eficiência do SFCR está relacionada à potência de saída e à potência de entrada do Inversor de Frequência (Zilles et al., 2012).

Sistema de Medição. No SFCR é necessário registrar o consumo e a geração de energia, seja do sistema fotovoltaico ou da rede de distribuição. Esse registro é realizado por um dispositivo eletromecânico ou eletrônico, com a utilização de medidores ou contadores, isso pode ser feito por meio de medidor bidirecional ou medição simultânea ANE (2012b).

Dispositivo de Proteção e Chaveamento. De acordo com Resende (2018), a instalação de um sistema fotovoltaico vai muito além do que apenas dimensionar a quantidade de módulos e inversor (es) com objetivo de produzir a quantidade de energia necessária para compensar o consumo da sua conta de energia. Como qualquer outra instalação elétrica, deve-se tomar alguns cuidados com a proteção de equipamentos e de

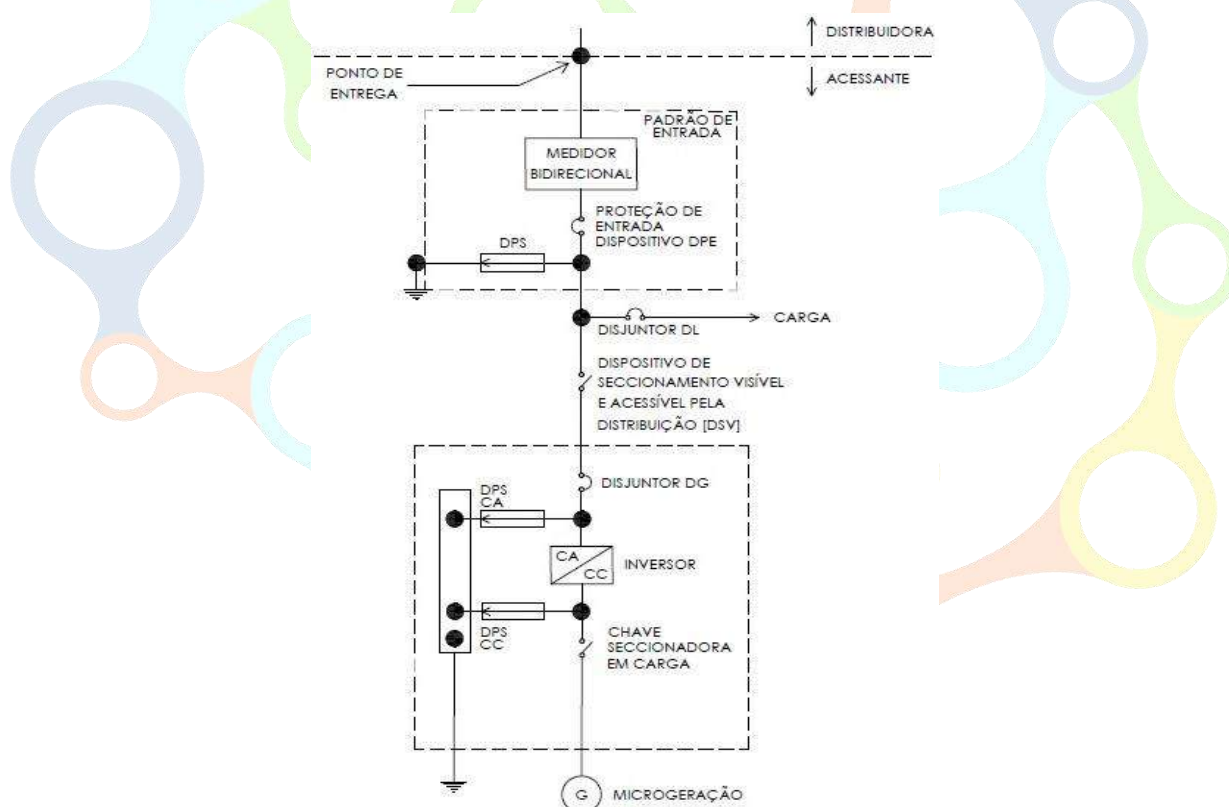
peças que frequentam o local, minimizando ou até mesmo eliminando eventuais riscos ligados a eletricidade.

2.4 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede de baixa tensão:

São os sistemas conectados que geram energia à rede de baixa tensão (BT), operando até 1000 V em corrente alternada e até 1.500 V em corrente contínua (NBR 5410), que é composto por gerador fotovoltaico, inversor de frequência e medidor bidirecional, conectados à carga e à rede elétrica da concessionária local.

A normatização de algumas concessionárias estabelece que o acesso à rede de distribuição para a microgeração fotovoltaica, que se enquadra em SFCR de baixa tensão, deve seguir o esquema de ligação discriminado na Figura 1.3

Figura 1.1: Esquema de Ligação de Acessante à Rede Elétrica



Fonte: NTD-08 / Companhia de Eletricidade do Amapá - CEA, adaptado, 2013.

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Definição dos testes realizados com a bancada didática

Visando o aprimoramento do conhecimento, faz-se necessário o entendimento das características intrínsecas do SFCR através da análise de seu desempenho. Para tanto, foram definidos os seguintes testes a serem realizados com a bancada didática:

- Determinar o ponto V_{oc} vs I_{sc} do módulo fotovoltaico (gráfico tensão vs corrente);
- Constatar o fluxo de carga instantânea no plano horizontal e no plano inclinado;
- Medir tensão, corrente e fator de potência do gerador na saída do inversor;
- Verificar o comportamento do Sistema ao ligar as cargas resistivas, mistas e indutivas;
- Verificar o comportamento do sistema ao ligar todas as cargas;
- Verificar a influência da temperatura sobre a geração;
- Verificar o comportamento do sistema ao se ligar uma carga externa de potência abaixo de 641 W (limite do disjuntor de proteção);
- Verificar o comportamento do sistema ao sombrear um dos módulos fotovoltaicos;
- Verificar o comportamento do sistema ao desligar um dos módulos fotovoltaicos;
- Verificar o comportamento do sistema ao desligar a rede da concessionária;
- Após a execução dos testes, anotar os valores de energia (kWh) gerada, consumida da rede e consumida pelas cargas, constantes nos medidores correspondentes, fazendo o balanceamento entre essas com o intuito de verificar a energia consumida da rede e a vertida à rede, constando o funcionamento do sistema de compensação.

A instalação dos dispositivos que compõem a bancada foi feita tanto na parte interna quanto na externa do rack. Na parte interna encontram-se instalados um conjunto de equipamentos ativos e passivos responsáveis pelo funcionamento do sistema que não necessitam de operação direta ou visualização do usuário, bem como os circuitos de interligação, os transformadores de corrente, os barramentos das cargas, da rede elétrica, do gerador fotovoltaico, circuitos de aterramento elétrico a fonte de alimentação dos *coolers*, já na parte externa estão instalados os equipamentos de operação e de interface, tais como os *coolers*, as lâmpadas, tomadas para conexão à rede elétrica e conexão das cargas, os medidores multifunção, *plug* banana fêmea destinado à conexão do gerador fotovoltaico, interruptores para acionamento das cargas, dispositivos de proteção para a rede elétrica, para o gerador fotovoltaico e para as cargas, alça de transporte, bornes para medições e manobras.

Os equipamentos estão distribuídos e organizados nas diversas faces do rack, e cada face possui funções específicas como descrito a seguir:

Face Superior - Interação Usuário versus Bancada e locação de cargas: É a interface entre o usuário, bancada e locação de cargas, bem como aonde é feita a manipulação e as manobras do sistema, pois nela encontram-se instalados os interruptores de acionamentos das cargas, parte das cargas disponibilizadas para realização de ensaios e os medidores multifunção, responsáveis pelas leituras das grandezas da rede elétrica, do gerador e das cargas, sendo monitoradas as seguintes medições: Valores eficazes de tensão (V) e corrente (A), Potência Ativa em (W), Consumo Instantâneo em (kWh), Grid de frequência em (Hz) e fator de potência. Esta face é móvel tendo apenas uma de suas extremidades fixadas através de dobradiça na parte traseira, desta forma realiza a função de tampa do rack.

Face Frontal - Inversor de Frequência: É a face onde está instalado a Interface Homem-Máquina - IHM do inversor de frequência, com as funções liga-desliga e monitoramento do funcionamento deste equipamento.

Face Lateral Esquerda - Interligação do Sistema: É o lado destinado às conexões do gerador e da rede elétrica. Para conexão do gerador fotovoltaico está disponível plug tipo banana (fêmea), protegido por fusível CC. Já para interligação da rede, o acesso é feito por meio de tomada três polos, padrão brasileiro, protegida por disjuntor diferencial residual – DR – instalado ao lado da tomada. A interligação entre a bancada e a rede elétrica é feita através de uma extensão em cabo PP 3x2,5mm², com plug três polos, padrão brasileiro, nas extremidades.

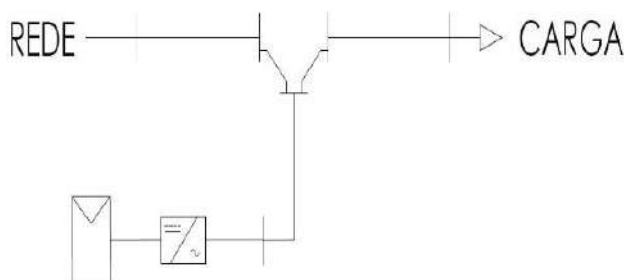
Face Lateral Direita - Interligação de Cargas: Nesta face estão disponibilizados dois pontos para acréscimo de cargas externas na bancada, sendo este constituídos de 2 tomadas de 10 A, três polos, padrão brasileiro. Uma das tomadas é controlada pelo dimmer (instalado na face superior do rack) e a outra acionada por botão (instalado na face superior do rack) com proteção por disjuntor de 10 A instalado entre as tomadas.

Face Traseira - Locação de Cargas e alça para transporte: Na face traseira encontram-se instalados a alça para transporte e dois coolers que têm dupla função na Bancada, tanto de serem cargas disponibilizadas para uso em ensaios, quanto de executarem a função de resfriamento dos dispositivos no interior da rack de instalação de equipamentos.

Na montagem da bancada didática é fundamental obter a orientação de como os componentes se interligarão e os diagramas elétricos apresentados representam circuitos

para desenvolvimento dos projetos para os quais a bancada é destinada. A figura Figura 1.2 apresenta o diagrama unifilar da bancada.

Figura 1.2: Diagrama unifilar



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O gerador fotovoltaico é composto de 2 (dois) módulos fotovoltaicos, ligados em série (Figura 1.5). Conforme bibliografia, neste tipo de arranjo a tensão final do gerador fotovoltaico equivale à soma das tensões de cada módulo, o mesmo acontece com a potência, permanecendo constante a corrente elétrica. Desta forma, o gerador fotovoltaico apresenta as características técnicas constantes da (Tabela 1.1)

Tabela 1.1: Características Técnicas do Gerador Fotovoltaico

Descrição	Valores	Unidade
Tensão do gerador	35,2	V
Corrente Nominal	5,97	A
Potência	210	Wp
Dimensões	1006 x 1328 x 35	mm ³
Inclinação	Ajustável	Grau
Peso	14,6	Kg

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2019.

Figura 1.5: Gerador Fotovoltaico



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Para montagem da bancada didática com a instalação de todos os componentes em seu interior, foram adotadas as normas técnicas e de segurança, mormente a norma NBR 010/ANEEL, bem como o atendimento à NTD 08/CEA.

As características elétricas da bancada de testes são as seguintes:

- Tensão de entrada: 38,2V
- Corrente de entrada: 5,6 A
- Tensão de Saída: 127 V
- Tensão da Rede: 127 V
- Potência instalada: 762 W

A Figura 1.6 ilustra a face superior do rack de equipamentos após a sua montagem e instalação dos equipamentos nela enumerados:

Figura 1.6: Face Superior do Rack



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

.Onde: 1) Medidor Multifunção – Rede; 2) Bornes de Medição- Rede (CA); 3) Medidor Multifunção - Gerador Fotovoltaico; 4) Bornes de Medição- Gerador Fotovoltaico (CA); 5) Interruptor (liga carga 1); 6) Interruptor (liga carga 2); 7) Interruptor (liga carga 3); 8) Dimmer; 9) Interruptor (liga fonte dos coolers); 10) Interruptor (liga carga 5); 11) Interruptor (liga carga 6); 12) Lâmpada LED (Carga 1); 13) Lâmpada LED (Carga 2); 14) Bornes de medição - Inversor: INV. EXT, COMUM, INV. INT.; 15) Bornes de medição do Gerador Fotovoltaico (CC): Voc, Isc, Vmp, Imp.; 16) Bornes de medição - Carga (Vcarga, Icarga); 17) Medidor Multifunção – Carga. A Figura 1.7 ilustra a vista frontal do rack com a interface homem-máquina (inversor).

Figura 1.7: Face Frontal do Rack



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Na Figura 1.8 se observa a face lateral esquerda após a montagem e alocação dos equipamentos. Nesta face estão localizados os dispositivos de entrada da rede e do gerador fotovoltaicos e a proteção da bancada.

Figura 1.8: Face Lateral Esquerda do Rack

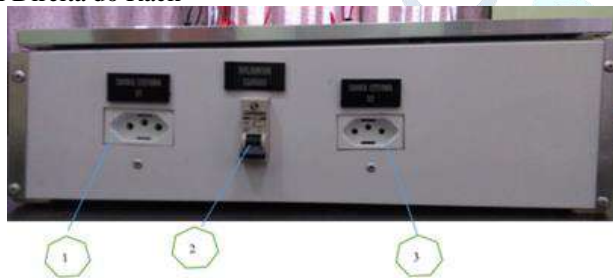


Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Onde: 1) Entrada Gerador (Conectores Tipo: Banana fêmea): 36,8V; 2) Proteção CC; 3) Proteção CA (DISJ DR REDE CONCESSIONÁRIA): 25ª; 4) Entrada Rede (Tomada Tripolar): 127V.

A Figura 1.9 é a imagem do resultado da face lateral direita, após montagem e estruturação, onde estão alocadas as tomadas para conexão das cargas externas e seu dispositivo de proteção.

Figura 1.9: Face Lateral Direita do Rack

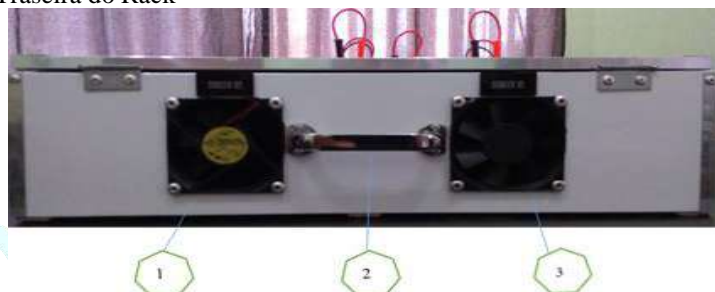


Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Onde: 1) Tomada de 127V /10A; 2) Disjuntor de 10A; 3) Tomada de 127V /10A.

A Figura 1.10 retrata a face traseira do rack, encontram-se as cargas indutivas representadas por 2 *coolers* e uma alça de maleta para transporte.

Figura 1.10: Face Traseira do Rack



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Onde: 1) Cooler 01 (exaustor); 2) Alça da maleta; 3) Cooler 02 (ventilador).

Observa-se, na Figura 1.11, a vista panorâmica do rack com a tampa aberta exibindo os dispositivos instalados em seu interior, apresentando o resultado final da montagem e alocação dos dispositivos.

Figura 1.11: Vista Panorâmica Interna do Rack



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

O resultado final da montagem e estruturação da bancada é apresentado nas Figura 1.12, Figura 1.13 e Figura 1.14, respectivamente.

Figura 1.12: Vista Panorâmica do Rack 1



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Figura 1.13: Vista Panorâmica do Rack 2



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Figura 1.14: Vista Panorâmica do Rack 3



Fonte: Registro dos pesquisadores, 2019.

Os custos dos componentes da bancada didática tiveram o valor de R\$ 3.528,25 (Três mil quinhentos e vinte e oito Reais e vinte e cinco centavos), tendo como referência os preços praticados em maio de 2019.

Para alcançar os resultados, após a montagem da bancada didática, foi ministrado um minicurso, em setembro de 2019, com o título: 'Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede de Baixa Tensão', em parceria com a 'Empresa Júnior Tesla Engenharia', do curso de Engenharia Elétrica da UNIFAP. Durante o curso, o sol encontrava-se na posição angular alinhada à linha do Equador, devido ao recente fenômeno do equinócio. Para

tanto, foram ministradas aulas teóricas (8 horas) e práticas (4 horas) visando o nivelamento do grupo, com a operação direta da bancada didática.

Destaca-se um teste realizado durante o curso, o comportamento do sistema ao se ligar uma carga externa de potência abaixo de 641W (limite do disjuntor de proteção). Com o gerador e a rede ligados, ligou-se uma carga externa com potência acima de 500W, simultaneamente à todas as cargas internas da bancada. Analisou-se o sistema observando a corrente, a tensão, o fator de potência e a potência ativa nos 3 medidores. Antes de iniciar os testes, anotou-se os valores de energia (kWh) gerada, consumida da rede e consumida pelas cargas constantes nos medidores correspondentes: medidor 1 (Gerador): 38,04 kWh; medidor 2 (Carga): 0,95 kWh; medidor 3 (Rede): 0,11 kWh. A Tabela 1.1 mostra os valores instantâneos obtidos através de cada medidor.

Tabela 1.1: Valores instantâneos do teste realizado

Orientação	Medidor	Potência Ativa(W)	Tensão (V)	Corrente(A)	Fator de Potência
Manter os módulos fotovoltaicos paralelos ao solo	1 (Gerador)	131,8	129	1,09	0,92
	2 (Carga)	293	128	2,31	0,98
	3 (Rede)	158,6	127	1,34	0,93
Inclinar o gerador fotovoltaico 45°	1 (Gerador)	98,69	129	0,85	0,90
	2 (Carga)	292	128	2,31	0,98
	3 (Rede)	129,83	128	1,59	0,95
Desconectar um dos módulos do gerador	1 (Gerador)	130,2	129	1,09	0,92
	2 (Carga)	416	128	3,30	0,97
	3 (Rede)	258	126	2,29	0,95
Desconectar um dos módulos do gerador	1 (Gerador)	0	120	0,3	0,12
	2 (Carga)	373	127	2,85	0,99
	3 (Rede)	375	127	3,1	0,98
Sombrear com um dos módulos com material opaco	1 (Gerador)	0,4	120	0,4	0,11
	2 (Carga)	331	127	2,7	0,98
	3 (Rede)	334	127	2,81	0,97

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2019.

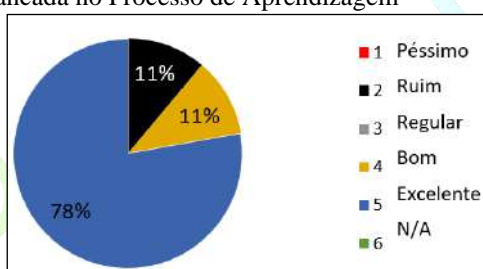
Após o minicurso, avaliou-se a bancada didática, conforme observam-se nas Figuras 1.15 a 1.18, cujos resultados foram obtidos após a compilação e interpolação dos dados com o auxílio do *software* Excel.

Tendo em vista os aspectos mais relevantes da energia solar, os estudantes a classificaram de boa a excelente num percentual de 89%, o que demonstra alta relevância no processo. A bancada didática foi concebida com o intuito de ser um instrumento auxiliar de aprendizado de forma prática e simplificada e de fácil manuseio. Cerca de

89% dos estudantes a classificaram com os níveis bom e excelente neste quesito fundamental.

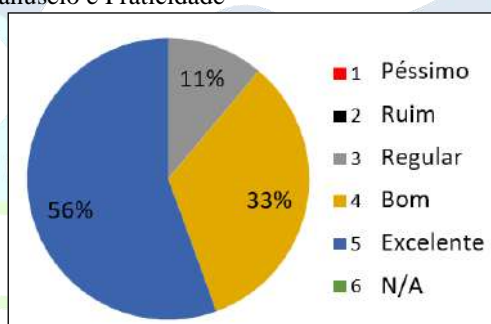
A qualidade dos testes realizados é essencial para o aprendizado, os testes propostos tiveram como fundamento a facilidade de compreensão e a abrangência dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Observa-se que 67% dos alunos avaliaram a bancada didática com o nível excelente, 11% com o nível bom e 22% com o nível regular. Para facilidade de manuseio e aprendizado, todos os componentes da bancada didática foram identificados através de plaquetas. Os estudantes, que tiveram contato direto com a bancada avaliaram a identificação dos componentes

Figura 1.15: Relevância da Bancada no Processo de Aprendizagem



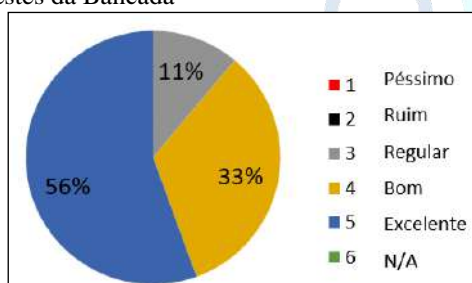
Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2019.

Figura 1.16: Facilidade de Manuseio e Praticidade



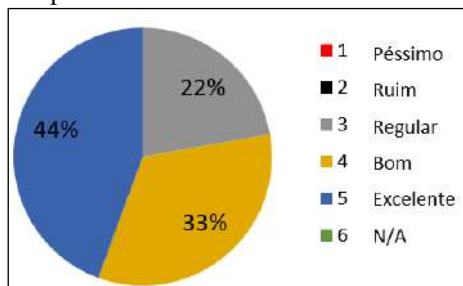
Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2019.

Figura 1.17: Quantidade de Testes da Bancada



Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2019.

Figura 1.18: Identificação dos Componentes



Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, 2019.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho reuniu diversos conceitos de engenharia em seu desenvolvimento, inclusive conhecimentos das legislações e das normas técnicas pertinentes, o que estimulou a pesquisa e a busca pelo conhecimento. Dessa forma, escolheu-se os componentes da bancada levando em consideração a melhor relação custo/benefício sem prejudicar as análises do sistema, tendo em vista o melhor conceito de cargas usadas no cotidiano.

A Bancada Didática demonstrou ser uma importante ferramenta no auxílio ao aprendizado, em consonância com a teoria. Através de sua operação, demonstrou-se a interferência das condições meteorológicas sobre a geração fotovoltaica, bem como, a influência do tipo de carga a ser alimentada e a simulação dos defeitos mais recorrentes do sistema.

O projeto por ser compacto e inovador foi aceito no meio acadêmico com elevado nível de excelência, pois com a sua operacionalização foi possível alcançar excelentes resultados nos níveis de capacitação dos alunos, sanando dúvidas sobre as questões técnicas, suas limitações e soluções.

A possibilidade de conectar cargas externas à bancada didática flexibiliza o seu uso e amplia as suas aplicações, de forma que se possa analisar o comportamento e o desempenho do sistema frente à conexão de cargas com potência superior à potência do gerador fotovoltaico e seu fator de potência.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 482 de 17 de Abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de

compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 abr. 2012. Seção 1, v. 149, n. 76, p. 53.

ALONSO, M.C.; GARCÍA, F.S; SILVA, J.P. Energia Solar Fotovoltaica. 2013.

ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Cartilha de Acesso ao Sistema de Distribuição. Rev.3. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - Instalações Elétricas de Baixa Tensão NBR 5410:2004 versão corrigida, 2008. Disponível em: <<https://www.saladaeletrica.com.br/nbr-5410-download/>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Disponível em: <<http://www.cbdb.org.br/informe/img/63socios7.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL BRAZILIAN ENERGY BALANCE. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico419/BEN2018__Int.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2019.

BIG – Banco de Informações de Geração. Disponível em <https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 14 de nov. 2019.

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO AMAPÁ. Norma Técnica De Distribuição Para Conexão De Acessantes À Rede De Distribuição Da Cea. Conexão Em Baixa Tensão-NTD nº 08 de dezembro de 2013.

CRESESB. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. [2014]. Ilustração, color. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 3 de jul. de 2019.

JANUZZI, G. DE M.; VARELLA, F. K. DE O. M.; GOMES, R. D. M. Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede: Relatório final. Campinas, out, 2009. Disponível em:

<http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf>. Acesso em 16 de jun, de 2019.

ZILLES, ROBERTO; MACÊDO, WILSON; GALHARDO, MARCOS; OLIVEIRA, SÉRGIO. Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica. Oficina de Textos, São Paulo, 2012.

ZILLES, R., OLIVEIRA, S. 6.3 kWp Photovoltaic Building Integration at São Paulo University. In: 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2001, Munich. Munich: WIP – München, 2001.

AUTORES

Jean Ferguson Pimentel: Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Mestrando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). jeanferguson@ufpr.br

Remulo Cezar de Melo Miranda: Engenheiro Eletricista – Sistemas Eletrônicos formado pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). remulo.miranda@gmail.com

Alaan Ubaiara Brito: Doutor em Energia pela Universidade de São Paulo - USP, 2006. Docente efetivo da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). aubrito@unifap.br

Geraldo Neves de Albuquerque Maranhão: Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará - UFPA, 2006. Docente efetivo da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). maranhao@unifap.br

Capítulo 5

LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UMA MÁQUINA SÍNCRONA

DOI: 10.29327/555021.1-5

Willian dos Santos Sarges
Felipe Monteiro

LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UMA MÁQUINA SÍNCRONA

Willian dos Santos Sarges

Felipe Monteiro

RESUMO

Este projeto tem por objetivo modelar uma máquina síncrona de 1CV, propondo um método de obtenção de seus parâmetros, através do teste de resposta em frequência, aplicando técnicas numéricas para o ajuste de curva aos dados experimentais. A modelagem envolve as grandezas elétricas do rotor e do estator da máquina, além de seus aspectos físicos e características construtivas. Ao longo do trabalho a máquina foi sujeita aos testes tradicionais feitos em laboratório, como testes de circuito a vazio e curto-circuito, para determinação da reatância síncrona, e do teste de escorregamento, para a medição das reatâncias de eixo direto e em quadratura. Para obtenção dos parâmetros do período transitório e subtransitório foi aplicado o teste de resposta em frequência, onde é descrita toda base teórica, assim também, como os procedimentos da metodologia para a sua execução. É dada ênfase à teoria do método dos mínimos quadrados, lineares e não-lineares, dando base ao método numérico de Levenberg-Marquardt, que foi utilizado para o ajuste de curva. Para o ajuste de curva e para a simulação do gerador síncrono foi utilizada uma ferramenta computacional (Matlab). Por fim, os resultados foram analisados e mostraram-se muito satisfatórios no que rege o comportamento de uma máquina síncrona.

Palavras-chaves: Máquina Síncrona. Resposta em Frequência. Levenberg-Marquardt. Ajuste de Curva.

1. INTRODUÇÃO

Para um único sistema é possível obter vários modelos matemáticos. O modelo a ser escolhido para representar um sistema deve ser feito considerando, ou não, casos particulares de forma a obter um modelo mais adequado. Para analisar um sistema linear invariante no tempo, principalmente seu comportamento transitório, de única entrada e saída, é aconselhável a utilização da função de transferência. Em contrapartida, é

vantajoso utilizar representações de espaço de estados nos problemas de controle ótimo (OGATA, 2011).

O gerador síncrono é uma máquina elétrica com a capacidade de converter potência mecânica em potência elétrica, e é visto na teoria de controle como um grande sistema elétrico-mecânico. Para encontrar um modelo matemático para sua representação, a simplicidade e a precisão devem estar em consonância, o ideal é que se obtenha um sistema linear concentrado, entretanto, devem ser feitas algumas considerações, como por exemplo, ignorar alguns parâmetros que estão presentes no sistema físico, como a saturação magnética e as perdas elétricas e mecânicas. Se essas considerações não interferirem na resposta final, então é possível se obter uma boa aproximação do sistema em análise (OGATA, 2011).

O objetivo da pesquisa é modelar uma máquina síncrona utilizando apenas os seus parâmetros elétricos como corrente, tensão, resistência, reatância e indutância. Entretanto, a grande dificuldade se apresenta no momento de determinar tais parâmetros, estes que são de extrema importância para uma modelagem matemática ideal do sistema. Portanto, serão feitos testes, medições e ajustes para a melhor determinação dessas grandezas elétricas.

Alguns testes de medição já são bastante utilizados em ensaios laboratoriais como o ensaio de curto-circuito, e o ensaio a vazio, o qual deles advém grandezas importantes para a caracterização de uma máquina síncrona, porém eles representam apenas seu regime permanente.

Outros testes mais apurados e menos tradicionais também são limitados em suas aplicações, provenientes das mais diversas dificuldades, como as solicitações eletromagnéticas as quais as máquinas estão sujeitas, principalmente no teste de curto-circuito abrupto.

Sendo assim, nessas condições, o Teste Estático de Resposta em Frequência (do inglês, Standstill Frequency Response - SSFR) (IEEE, 2010) se apresenta como grande solução na determinação dos parâmetros da máquina síncrona. Esse teste tem como característica a aplicação de sinais variados de frequência para qualquer meio de ligação de alimentação à máquina sem ser necessário impor qualquer condição física.

A grande preocupação aqui é no tratamento dos dados adquiridos nesse teste. Estes dados devem ser ajustados através de um algoritmo numérico para determinar os

coeficientes desconhecidos, que no caso são os parâmetros da máquina que se pretendem medir.

Com a determinação dos parâmetros, inicializa a sintonia digital da modelagem matemática com o auxílio do software MATLAB.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa é o levantamento de parâmetros e a modelagem matemática da máquina síncrona disponível no laboratório de Conversão e Máquinas Elétricas, utilizando como ensaio principal o Teste Estático de Resposta em Frequência, e aplicando aos resultados do teste o algoritmo numérico de Levenberg-Marquardt (LEVENBERG, 1944) para o ajuste de curva.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os aspectos construtivos da Máquina Síncrona;
- Introduzir os conceitos da teoria do duplo-eixo, fundamentando uma descrição matemática da máquina;
- Analisar e aplicar o Teste Estático de Resposta em Frequência, dando foco no tratamento matemático e nos cálculos dos parâmetros;
- Explorar o algoritmo numérico de Levenberg-Marquardt;
- Simular o modelo matemático obtido através dos testes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para estudar a estabilidade de um sistema, é necessário que este seja convenientemente descrito através de equações matemáticas. As equações diferenciais que descrevem o comportamento dinâmico do sistema podem ser obtidas através de um balanço de potência. A máquina é movimentada por um elemento primário que lhe fornece potência mecânica. Parte desta energia mecânica é convertida em energia elétrica, que por sua vez é entregue à rede. A parte que não é convertida em potência elétrica transforma-se em potência de aceleração do rotor da máquina (BRETAS & ALBERTO, 2000).

Para compreender e controlar sistemas complexos, deve-se obter modelos matemáticos quantitativos destes sistemas. Torna-se necessário, por conseguinte, analisar as relações entre as variáveis do sistema e obter um modelo matemático. Como os sistemas sob consideração são dinâmicos por natureza, as equações que os descrevem são usualmente equações diferenciais (DORF, 2001).

O teste estático de resposta em frequência recebeu muita atenção do setor como um meio de identificar as características dinâmicas do comportamento do fluxo do rotor da máquina. Foram desenvolvidos métodos para estabelecer circuitos equivalentes para o eixo direto e quadratura de máquinas síncronas, que correspondem de perto às características de resposta de frequência medidas nos testes.

Uma vantagem específica dos métodos de teste SSFR é que eles podem ser executados com custos relativamente modestos, seja na fábrica ou no local. Eles representam uma baixa probabilidade de risco para a (s) máquina (s) sendo testada (s), e os dados nos eixos direto e de quadratura estão disponíveis, com pouca mudança na configuração do teste e sem recorrer a testes especiais de curto-circuito e / ou baixa tensão.

Valores numéricos para os parâmetros de circuito equivalentes são derivados dos testes SSFR por técnicas de ajuste de curvas aplicáveis a funções não-lineares (também conhecidas como análise de regressão não-linear). Os algoritmos típicos de ajuste de curvas não-lineares incluem os métodos Levenberg-Marquardt, máxima verossimilhança e reconhecimento de padrões (IEEE, 2010).

O método padrão para resolver problemas de mínimos quadrados que levam a equações normais não lineares, depende de uma redução dos resíduos para a forma linear por aproximações de Taylor de primeira ordem, tomadas em torno de uma solução inicial ou experimental para os parâmetros. A maior liberdade dada às variáveis individuais pelo método dos mínimos quadrados amortecidos (Levenberg-Marquardt) pode explicar o fato de que ela resolveu, com uma taxa comparativamente rápida de convergência, tipos de problemas que são de complexidade muito maior do que aqueles aos quais o princípio dos mínimos quadrados é normalmente aplicado (LEVENBERG, 1944).

A aplicação de muitas das ferramentas de análise e de projeto de sistemas de controle clássicos e modernos é baseada em modelos matemáticos. O MATLAB pode ser usado com sistemas descritos sob a forma de função de transferência (DORF, 2001).

3. METODOLOGIA

3.1. EQUIPAMENTOS

Máquinas Síncrona

Para fins de testes laboratoriais será utilizada a máquina síncrona do Laboratório de Conversão e Máquinas Elétricas (Figura 1.1), trabalhando como um gerador. A máquina é descrita na Tabela 1.1.

Figura 1.1: Máquina Síncrona



Fonte: Laboratório de Conversão e Máquinas Elétricas.

Tabela 1.1: Dados de placa da máquina síncrona

Motor Gerador Síncrono	
Potência	1 CV
V excitação	220 Vcc
R excitação	86,4 Ω
I excitação	2,5 A
Rotação	1800 rpm
N° de polos	4 polos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Osciloscópio

Aparelho eletrônico de medição que permite a análise em tempo real da variação da tensão em relação ao tempo (Figura 1.2). O equipamento contém ponta de prova, que serve para levar o sinal de onde está se medindo para o aparelho. Seus dados são descritos na Tabela 1.2.

Figura 1.2: Osciloscópio



Fonte: Laboratório de Conversão e Máquinas Elétricas.

Tabela 1.2: Dados de placa do osciloscópio

Osciloscópio	
Modelo	TDS 1001C-EDU
Canais	2
Largura de Banda	40 MHz
Taxa de amostragem	500 MS/s
Display	Em cores

Fonte: Elaborado pelo autor.

O monitoramento de ondas pode ser visto em uma tela e o aparelho ajuda na comparação de medidas, registrando os valores, fazendo do instrumento o mais adequado para medições precisas e específicas.

No aparelho, um dos controles permite monitorar a velocidade com que a linha percorre o monitor, calibrado em segundos por divisão; enquanto o outro, permite mudar a escala vertical, calibrado em volts por divisão.

Fonte de Tensão (Gerador de Função)

Instrumento eletrônico (Figura 1.3) utilizado para gerar sinais elétricos de formas de onda, frequências e amplitude, podendo gerar sinais senoidais, triangulares, quadrados, dente-de-serra, com frequência variável, todos com diversas frequências e amplitudes. Seus dados são descritos na Tabela 1.3.

Figura 1.3: Gerador de Função



Fonte: Laboratório de Conversão e Máquinas Elétricas.

Tabela 1.3: Dados de placa do gerador de função

Gerador de função	
Funções	Senoidal, quadrada e triangular
Alimentação	127/220 V, 50/60 Hz
Consumo de energia	15 W
Conector de saída	Tipo BNC
Dimensões e peso	270x215x100 mm, 1,6 Kg

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistor de 1.4 Ω

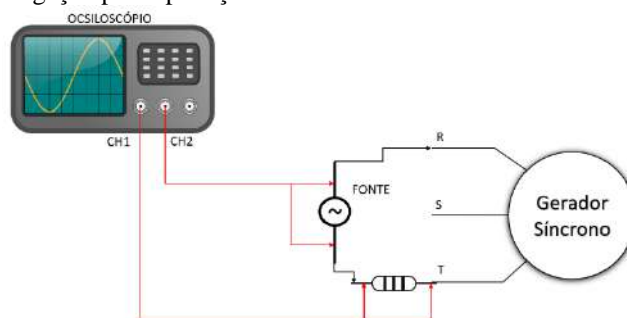
Peça utilizada em circuitos elétricos que tem como principal função a possibilidade da medição de corrente que está fluindo em seus terminais.

3.2. ESQUEMA DE LIGAÇÃO PARA O TESTE SSFR

A máquina deve ser desligada, desconectada de sua engrenagem de giro e isolada eletricamente. Todos os pontos de enrolamento da armadura devem ser removidos. Também todas as conexões para os terminais de campo devem ser retiradas. Esta etapa pode ser feita desconectando-se eletricamente a excitatriz completa dos enrolamentos de campo do gerador.

A fonte de tensão mostrada na Figura 1.4 deve ser ligada na forma fase-fase, ou seja, uma das fases do gerador não estará sendo utilizada nos testes SSFR.

Figura 1.4: Esquema de ligação para aplicação do teste SSFR



Fonte: Elaborado pelo autor.

Deve ser possível girar o rotor da máquina para uma posição precisa antes dos testes. Este passo é mais facilmente realizado com o acionamento manual da engrenagem de giro.

3.3. APLICAÇÃO DO TESTE SSFR

Antes da realização do ensaio estático de resposta em frequência, é necessário que se alinhe o eixo do rotor segundo a orientação do eixo direto. Para tanto, aplica-se um valor de tensão entre os terminais da armadura que serão utilizados no ensaio, deixando-se o terceiro terminal em circuito aberto; nos terminais correspondentes ao enrolamento de campo da máquina síncrona mede-se a tensão induzida em função da fonte de tensão aplicada aos terminais da armadura.

O rotor estará alinhado segundo o eixo direto quando o circuito de campo se posicionar de maneira a concatenar a maior parte do campo magnético produzido pelas correntes de armadura (SOUSA, 2011). Isso ocorrerá quando a tensão induzida no enrolamento de campo for máxima, deve-se girar o rotor até que essa condição seja atendida.

Com o rotor alinhado corretamente, segue-se para o teste em si, que consiste em fornecer tensão para os terminais do gerador com diferentes frequências. Essas frequências representarão, para os dados adquiridos experimentalmente, o eixo das variáveis independentes.

A variação das frequências fornecidas para a máquina é realizada pelo gerador de funções (Fonte de tensão). As seguintes frequências em *hertz* serão fornecidas: $10^{0,1}$, $10^{0,2}$, $10^{0,3}$, ... , $10^{2,8}$, $10^{2,9}$, 10^3 . As medições de resposta em frequência serão realizadas com o osciloscópio de canal duplo, o canal 1 registrará os valores de tensão em

cima do resistor, o que permitirá medir indiretamente a corrente que flui pelo circuito, o canal 2 passa a monitorar a tensão fornecida pelo gerador de função.

Da Equação 1.1 $L_d(s)$ é a indutância operacional de eixo direto, ela está relacionada com a reatância de eixo direto da Equação 1.2:

$$L_d(s) = L_d \frac{(1 + sT'_d)(1 + sT''_d)}{(1 + sT'_{d0})(1 + sT''_{d0})} \quad 1.1$$

$$L_d(s) = \frac{X_d}{\omega} \quad 1.2$$

Onde ω é a frequência angular dada por $2\pi f$.

A reatância de eixo direto X_d não é uma constante, ela também varia com valores diferentes das grandezas elétricas, Equação 1.3:

$$X_d = \sqrt{Z_{arm}^2 + R_a^2} \quad 1.3$$

Sendo,

$$\text{Impedância de armadura} - Z_{arm} = \frac{V_{arm}}{I_{arm}}$$

$$\text{Resistência da bobina do enrolamento} - R_a = 10 \Omega$$

V_{arm} – Tensão de armadura medida no canal 2 do osciloscópio

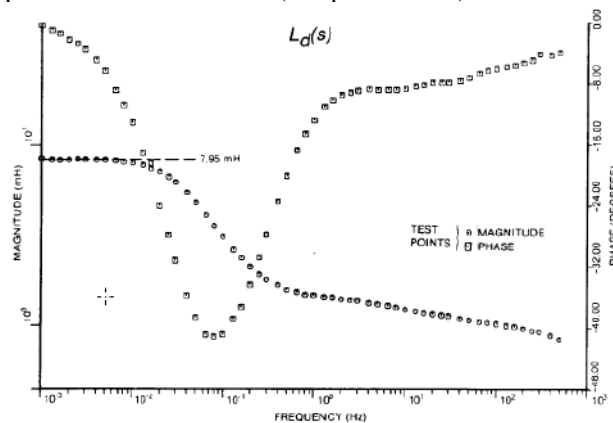
I_{arm} – Corrente de armadura medida indiretamente pelo canal 1 do osciloscópio

Logo,

$$L_d(s) = \frac{\sqrt{\left(\frac{V_{arm}}{I_{arm}}\right)^2 + R_a^2}}{2\pi f} \quad 1.4$$

Lembrando que, f é a variável independente pré-determinada para a aplicação do ensaio, V_{arm} e I_{arm} serão os valores medidos pelo osciloscópio, e $L_d(s)$, Equação 1.4 é a variável dependente que representará o eixo das ordenadas do diagrama de Bode da Figura 1.5.

Figura 1.5: Indutância operacional no eixo direto (campo em curto)



Fonte: IEEE (2010).

3.4. AJUSTE DE CURVA PELO MÉTODO DE LEVENBERG-MARQUARDT

O problema de interpretar dados tabelados, ocorre com frequência em aplicações. Também é comum nos depararmos com funções definidas implicitamente ou por expressões muito complicadas. Os métodos de aproximação são destinados a problemas desta natureza (CRISTINA, 2003).

Dada a função a ser minimizada, Equação 1.5:

$$L(s) = \frac{L_d |1 + sT'_d| |1 + sT''_d|}{|1 + sT'_{d0}| |1 + sT''_{d0}|} \quad 1.5$$

Seja $L(s; \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n)$ a função dos parâmetros desconhecidos e da variável s , a ser utilizada para o ajuste de curva, tendo obtido em laboratório os dados de L_1, L_2, \dots, L_m . Denotamos $f_i(\beta)$, em que β representa um vetor com os valores dos parâmetros desconhecidos, e s_i os resíduos, temos que, Equação 1.6:

$$f_i(\beta) = L_i - L(s_i; \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n) \quad 1.6$$

Com esta notação pode-se formular o problema de minimização da soma dos resíduos, Equação 1.7:

$$F(\beta) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m f_i^2(\beta) \quad 1.7$$

Para fins de simplificação, trabalha-se com $n = 2$, ou seja, para um caso em que busca ajustar com apenas dois parâmetros desconhecidos.

Aqui é importante o desenvolvimento da série de Taylor, onde vê-se que os três primeiros termos compõem a aproximação quadrática a ser minimizada. Entorno dos parâmetros desconhecidos β_1 e β_2 tem-se os primeiros termos, Equação 1.8:

$$\begin{aligned}
 & F(\beta_1 + p_1, \beta_2 + p_2) \\
 & \cong F(\beta) + p_1 \frac{dF(\beta)}{d\beta_1} + p_2 \frac{dF(\beta)}{d\beta_2} \\
 & + \frac{1}{2} \left(p_1^2 \frac{d^2F(\beta)}{d\beta_1^2} + 2p_1p_2 \frac{d^2F(\beta)}{d\beta_1 d\beta_2} + p_2^2 \frac{d^2F(\beta)}{d\beta_2^2} \right)
 \end{aligned} \tag{1.8}$$

Para os termos de primeira derivada (segundo e terceiro termo), definem-se como, Equações 1.9 e 1.10:

$$\frac{dF(\beta)}{d\beta_1} = \sum_{i=1}^m f_i(\beta) \frac{df_i(\beta)}{d\beta_1} \tag{1.9}$$

$$\frac{dF(\beta)}{d\beta_2} = \sum_{i=1}^m f_i(\beta) \frac{df_i(\beta)}{d\beta_2} \tag{1.10}$$

Fazendo com que f seja o vetor coluna cujos elementos são os resíduos correspondentes à β , e as derivadas destes elementos calculados formam uma matriz jacobiana como vê-se, Equação 1.11:

$$J(\beta) = \begin{bmatrix} \frac{df_1(\beta)}{d\beta_1} & \frac{df_1(\beta)}{d\beta_2} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{df_m(\beta)}{d\beta_1} & \frac{df_m(\beta)}{d\beta_2} \end{bmatrix} \tag{1.11}$$

Fazendo o produto da matriz jacobiana transposta, pelo vetor coluna f observa-se que o produto tem como resultado os valores das derivadas correspondentes aos segundo e terceiro termos da série de Taylor da função F . Tomando $p = (p_1, p_2)$ como incremento da série de Taylor, verifica-se que os termos de primeira ordem podem ser escritos da seguinte forma, Equação 1.12:

$$p_1 \frac{dF(\beta)}{d\beta_1} + p_2 \frac{dF(\beta)}{d\beta_2} = p J^T(\beta) f(\beta) \tag{1.12}$$

O mesmo processo ocorre aos cálculos desenvolvidos aos termos de segunda ordem na série de Taylor, vejamos, Equações 1.13, 1.14 e 1.15:

$$\frac{d^2F(\beta)}{d\beta_1^2} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{df_i(\beta)}{d\beta_1} \right)^2 + \sum_{i=1}^m f_i(\beta) \frac{d^2f_i(\beta)}{d\beta_1^2} \tag{1.13}$$

$$\frac{d^2F(\beta)}{d\beta_2^2} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{df_i(\beta)}{d\beta_2} \right)^2 + \sum_{i=1}^m f_i(\beta) \frac{d^2f_i(\beta)}{d\beta_2^2} \tag{1.14}$$

$$\frac{d^2 F(\beta)}{d\beta_1 d\beta_2} = \sum_{i=1}^m \frac{df_i(\beta)}{d\beta_1} \frac{df_i(\beta)}{d\beta_2} + \sum_{i=1}^m f_i(\beta) \frac{d^2 f_i(\beta)}{d\beta_1 d\beta_2} \quad 1.15$$

Observa-se que os primeiros termos dos somatórios são derivadas apenas de primeira ordem, e que correspondem aos elementos da matriz $J^T(\beta)J(\beta)$, ao multiplicarmos pelos incrementos, obtêm-se, Equação 1.16:

$$p^T J^T(\beta) J(\beta) p \quad 1.16$$

Para as derivadas de segunda ordem, admite-se que elas compõem a matriz $Q(\beta)$, em resumo a série de Taylor em notação matricial é dado por, Equação 1.17:

$$F(\beta + p) \cong F(\beta) + pJ^T f(\beta) + \frac{1}{2} p^T (J^T(\beta)J(\beta) + Q(\beta))p \quad 1.17$$

Agora vamos trazer para o caso genérico, n é o número de parâmetros. A matriz Jacobiana para n parâmetros é dada por, Equação 1.18:

$$J(\beta) = \begin{bmatrix} \frac{df_1(\beta)}{d\beta_1} & \dots & \frac{df_1(\beta)}{d\beta_n} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{df_m(\beta)}{d\beta_1} & \dots & \frac{df_m(\beta)}{d\beta_n} \end{bmatrix} \quad 1.18$$

O próximo passo da minimização é encontrar um novo incremento que diminua a soma dos resíduos, Equação 1.19:

$$F(\beta^k + p^k) < F(\beta^k) \quad 1.19$$

Assim a cada passo k , o erro estará mais próximo de zero.

Observa-se da Equação 1.17 que há uma certa semelhança com o método dos gradientes conjugados, e igualando os termos do lado direito:

$$A = J^T J + Q \text{ e } b = -J^T f(\beta)$$

E adiciona-se um novo incremento $F(\beta^k)$, o que não interfere no cálculo de mínimo, já que representa uma translação vertical da função a ser minimizada.

O mínimo desta função será solução da equação $F(p) = 0$, ou a solução do sistema $Ap = b$, logo para cada passo k deve-se resolver o seguinte sistema linear, Equação 1.20:

$$(J^T J + Q)p_k = -J_k^T f_k \quad 1.20$$

Com o sistema resolvido, a nova aproximação será, Equação 1.21:

$$\beta^{k+1} = \beta^k + p \quad 1.21$$

No método de Gauss-Newton, diz-se que β^k está cada vez mais próximo do mínimo, logo o resíduo $f(\beta)$ está próximo de zero. Assim se sustenta o argumento de que

a matriz Q_k poderá ser desprezada se comparada com $J^T J$. Para este método o sistema a cada iteração será, Equação 1.22:

$$(J_k^T J_k) p_k = -J_k^T f_k \quad 1.22$$

Enquanto no método de Levenberg-Marquardt a matriz Q_k não é totalmente desprezada, no entanto ela é utilizada como um meio de regularizar o sistema. A estratégia utilizada neste método é a substituição por uma matriz identidade multiplicada por um fator μ_k (MARQUARDT, 1963). Este fator tem valor inicial de $0,01$, e dependendo de cada passo, o fator é atualizado, dividido ou multiplicado por 10 . A minimização da soma dos resíduos se baseia na solução do sistema, Equação 1.23:

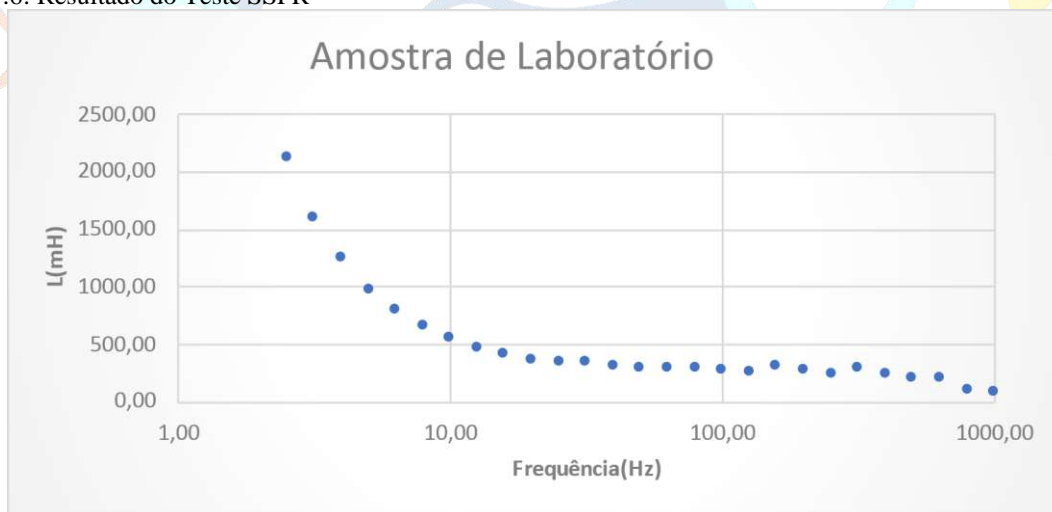
$$(J_k^T J_k + \mu_k) p_k = -J_k^T f_k \quad 1.23$$

4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. ENSAIO DE RESPOSTA EM FREQUÊNCIA

Com a aplicação do teste estático de resposta em frequência foi possível a obtenção dos dados arranjados na Figura 1.6 em função da indutância:

Figura 1.6: Resultado do Teste SSFR



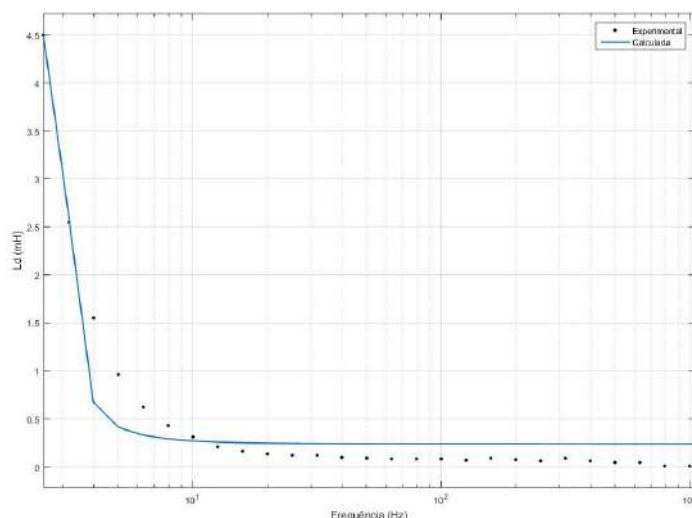
Fonte: Elaborado pelo autor

Observar que o gráfico está em escala logarítmica, e que apresenta semelhança à Figura 1.5, que representa a indutância operacional de eixo direto, segundo a norma IEEE 115-2009.

Para aplicar o algoritmo de Levenberg-Marquardt no aplicativo do Matlab (Curve Fitting) é necessário fornecer os dados do experimento e escrever a função a ser minimizada na opção Custom Equation. A partir desses dados laboratoriais, aplica-se o

algoritmo de Levenberg-Marquardt para o ajuste de curva. A Figura 1.7 mostra a curva ajustada através do Matlab:

Figura 1.7: Diagrama de Bode para L_d (s)



Fonte: Elaborado pelo autor

Podemos observar claramente a semelhança entre as curvas (curva da indutância operacional ajustada e a curva da indutância operacional medida em ensaio de norma do IEEE da Figura 1.5), indicando que as tendências da curva obtida são razoáveis. A partir disso, passamos a calcular as indutâncias de interesse a partir dos resultados obtidos do algoritmo de curva, conforme apresentado na Tabela 1.4.

Tabela 1.4: Parâmetros padrão da máquina síncrona

T'_d	T''_d	T'_{d0}	T'''_{d0}
0,117 s	0,1178 s	0,05616 s	0,06047 s

Fonte: Elaborado pelo autor

O modelo permite igualar os valores dos parâmetros padrão de eixo direto com os de eixo em quadratura. Encontramos as indutâncias transiente e subtransiente, Equações 1.24 e 1.25.

$$L'_d = L'_q = L_d \frac{T'_d}{T'_{d0}} = 0,1205 \frac{0,117}{0,05616} = 0,251 \text{ H} \quad 1.24$$

$$L''_d = L''_q = L_d \frac{T'_d T''_d}{T'_{d0} T''_{d0}} = 0,1205 \frac{0,117 * 0,1178}{0,05616 * 0,06047} = 0,489 \text{ H} \quad 1.25$$

Por conseguinte, encontra-se os valores das reatâncias transiente e subtransiente da Equação 1.2, mostrados pelas Equações 1.26 e 1.27:

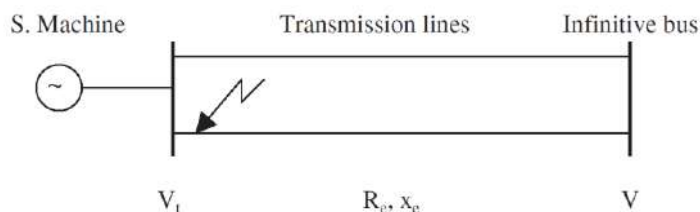
$$X'_d = X'_q = \omega L'_d = 94,627 \Omega \quad 1.26$$

$$X_d'' = X_q'' = \omega L_d'' = 184,353 \Omega \quad 1.27$$

4.2. SIMULAÇÃO DO MODELO

Para a simulação da máquina, optou-se por representá-la através de um sistema de barramento infinito, que é considerado na Figura 1.8:

Figura 1.8: Sistema da máquina conectada ao barramento infinito



Fonte: IJEEEE (2002)

O sistema da Figura 1.8 representa uma máquina síncrona conectada ao barramento infinito, com intermediação de duas linhas de transmissão, sendo que na simulação, ocorre um curto-circuito na linha inferior, com os parâmetros de resistência R_e e reatância X_e pré-estabelecidos. Para análise de estabilidade transitória, o modelo de máquina síncrona para operação do gerador é considerado como um modelo clássico de quarto grau. A simulação analisa o comportamento da máquina diante do curto-circuito. As Equações 1.28 e 1.29 descrevem as equações elétricas do sistema:

Equações elétricas:

$$E'_d = \frac{x'_d - x_q}{1 + sT'_{q0}} I_q \quad 1.28$$

$$E'_q = \frac{x'_d - x_d}{1 + sT'_{d0}} I_d + \frac{E_{fd}}{1 + sT'_{d0}} \quad 1.29$$

Na Tabela 1.5 são listados os valores para cada variável:

Tabela 1.5: Valores utilizados para a simulação em p.u.

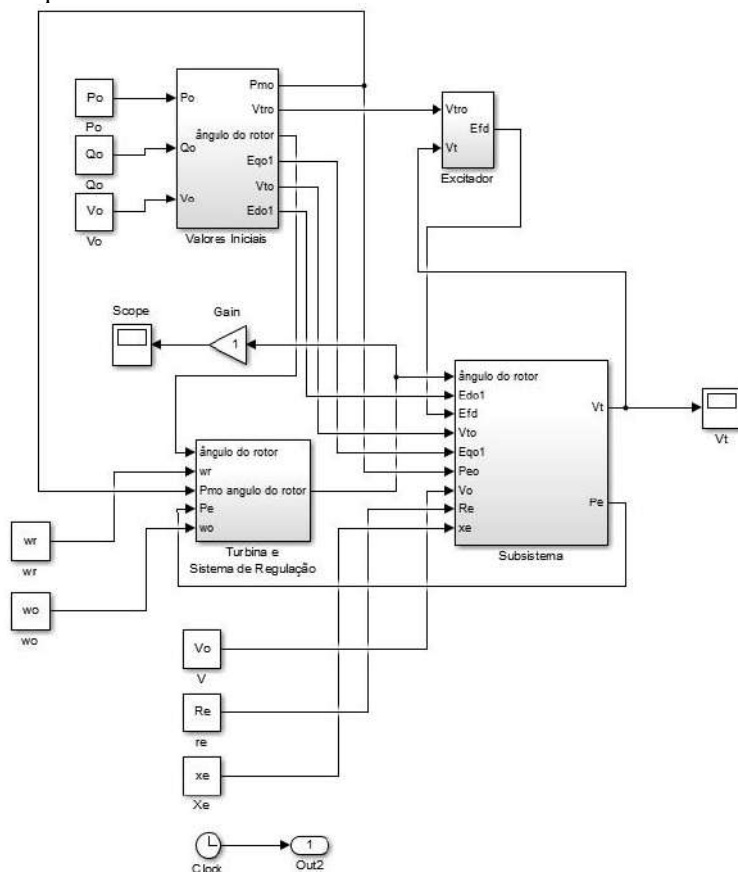
P_0	Q_0	V_0	R_a	R_e	X_e
0,8	0,6	1	0,001096	0,011	0,2
x'_d	T'_{d0}	T'_{q0}	X_d	X_q	
0,4823	0,05616	0,05616	0,2315	0,2	

Fonte: Elaborado pelo autor

A parte mecânica, as equações que descrevem o excitador, as equações da turbina e sistema de regulação, são variáveis consideradas no modelo escolhido, e são valores pré-determinados.

O modelo completo da máquina síncrona utilizada na simulação é dado na Figura 1.9:

Figura 1.9: Modelo da máquina no Simulink

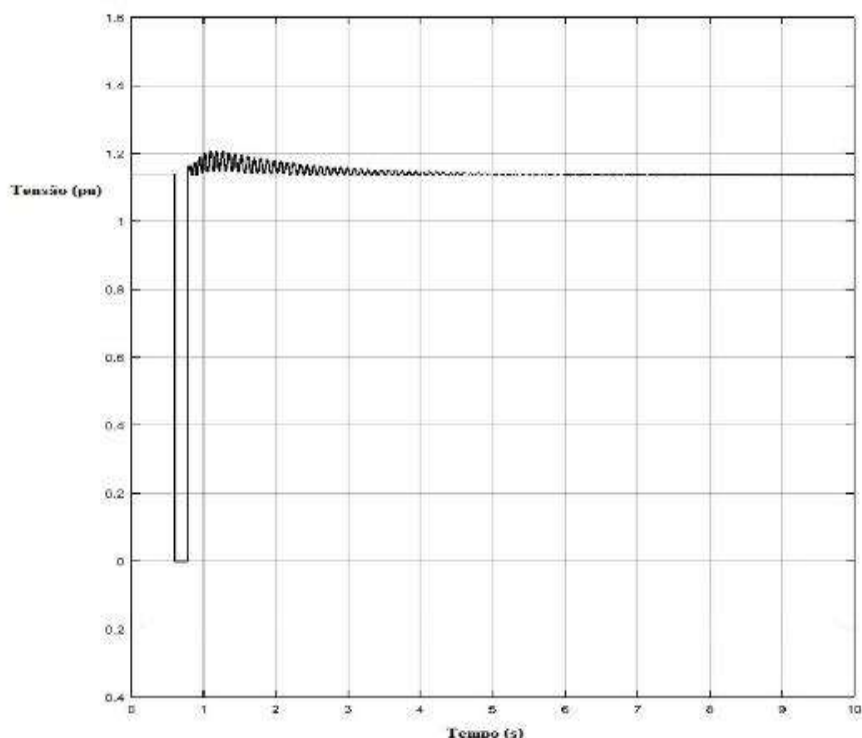


Fonte: Elaborado pelo autor.

O Simulink usa os grupos de diagramas de blocos para representar sistemas dinâmicos. Neste trabalho, um modelo para simulação da máquina síncrona é construído usando sub-blocos selecionados corretamente. Para a análise transiente, o sistema de barramento sem ruído da máquina síncrona é investigado usando o Simulink. Como mostrado neste estudo, o Simulink fornece uma ferramenta poderosa para investigar sistemas de energia, incluindo máquinas síncronas para fins educacionais e de pesquisa (IJEEE, 2002).

Com os parâmetros obtidos através dos testes e da aplicação numérica, passa-se agora a inseri-los nos blocos do Simulink. Os valores são inseridos diretamente na janela de comando do Matlab, o botão *Run* é acionado para simular o gerador síncrono, e a resposta da tensão pode ser observada como na Figura 1.10:

Figura 1.10: Tensão terminal do gerador síncrono



Fonte: Elaborada pelo autor

Podemos observar da Figura 1.10, que a tensão terminal inicia com um valor constante, pois a máquina está operando em regime permanente. O curto é aplicado em menos de um segundo, fazendo com que o valor da tensão reduza a zero. Com o retorno de operação normal da máquina, utilizando a linha de transmissão superior, a tensão retoma o valor inicial, oscilando até se estabilizar a partir de quatro segundos. A resposta da simulação se mostrou satisfatória, pois demonstra o real comportamento de uma máquina síncrona diante de um curto-circuito.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi apresentada a modelagem matemática do gerador síncrono ocupando-se da proposta de uma metodologia para o levantamento de parâmetros por meio do ensaio de resposta em frequência. O modelo permite a verificação da tensão da máquina em regime permanente e o seu comportamento transitório.

Com a conclusão do projeto, está disponível para o Laboratório de Conversão e Máquinas Elétricas o modelo matemático da máquina síncrona, onde a partir deste modelo poderá ser implementado um sistema de controle primário de geração para a estabilização da tensão e regulação da velocidade da máquina.

No desenvolvimento da modelagem, foram realizadas algumas considerações sobre a dinâmica da máquina: não considerando os efeitos de saturação magnética, as perdas elétricas e mecânicas, pois aumentaria bastante a complexidade do sistema, deixando-o com características não-lineares, o que não seria produtivo para o trabalho.

O teste de resposta em frequência apresentou várias vantagens em relação aos outros testes, dentre as quais podemos citar a de não impor estresses eletromagnéticos à máquina, por se tratar de um ensaio com base no comportamento dos sinais, e a obtenção de muitos parâmetros transitórios e subtransitórios ao mesmo tempo, em mais de uma orientação de eixo. A desvantagem que podemos destacar desse teste, dá-se no tratamento matemático dos dados, tendo que realizar ajuste de curva utilizando uma função não-linear.

Com a determinação dos parâmetros da máquina síncrona, podem integrar qualquer modelo de máquina previamente desenvolvido. São importantes nos projetos de sintonia de controladores que vierem a ser inseridos no gerador. A imprecisão desses parâmetros pode resultar em um controle ineficiente e até mesmo prejudicial ao sistema. Além disso, com a determinação dos parâmetros pode ser observado se há variação de valores, o que pode indicar algum defeito no sistema, sendo necessário monitoramento da máquina.

Neste trabalho o modelo utilizado é classificado a nível de quarto grau, considerando equações mecânicas, de turbina e de regulação do gerador, e demonstrou resultados satisfatórios.

6. REFERÊNCIAS

BRETAS, N. G.; ALBERTO, L. F. C. Estabilidade Transitória Em Sistemas Eletromagnéticos. 1. ed. São Carlos – SP: Editora da EESC-USP, 2000

CRISTINA, M.; CUNHA, C. Métodos numéricos. 2 ed. rev. e ampl. Campinas: Unicamp, 2003.

DORF, R. Sistemas de Controle Modernos. 8ª Edição, LTC 2001.

IEEE - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. IEEE 115-2009: test procedures for synchronous machines. New York, 2010.

IJEEE- INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING EDUCATION. Modelling and simulation of synchronous machine transiente analysis using SIMULINK. Oct. 2002.

LEVENBERG, K. A method for the solution of certain problems in least squares. Quartely of applied mathematics, 1944.

MARQUARDT D. W. An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters. Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, v. 11, n. 2, p. 431 - 441, jun. 1963. Published by: Society for Industrial and Applied Mathematics.

OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno, 5 Ed., Prentice-Hall, 2011.

SOUSA DE, M. H. Determinação de parâmetros de máquinas síncronas pelo ensaio de resposta em frequência: proposta de metodologia com inversor de frequência. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. 95 f.

AUTORES

Willian dos Santos Sarges: Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Atua como Oficial da Polícia Civil do Estado do Amapá. E-mail: w1llyansarges12@gmail.com.

Felipe Monteiro: Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atua como Professor do Magistério Superior no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). E-mail: felipe.monteiro@unifap.br.



Capítulo 6

ESTUDOS DE IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO NO AMAPÁ

DOI: 10.29327/555021.1-6

Matheus Homobomo Neris Brito
John Ewerton Frazão da Silva
Felipe Monteiro
Messias Dias da Silva

ESTUDOS DE IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO NO AMAPÁ

Matheus Homobomo Neris Brito

John Ewerton Frazão da Silva

Felipe Monteiro

Messias Dias da Silva

RESUMO

O presente artigo contempla um estudo a respeito da implantação de um parque eólico na costa do estado do Amapá, abordando seus impactos econômicos, sociais e ambientais. Foi feita uma pesquisa de cunho bibliográfica no sentido de verificar alguns tipos tecnologias de aerogeradores existentes no cenário nacional e internacional, assim como, as dificuldades que as empresas encontrarão em se instalar em um estado que possui a maior parte do seu território protegida pelos órgãos ambientais na esfera federal, estadual e municipal. Os principais objetivos deste estudo são: Conhecer o mercado atual de energia eólica no Brasil e no mundo, acompanhar a crescimento do mercado de energias renováveis no Brasil e no Mundo, mostrar os passos para implantar um parque eólico, apresentar os problemas enfrentados pelo setor público e privado na implantação de novas formas de geração de energia, dentre elas a eólica e analisar as dificuldades que empresas do setor de geração eólica encontrarão para desenvolver projetos de grande porte em um estado com mais de 70% do seu território protegido por lei ambiental

Palavras-Chave: Aerogeradores, Parque eólico, Impactos ambientais, Impactos socioeconômicos.

1. INTRODUÇÃO

A energia eólica é uma das energias renováveis mais eficientes no cenário atual, seu crescimento no Brasil e no mundo aumenta em ritmo acelerado, no nosso país diversos projetos estão em fase de execução e outros previstos para entrar em operação nos próximos anos.

A energia eólica no Brasil teve início em 1992, nesse ano foi instalado o primeiro aerogerador comercial através de uma parceria entre o Centro Brasileiro de Energia

Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), esse projeto teve o apoio e financiamento do instituto de pesquisas dinamarquês Folkecenter. A turbina instalada tinha potência de 225 kW, foi instalada em Fernando de Noronha (ANEEL, 2008).

Em 2001 a crise energética fez com que o governo brasileiro apresentasse uma forma de incentivar a contratação de empreendimentos, isso foi feito através de um programa chamado de PROÉOLICA, um programa emergencial que tinha o objetivo de contratar 1050 MW até o fim do ano de 2003, como o programa não teve muito sucesso foi substituído posteriormente pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), esse programa foi um passo importante para a indústria de componentes e turbinas eólicas no país, a partir daí surgiram os Leilões de Energia de Reserva conhecidos como LER, ocorrido no fim de 2009, foram contratados 1,8 GW, abrindo portas para novos leilões que ocorreram nos anos seguintes, em 2010 o LER contratou 2GW, porém esse leilão não tratou apenas de energia eólica, foi mais abrangente e abriu espaço para outras fontes renováveis, isso continuou se repetindo. A energia eólica atualmente, 2017, conta com 10,4 GW distribuídos em 414 parques eólicos, representando cerca de 6,89% da matriz energética brasileira. Até o fim de 2016 o Brasil tinha 136 parques eólicos estão em construção, com isso a potência que será acrescentada será da ordem de 3,1 GW (ANEEL, 2017), o que deve elevar a participação eólica na matriz energética brasileira. Esses parques estão distribuídos principalmente por três regiões: Nordeste, Sudeste e Sul. O Nordeste tem grande destaque no setor sendo um dos maiores produtores desse tipo de energia, com advento de novas tecnologias a possibilidade de instalação aumentou bastante, pois os equipamentos modernos se adaptam a velocidades de ventos mais baixas do que os que eram produzidos no início da implantação no Brasil. Isso é um fator importante pois permite que regiões fora da costa também se tornem propícias a receber investimentos no setor, é o caso de Pernambuco que apresentou velocidade de ventos melhores no interior do que na costa litorânea, é o caso do agreste de Pernambuco que no dia 30 de maio de 2016 teve seu parque eólico conhecido como “Ventos de São Clemente”, esse complexo é formado por oito parques eólicos distribuídos por cidades como Caetés, Venturosa, Pedra e Capoeiras, foram instalados 126 aerogeradores com capacidade instalada de 216 MW, o investimento que mudou a característica dos municípios, trouxeram investimentos em torno de 1,1 bilhão de

reais, o que proporcionou uma geração de renda para as famílias locais (CASA DOS VENTOS,2016).

O Brasil tem se tornado cada vez mais interessante em termos de investimentos internacionais, após a implantação do PROINFA, instituída pela lei nº10.438/2002, teve o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis (PCH, usinas eólicas, empreendimentos termoeletricos a biomassa) na produção de energia elétrica, privilegiando empreendedores que não tenha vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão e distribuição.

A evolução tecnológica tem causado um aumento gigantesco no consumo de energia elétrica, praticamente todo o equipamento de utilidade domestica necessita de energia para funcionar, o crescimento populacional aliado a migração das pessoas para as cidades a partir do século XVIII com o advento da revolução industrial, contribuiu para o aumento do consumo. Isso será cada vez mais visível com a troca da frota automotiva que se dará nos próximos anos, temos nas indústrias de automóveis projetos para num universo de apenas 20 anos a incorporação de carros movidos a eletricidade como parte da frota que hoje roda movida a combustíveis fosseis, estima-se que em 2050 teremos 40% da frota movida exclusivamente a eletricidade, com certeza isso trará um grande impacto para o consumo de energia elétrica nos países, assim com a previsão da escassez de recursos baseados em hidrocarbonetos a procura de novas fontes de energia se torna imprescindível para o mundo moderno, logo será necessário aproveitar e implantar vários tipos de energias renováveis, pois estas se destacam por apresentar um potencial inesgotável, limpo e eficiente para ajudar o sistema hídrico a suprir toda a demanda que tem se apresentado nos últimos anos. Isso mostra a importância do trabalho visto que o Amapá não está imune as mudanças no padrão de consumo elétrico e se não for feito um planejamento a curto e médio prazo sofrerá as consequências da falta dessa preparação podendo ocasionar o racionamento da distribuição energética nesse estado e atrasando o uso de novas tecnologias mais limpas e com investimentos a longo prazo mais viáveis do que aumento de capacidade de usinas hidrelétricas. Visto que os investimentos em energia eólica são imprescindíveis nos próximos anos, é necessário estudar sobre os impactos que esses parques eólicos trarão para as comunidades, sejam eles sociais, econômicos e ambientais, para que possamos responder perguntas como: O estado do Amapá, tendo a maior parte do seu território protegido por lei ambiental, é viável para projetos de parques eólicos de grande porte? Qual o impacto que uma instalação desse

nível trará para comunidades que sobrevivem atualmente da pesca e da agricultura familiar? Quais as principais dificuldades que as empresas encontrarão para desenvolver seus projetos em solo amapaense?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

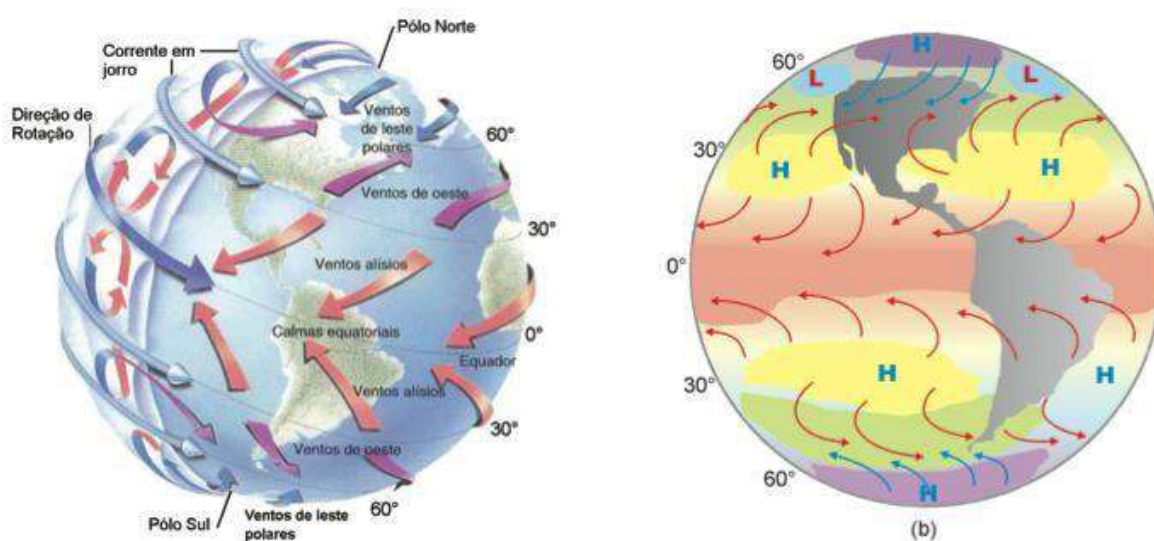
2.1. ENERGIA EÓLICA

Vento

Todo projeto de parques eólicos inicia com o estudo detalhado das condições de vento do local. Nesse estudo desse ser feita uma análise das distribuições de ventos, da velocidade e da frequência dos ventos na localidade onde será instalado o projeto, esse estudo é feito através de medições com torres anemométricas.

Os ventos presentes na terra são causados pelo aquecimento diferenciado da atmosfera. Essa não uniformidade no aquecimento da atmosfera deve ser creditada a orientação dos raios solares e aos movimentos da terra. Regiões tropicais, que recebem raios solares quase que perpendicularmente, são mais aquecidas que regiões polares, assim o ar quente que se encontra nas baixas altitudes das regiões tropicais tenta a subir, sendo substituídas pela massa de ar mais fria que se desloca das regiões polares (ZAVATTINI, 2009). O deslocamento das massas de ar determina a formação dos ventos. A Figura 1.1 mostra os movimentos das massas de ar.

Figura 1.1: Movimentos das massas de ar



Fonte: Atlas eólico, 2001.

Existem locais no globo nos quais os ventos não cessam, pois os mecanismos que os produzem, aquecimento no Equador e resfriamento nos polos, estão sempre presentes na natureza. Esses ventos são chamados de planetários ou constantes, são classificados em:

- Alísios: Ventos que sopram dos tópicos para o Equador, em baixas altitudes.
- Contra-Alísios: Ventos que sopram do equador para os polos, em altas altitudes.
- Ventos do Oeste: Ventos que sopram dos trópicos para os polos.
- Polares: Ventos frios que sopram dos polos para as zonas temperadas.

2.2. O POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO

O avanço tecnológico computacional tem propiciado ferramentas valiosas no estudo do potencial eólico brasileiro com a utilização de dados anemométricos colhidos em diversas regiões do país, isso tem dado base para a criação de um banco de dados extenso nesse estudo. Desde os anos 70 o potencial eólico do país vem sendo objeto de estudo, esse estudo foi inicialmente desenvolvido nos aeroportos brasileiros pelo Instituto de Atividades Espaciais, esse instituto registrou velocidade de vento entre 4m/s e 10m/s, com esses dados a viabilidade técnica de projetos eólicos se tornou uma realidade, assim as primeiras turbinas eólicas foram localizadas no litoral do Nordeste, o Arquipélago de Fernando de Noronha abrigou turbinas de pequeno porte que serviram de estudo, eram turbinas entre 2kW e 5kW em parceria com um instituto de pesquisa da Alemanha, o DFVLR-IBK. Na década de 80 a Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF fez um inventário sobre o potencial eólico do Nordeste, os dados foram recolhidos através de registros anemométricos, os dados foram recolhidos durante um período de cinco anos, de 1977 a 1981 eram estações que foram colocadas a 10 metros de altura, 81 estações foram usadas nessa etapa do projeto (CRESESB, 2008).

Em 1979 a Eletrobrás apresentou um atlas preliminar do potencial eólico brasileiro, foram colocados em funcionamento 389 estações anemométricas. A Tabela 1.1 mostra as estações anemométricas no Brasil em 1980.

Tabela 1.1: Estações anemométricas existentes no território nacional em 1980

Instituto Nacional de Meteorologia	319
Ministério da Aeronáutica	51
CEMIG - Cia. Energética de Minas Gerais	10
PORTOBRÁS - Empresa de Portos do Brasil	2

Eletrobrás	2
COPEL - Cia. Paranaense de Energia	2

Fonte: ANEEL, 2008.

Os estudos realizados nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará apontaram um potencial de 9,55 TWh/ano e 2,96 TWh/ano, esses estudos foram realizados através de simulações computacionais realizados com curvas de desempenho de turbinas de 500 kW e 600 kW, essa simulação indicou que seriam necessários a ocupação de 10% dos litorais desses estados (CRESESB, 2008). A partir daí vários estados apresentaram atlas com estudos do potencial de cada região. A região norte e principalmente o Amapá ainda é bastante carente nesse tipo de estudo.

2.3. POTENCIAL EÓLICO NO AMAPÁ

Ainda não existem estudos avançados do potencial eólico no Amapá, os poucos estudos que foram desenvolvidos se restringiram a medições feitas nas localidades da Praia do Goiabal e na fazenda Santo Antônio em Macapá em 2001 (COSTA, 2006). Esses resultados, porém, não apresentaram dados que justificassem a instalação e geração industrial de energia elétrica. O único projeto que foi executado foi o da Vila do Sucurijú, uma pequena vila de difícil acesso que sobrevive basicamente da agricultura e pesca. A vila é banhada pelo Rio Sucurijú muito próximo do oceano atlântico, devido a proximidade com o oceano atlântico os poços cavados nas redondezas fornecem água salobra que é imprópria para consumo. O problema do difícil acesso faz com que a comunidade não seja beneficiada por programas governamentais, isso justificou a implantação do projeto nessa vila. Esse projeto foi desenvolvido por uma parceria entre a ELETRONORTE, Universidade Federal de Pernambuco, do Pará e de Campina Grande, com financiamento do Ministério de Minas e Energia, esse projeto é formado por um conjunto de placas fontes fotovoltaicas com capacidade de 10 kWp, um conjunto de turbinas eólicas com 50 kW, dois grupos de geradores de 30 kVA e um banco de baterias de 100 kWh (COSTA, 2006). Através de um poço perfurado no local o objetivo era fazer a dessalinização 20 litros de água por dia para cada habitante da vila. Contudo não se pode afirmar que o estado possua ou não possua potencial eólico para projetos em larga escala devido a falta de estudos aprofundados de velocidade de ventos em diversos pontos do território, com a evolução tecnológica das turbinas eólicas e aproveitamentos dos locais de forma eficiente, mesmo em locais com baixa

velocidade de vento são capazes de gerar energia elétrica, prova disso está em projetos como os ventos de São Clemente (CASA DOS VENTOS, 2016) localizado no interior de Pernambuco que gera energia elétrica a partir da velocidade de vento em torno de 4m/s.

2.4. POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS NO ESTADO DO AMAPÁ CASO UM PARQUE EÓLICO VENHA A SER INSTALADO

Impactos socioeconômicos

A costa amapaense é formada por municípios pequenos que tem sua atividade básica na agricultura e pesca, são municípios com baixa taxa habitacional, a costa compreende os municípios de Santana, Macapá, Amapá, Calçoene e Oiapoque, além das cidades de Macapá e Santana, que são os maiores municípios do estado e tem uma economia mais diversificada, os outros municípios não possuem outra fonte de renda a não ser os citados anteriormente, logo um empreendimento desse porte ao ser instalado na costa amapaense poderia trazer os mesmos efeitos que foram relatados no Parque Eólico Ventos de São Clemente no agreste pernambucano. Ao se comparar o nível de estruturas das cidades citadas no agreste pernambucano com os citados na costa amapaense, os municípios daqui possuem uma infraestrutura muito pior, sendo assim se houvesse uma invasão populacional sem o devido planejamento poderia levar os municípios ao estado de caos, pois se nem a capital seria capaz de absorver um quantitativo expressivo de pessoas na prestação de serviços públicos, sendo assim se a capital que teoricamente possui uma estrutura melhor não tem condições de absorver esse impacto, municípios como Amapá que hoje possui 8.690 habitantes, Calçoene com 10.345 e Oiapoque 24.892 (IBGE, 2010), teriam um problema ainda maior. A Figura 1.2 mostra o mapa do Amapá.

Figura 1.2: Mapa do Amapá



Fonte: GOOGLE MAPS, 2017.

Problemas como falta de médicos, escolas, segurança são constantes nesses municípios e com a invasão de um grande número de trabalhadores levariam os sistemas públicos a um estado caótico. Nem sempre as audiências públicas, que são instrumentos obrigatórios de uma licitação desse tipo de obra, tratam das questões socioeconômicas, na sua grande maioria são tratados apenas os impactos socioambientais que são exigidos por lei através da elaboração do EIA e RIMA.

Possíveis impactos ambientais que seriam causados ao instalar um parque eólico no Amapá

Instalar um parque eólico no Amapá requer a superação de alguns desafios dentre eles o ambiental, pois o estado do Amapá possui cerca de 73% de seu território em áreas protegidas, unidades de conservação e terras indígenas, sendo o estado com maior percentagem de áreas protegidas do Brasil (SEMA, 2012), assim os desafios para elaborar um projeto de um parque eólico que seja economicamente viável e sustentável é enorme. O estado é detentor de uma grande heterogeneidade ambiental, que inclui áreas de mangues, campos inundáveis, enclaves de cerrado, floresta de várzea firme e de terra firme. A área de proteção ambiental abrange 10,25 milhões de hectares distribuídos por todo o estado.

No estado do Amapá as primeiras áreas com esse propósito foram o Parque Florestal da Fazendinha, em 1974, atualmente chamada de APA da Fazendinha e a Terra

Indígena Galibi criada em 1982 (SEMA, 2012). As terras protegidas do Amapá dividem-se em Terras Indígenas e Unidade de Conservação Ambiental, estas estão classificadas em dois grupos:

- Unidade de Uso Sustentável;
- Unidade de Proteção Integral. O primeiro grupo está dividido em:
- Reserva de Desenvolvimento Sustentável;
- Reserva Extrativista, Área de Proteção Ambiental;
- Reserva Particular do Patrimônio Natural;
- Floresta Nacional; Floresta Estadual.

O segundo grupo está dividido em:

- Reserva biológica;
- Estação Ecológicas;
- Parque Nacional;
- Parque Municipal.

Ainda se somam as áreas de uso restrito do estado: 5 Terras Indígenas e 19 Unidades de Conservação, sendo 7 federais, 5 estaduais e 2 municipais. Há ainda 5 Unidades de Conservação Particulares (SEMA, 2012).

Apesar de ter a maior parte do seu território protegido o Amapá tem uma vantagem para exploração de energia eólica, pois a maior parte das áreas de proteção ambiental não estão localizadas na costa desta forma estão fora da área de potencial eólico mostrada no atlas do potencial eólico pelo CRESESB, Todavia caso haja potencial efetivo, a partir de medições de ventos em um estudo aprofundado, o fato do estado ser considerado o mais protegido do Brasil não seria um entrave inicial para a construção, tendo em vista que é bem mais simples a aprovação das licenças ambientais do que se essas áreas protegidas estivessem distribuídas pela costa amapaense. No entanto caso o potencial eólico se mostrasse mais interessante no interior do estado, como ocorreu em Pernambuco com o parque eólico de São Clemente, os problemas ambientais e as concessões dessas licenças seriam bem mais complexas.

A Tabela 1.2 mostra as áreas protegidas, a categoria de proteção e a jurisdição para fiscalizar a exploração nessas áreas.

Tabela 1.2: Áreas de proteção ambiental do Amapá

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	CATEGORIA	JURISDIÇÃO
Parque Nacional das Montanhas do Tumucumaque –	Proteção Integral	Federal
Floresta Estadual do Amapá - FLOTA	Uso Sustentável	Estadual
Reserva Sustentável do Rio Iratapuru – RDS-IRA	Uso Sustentável	Estadual
Parque Nacional do Cabo Orange – PARNA – CO	Proteção Integral	Federal
Reserva Extrativista do Rio Cajari – RESEX – CA	Uso Sustentável	Federal

Floresta Nacional do Amapá – FLONA	Uso Sustentável	Federal
Reserva Biológica do Lago Piratuba – REBIO- PI	Proteção Integral	Federal
Estação Ecológica do Jari – ESEC – JÁ	Proteção Integral	Federal
Estação Ecológica do Maracá Jipióca – ESEC – MJ	Proteção Integral	Federal
Reserva Extrativista Municipal Beija-flor – RESEX – BF	Proteção Integral	Federal
Área de Proteção Ambiental do Curiaú – APA – CUR	Uso Sustentável	Estadual
Parque Natural Municipal do Cancão – PARMU – CA	Proteção Integral	Municipal
Área de Proteção Ambiental da Fazendinha APA – FAZ	Uso Sustentável	Estadual
Reserva Biológica do Parazinho – REBIO – PA	Proteção Integral	Estadual
Reserva Particular do Patrimônio Natural Retiro Paraiso – RPPN - REP	Uso Sustentável	Federal
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	CATEGORIA	JURISDIÇÃO
Reserva Particular do Patrimônio Natural REVECON – RPPN - REV	Uso Sustentável	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural Seringal Triunfo – RPPN - SE	Uso Sustentável	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural Retiro Boa Esperança – RPPN - BOA	Uso Sustentável	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural Aldeia Ekinox – RPPN - EK	Uso Sustentável	Federal
Terras Indígenas do Parque do TUMUCUMAQUE – TI	-	Federal
Terras Indígenas Uaçá – TI- UAÇA	-	Federal
Terras Indígenas Juminã – TI - JUMINÃ	-	Federal
Terras Indígenas do Galibi – TI – GALIBI	-	Federal
Terras Indígenas Waiãpi – TI – WAIÁPI	-	Federal

Fonte: SEMA, 2012.

2.5. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PARA GRANDES EMPREENDIMENTOS

Evolução da Legislação Ambiental No Brasil

Tratar da questão ambiental tem sido cada vez mais comum quando se pensa sobre empreendimentos que causam impactos ambientais, sendo assim o Brasil por ser um país rico de recursos naturais sente a pressão internacional de órgãos ligados a defesa do meio ambiente. Há algum tempo o termo “Movimento Ecológico” tem desafiado a classe política a tomar decisões baseadas em um desenvolvimento sustentável, está claro que o consumo exagerado tem se tornado um grande problema, cada vez precisamos de mais produtos que por sua vez requerem mais recursos naturais. Com a energia não é diferente, hoje em dia temos uma diversa gama de produtos que requerem energia em seu funcionamento, e isso tem levado o mundo a buscar fontes de energia que possa suprir toda essa demanda, no Brasil temos a vantagem de ter um sistema bastante diversificado, porém nos últimos anos o investimento público tem sido composto quase que exclusivamente em sistemas de geração hídrica que por muitas vezes causam impactos ambientais difíceis de serem reparados. Para isso a legislação ambiental tem sofrido

evolução ao longo dos anos e ela não é algo tão atual, desde a elaboração do código das águas em 1930 a legislação tem sofrido mudanças com a pressão internacional e de ONG que atual no Brasil. Esse código das águas já trazia aspectos como definição sobre o que seriam águas públicas e privadas e como as mesmas poderiam ser usadas para exploração de geração de energia elétrica (SENADO FEDERAL, 2016).

Somente a partir da década de 60, com a divulgação dos dados sobre o aquecimento global e crescimento da camada de ozônio na atmosfera aliado a diversas catástrofes ambientais é que a sociedade começou a acordar de forma gradual para construir uma consciência ambiental. Em 1972 a ONU – Organização das Nações Unidas, organizou em Estocolmo, na Suécia, a primeira conferência sobre Meio Ambiente, nessa conferência foi aprovado a Declaração Universal do Meio Ambiente, que no texto diz que recursos naturais tais como a água, ar, solo, flora e a fauna devem ser conservadas para gerações futuras, cabendo a cada país estabelecer em suas legislações instrumentos que tivessem a garantir a preservação ambiental, foi a partir daí que o Brasil passou a editar normas, decretos e leis com medidas de proteção ao meio ambiente (FARIAS, 2007).

Em 1981 com a Lei 6.938/81 foi disposto a Política Nacional do Meio Ambiente, que é a primeira lei no país a definir de forma avançada e inovadora os conceitos e objetivos para a defesa do meio ambiente. Essa evolução na parte ambiental se completou com a promulgação da Constituição Federal em 1988, que dedicou um capítulo inteiro ao meio ambiente. Nesse contexto em 98 com a Lei nº 9.605/98, que dispõe das sanções penais e administrativas aplicadas a atos lesivos ao meio ambiente foram introduzidos instrumentos importantes para a proteção ambiental.

Em 92 uma nova conferência sobre Meio Ambiente foi realizada no Rio de Janeiro pela ONU, nela 170 países presentes no evento assumiram a responsabilidade de introduzir políticas públicas de seus países noções de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. No documento redigido nessa conferência chamada de Agenda 21, defende temas importantes tais como agricultura sustentável, cidades sustentáveis, gestão de recursos naturais, gestão de recursos naturais, desigualdades sociais, ciência e tecnologia para um desenvolvimento sustentável. A implantação da agenda procura despertar em cada pessoa seu papel ambiental, social, econômico e político. Em 2002 outra conferência ocorreu em Johannesburgo, África do Sul, denominada de Rio+10 que dentre outros temas importantes destacou o apelo de países em desenvolvimento por tecnologias

para um desenvolvimento sustentável dos países desenvolvidos, determinando um desenvolvimento equitativo, inclusivo e sustentável.

Desde da conferência de 72 na Suécia o Brasil vem se movimentando no sentido de proteger e fiscalizar danos ao meio ambiente. Em 1974 foi criada, no Brasil, a Secretaria Especial do Meio Ambiente, já em 1981 foi elaborada a lei 6.938/81, essa lei define a Política Nacional do Meio Ambiente com objetivos de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental do país, foi a partir dessa lei que instrumentos como licenciamento para atividades poluidoras e degradantes foram implantados. Foi criado nessa época o CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, esse órgão é o responsável por conceder os licenciamentos para obras que causem impactos ambientais, esse conselho emitiu resolução e torna obrigatório para qualquer empreendimento que cause impacto ambiental a elaboração do EIA – Estudo de Impactos Ambientais e o RIMA – Relatório de Impactos Ambientais, que devem ser submetidos aos órgãos estaduais e ao IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, criado pela lei 7.735/89, autarquia vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, essa resolução ainda determina que tanto o EIA quanto o RIMA sejam discutidos em audiências públicas (MMA, 2016).

Em 1997 o CONAMA expediu uma nova normativa geral com as competências nas esferas federal, estadual e municipal e as etapas do licenciamento. A lei 9.605/98 destina seu texto à redação de crimes ambientais e condutas lesivas ao meio ambiente proveniente da não observação ao licenciamento necessário.

Em 1997 através da resolução 237/97 o CONAMA estabeleceu os tipos de licenças ambientais que seriam expedidas pelo poder público (MMA, 2016), que são:

- Licença prévia (LP);
- Licença de Instalação (LI)
- Licença de Operação (LO);

Tipos de Licenças Ambientais

Licença Prévia (LP): É a primeira etapa do licenciamento, onde são observadas e avaliadas a localização, a instalação e a operação do uso do solo, atestando a viabilidade do projeto e estabelecendo requisitos básicos para a próxima etapa, é nessa fase que é pedido o Estatuto de Impacto Ambiental – EIA. Nessa etapa é definido todos os aspectos ambientais que a empresa tem que seguir, assim o órgão responsável por conceder a licença define se a área é adequada, esse estudo é chamado de zoneamento ambiental.

Ainda nessa etapa pode ser pedido o Relatório de Controle Ambiental – RCA, esse documento fornece a caracterização do empreendimento a ser licenciado, deve conter a descrição do empreendimento, do processo de produção, das emissões que serão geradas, dos ruídos e dos resíduos sólidos. Essa etapa é muito importante sem ela o empreendimento não pode seguir seu planejamento e as empresas envolvidas ficam impedidas de obter o financiamento pelos bancos públicos.

Licença de Instalação (LI): Nessa etapa é solicitada do órgão que expediu a licença prévia uma licença para instalação. Essa concessão permite que a construção do empreendimento seja iniciada junto com a instalação de equipamentos, porém a execução do projeto desse ser fiel ao apresentado na hora da obtenção da licença prévia, caso contrário, qualquer alteração na planta ou nos equipamentos a serem utilizados deve ser formalmente enviada ao órgão que expediu a licença para avaliação.

Licença de Operação (LO): Essa parte autoriza o funcionamento do empreendimento, ela pode ser solicitada depois que empresa responsável pelo projeto obtiver as licenças anteriores, provando que a mesma obedeceu às medidas de controle ambiental condicionantes das licenças anteriores.

Passos para obtenção das Licenças Ambientais

Há diversos passos a serem observados quando se é solicitada as licenças citadas acima (NOGUEIRA, 2008). As licenças que citamos não são as únicas que o CONAMA editou em sua resolução, porém são as mais importantes, dentre os passos a serem seguidos temos:

- Identificação da licença ambiental a ser requerida;
- Identificação do órgão a quem solicitar a licença;
- Solicitação de requerimento e cadastro industrial disponibilizado pelo órgão que concederá a licença;
- Coleta de dados e documentos que são exigidos de acordo com o tamanho da empresa, sua tipologia e a fase de licenciamento;
- Preenchimento de cadastro de atividade industrial, que é o documento que fornece informações sobre a empresa, tais como: sua atividade, o produto fabricado, efluentes gerados, destino de resíduos e produtos estocados, levantamento das plantas e descrição dos processos;
- Requerimento da licença;
- Publicação da abertura de processo, nessa fase o empreendedor faz a divulgação em mídia local e depois um ofício junto ao órgão que concederá a licença.

2.6. IMPACTOS DE USINAS EÓLICAS SOBRE AS AVES

O Brasil subiu sete posições, nos últimos dois anos, no ranking mundial de geração eólica: Em 2015, o país alcançou a 8ª posição. Também no ano passado, O Brasil registrou o primeiro lugar no ranking mundial em fator de capacidade (relação entre produção efetiva e a capacidade instalada) de geração eólica, com 38%. O país manteve a quarta posição no ranking mundial de potência instalada. Os dados são do Boletim de Energia Eólica Brasil e Mundo, produzido pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2016).

Entre os países analisados, o fator de capacidade do Brasil é de 60% superior ao indicador mundial. O destaque do fator de capacidade, que indica o aproveitamento do vento para gerar energia, é resultado do aumento significativo dos avanços tecnológicos em materiais e no pote das instalações, além da escolha de melhores sítios, o que permite melhor aproveitamento dos ventos.

No atual modelo institucional do setor elétrico brasileiro, 16,6 GW são de potência eólica contratada, dos quais 9,3 GW se encontram em operação, 3,4 GW em construção e 3,9 GW aptos para iniciar a construção (ANEEL, 2017). Para atingir os

24 GW em 2024, previstos no Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2024, ainda será necessário contratar 7,4 GW, no período de 2016 a 2021.

No mundo, a Dinamarca apresenta a maior produção de geração eólica em relação à sua geração total, com expressivos 44,6%. Na sequência estão Irlanda (24,8%), Portugal (21,7%) e Espanha (18,2%), dados do MMA – Ministério do Meio Ambiente.

Em 2015, o Rio grande do Norte saiu na frente com a maior proporção na geração eólica brasileira, de 34,6%, seguido pelo Ceará (20,7%) e Bahia (18,5%). Destaque para o expressivo fator de capacidade do Estado da Bahia, com 42,9% (MME, 2016).

Por ocupar um lugar de destaque na geração eólica a nível mundial o país já toma cuidados para evitar um dos mais sensíveis impactos ambientais produzidos pelas hélices gigantes dos aerogeradores: a morte de pássaros.

A instalação desses equipamentos no país exige estudos de avifauna, mesmo com vento favorável, as hélices não podem ser colocadas em rotas migratória de aves. Os Estados Unidos, segundo no ranking atrás apenas da china, não tomaram o mesmo cuidado e agora vêem as pás como ameaça a um dos seus principais símbolos, a imponente águia dourada americana.

O Vice-Presidente da Associação Brasileira das Empresas de Energia renovável, Engenheiro José Matheus, explica que o Brasil teve sua entrada no mercado mundial eólico recentemente, sendo assim o país incorporou as tecnologias mais modernas para evitar impactos ambientais de maior gravidade (ABEER, 2011).

Segundo a ABEER, as pás dos parques eólicos brasileiros têm grandes dimensões, mas o giro é lento e elas são percebidas pelos animais voadores. Os pássaros naquilo que não conseguem ver. Além disso, as empresas brasileiras adotam torres de sustentação compactas de aço ou concreto, sem pontos de apoio para a construção de ninhos.

As usinas se concentram no litoral do Nordeste, estados da região Sul como Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, além de recentemente estarem migrando para o interior, principalmente no Nordeste do Brasil. Em visitas feitas pelos engenheiros da ABEER foi constatado que a maioria das centrais brasileiras não há sequer um caso de acidente com aves. Esse tema já levantou muitas discussões no governo brasileiro. Em vários leilões o assunto tem vindo a tona. Um estudo da Universidade Federal do Pará mostrou que o impacto para aves é baixo. Desde a instalação das primeiras turbinas eólicas em Fernando de Noronha que apresentaram problemas com a morte de aves devido a sua estrutura sem em treliça, esse tipo de estrutura é um fator agravante, já que propicia locais para criação de ninhos de aves além de apresentar menor visibilidade que torres tubulares (WINDPOWER, 2012).

Assim todos os projetos desenvolvidos desde então no país não tem apresentado impactos ambientais sobre aves, os mesmos impactos têm feito parte dos estudos de impactos ambientais que são realizados para o licenciamento ambiental concedido a iniciativa privada para exploração da geração eólica no país (ABEER, 2011).

2.7. IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS NA IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO

Recentemente estão circulando notícias, principalmente pela internet, de ações judiciais e queixas sobre a poluição sonora e visual, sobre desvalorização imobiliária das propriedades vizinhas do aerogeradores, alteração nos componentes geoambientais (água, solo, morfologia, topografia e paisagem), alteração dos fluxos das marés e até alegações mais extremas como a que atribui aos sons e vibrações dos aerogeradores impactos fisiológicos como taquicardia, náuseas e visão turva (PIOLI, 2010). Porém ao

invés de erguerem-se bandeiras contra implantação de parques eólicos, há de se exigir o estabelecimento de critérios técnicos que conduzam a diligências eficazes e conscientes para diminuir os inevitáveis impactos sobre o meio ambiente (PIOLI, 2010).

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa tem caráter exploratório, uma vez que, se propõe a analisar e descrever o um estudo a respeito da implantação de um parque eólico na costa do estado do Amapá, abordando seus impactos econômicos, sociais e ambientais. Segundo Lakatos e Marconi (2000), a etapa exploratória serve para saber em que estado atualmente se encontra o problema, que trabalhos já foram realizados com a mesma temática e quais são as opiniões existentes sobre o assunto. Nesse sentido, o estudo é composto por uma revisão de literatura; realizou-se uma revisão na literatura a fim de compreender as operações e os envolvidos no referido processo. Por meio de uma avaliação qualitativa dos trabalhos científicos e relatórios técnicos de instituições como: ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica, ABEER - Associação Brasileira de Empresas de Energias Renováveis, ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, entre outros, foi possível identificar cada uma das etapas constituintes do processo de instalação de parques eólicos no país, bem como, indicativos quanto as dificuldades enfrentadas.

4. RESULTADOS OBTIDOS

A energia eólica está em pleno desenvolvimento, com a pressão internacional sobre os impactos ambientais causados pelo uso do petróleo, usinas nucleares e desmatamento de florestas aliado ao consumo inconsequente de energia elétrica da sociedade moderna tem feito esse tipo de energia alternativa ganhar cada vez mais destaque em países que desejam variar sua matriz energética. O Brasil por ser um país com uma imensa capacidade de diversificação dessa matriz devido aos recursos naturais abundantes tem feito um esforço, embora que ainda seja pouco, se comparado a países que não possuem os mesmos recursos e mesmo assim tem em sua matriz uma participação maior desse tipo de energia como a China e Índia. O Brasil tem, atualmente, aproximadamente 7% de geração eólica em comparação com a matriz total, são 418 empreendimentos eólicos em operação, 153 em construção e

181 com construção ainda não iniciada (ANEEL, 2017), desta maneira, quando esses empreendimentos estiverem em operação a participação da energia eólica no país

umentará consideravelmente. Em 2014 o país atingiu a marca de 4º maior produtor de energias renováveis do mundo (MME, 2016).

Tudo isso leva a crer que a região Norte não ficará por muito tempo fora da mira de grandes empresas exploradoras desse tipo de energia renovável, dessa forma um estudo detalhado sobre os impactos causados por esses tipos de empreendimentos precisa ser levado em consideração, principalmente na parte social, para que não ocorra no Amapá o que ocorreu na região Nordeste, que viu cidades pequenas e pacatas se transformarem em redutos de prostituição, uso de drogas, além de ver os índices de criminalidade saltarem a partir da construção dos parques eólicos que foram ali implantados, não repetir os mesmos erros será de grande valia para toda a população amapaense.

Para que a inserção desta fonte de energia eólica na matriz energética no Norte e, em especial, no estado do Amapá, precisa respeitar os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Recomenda-se que sejam observados todos os processos relacionados às etapas de licenciamento ambiental (LL, LI e LO) e a elaboração do EIA/RIMA, levando em consideração as comunidades próximas ao empreendimento eólico a ser implantado. Alguns condicionantes devem ser executados na forma de um plano ou programa para minimizar ou compensar os impactos ocasionados pelos empreendimentos eólicos.

É preciso ainda antes da implantação que o poder público, as universidades e setores técnicos forneçam a capacitação profissional necessária para que essas empresas possam aproveitar a mão-de-obra local, perpetuando assim a geração de renda local. Para implantação de um parque eólico no Amapá necessitará de um estudo de solo detalhado, pois temos uma boa parte do solo amapaense argiloso o que dificulta na implantação das bases de sustentação da torre. Um ponto positivo para a implantação de um parque eólico no Amapá será a facilidade da logística pelo fato do estado ser banhado por rios em sua maior parte.

5. CONCLUSÃO

A energia eólica se configura como uma fonte limpa e renovável, de baixo impacto ambiental se comparada à uma hidrelétrica, termelétrica ou uma usina nuclear, sendo assim esse tipo de projeto se encaixaria no Amapá que apesar de ter uma grande parte do seu território com proteção ambiental seja ela Federal, estadual ou Municipal, apresenta sua costa fora das áreas de proteção e caso haja a confirmação da viabilidade, em termos de velocidade de vento necessária ao empreendimento eólico, o projeto será viável no

ponto de vista dos impactos ambientais. Deve-se levar em consideração que os estudos de impactos ambientais e produção do relatório de impactos ambientais a serem produzidos pelas empresas observem fielmente toda a fauna, flora do local a fim de que esse tipo de projeto cause o menor impacto possível, deve-se considerar ainda no plano de implantação o auxílio às comunidades que cercarão o projeto, tendo em vista que na sua grande maioria trabalha com agricultura familiar e pesca, o auxílio às cidades que no caso do Amapá é ainda mais crítico que no restante do país, pois não possuem estrutura de educação, saúde e segurança para receber uma obra desse porte. Caso tudo isso seja observado um empreendimento desse porte trará grandes consequências para o estado como geração de emprego e renda já que o estado depende quase que totalmente do poder público.

6. REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica. Dados de Produção Mundial de Energia Eólica. Disponível em: www.portalabeeolica.org.br. Acesso em: 8 de Jan. 2017.

ABEER - Associação Brasileira de Empresas de Energias Renováveis. Impactos Ambientais de Turbinas em Aves. Disponível em: www.abeer.com.br/impactos-ambientais-aves. Acesso em: 12 de Fev. 2017.

Adwen, Adwen and LM Wind Power partner to present the longest blade in the world, 2017. Disponível em <http://www.adwenoffshore.com/adwen-and-lm-wind-power-partner-to-present-the-longest-blade-in-the-world-2/> Acessado em 05 de Abr. 2017.

Adwen, 8 MW PLATAFORM, 2017. Disponível em <http://www.adwenoffshore.com/products-services/products/8-mw-turbines/>. Acessado em 05 de Abr. 2017.

ALMEIDA, LALO – Impactos de Belo Monte. Disponível em: www.laloalmeida.com.br/pt. Acesso em: 10 de Fev. 2017.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica – Matriz Energética em 2017. Disponível em: www.aneel.gov.br. Acesso em: 1 de Out. 2016.

Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2008. Disponível em: www.aneel.gov.br. Acesso em: 1 de Out. 2016.

BIG – Banco de Informações de geração em 2017. Disponível em: www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm. Acesso em: 28 de Jan. 2017.

Comercialização de Energia Eólica. Disponível em: www.aneel.gov.br/comercializacao-eolica. Acesso em: 05 de Dez. 2016.

Programa de incentivo às fontes alternativas. Disponível em: www.aneel.gov.br/proinfra. Acesso em: 4 de Out. 2016.

BRANCO, Nuno Castelo. Respiratory epithelia in Wistar rats after 48 hours of continuous exposure to low frequency noise. Porto. Vol 5. Revista Portuguesa de Pneumologia. f 473- 479. 2006.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Leilões de Energia Eólica. Disponível em: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/inicio?_afLoop=238217594423899#%40%3F_afLoop%3D238217594423899%26_adf.ctrl-state%3Dwbhjeiu60_4. Acesso em: 22 de Dez. 2016.

CARVALHO, P.; MONTENEGRO, F. Tecnologia eólica no ensino de engenharia elétrica. VIII Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, 2003.

CARVALHAIS, Pedro Manuel Almeida. Interferências de Parques Eólicos Sobre a Transmissão de TV. 2008. 38 f. Dissertação de Mestrado – Universidade do Porto. Porto, 2008.

CASA DOS VENTOS. Parque Eólicos Implantados em Pernambuco Até 2016. Disponível em: www.casadosventos.com.br. Acesso em: 13 de Nov. 2016.

CEPEL. Novas Energias Renováveis. Disponível em: www.cepel.br/linhas-de-pesquisa/novas-energias-renovaveis.htm. Acesso em: 12 de Dez. 2016.

COSTA, Jânio Soares da. O Potencial de Energia Eólica no Amapá Para Atendimento a Comunidades Isoladas. 2006. 85 f. Trabalho de especialização – Universidade Federal do Pará, Belém. 2006.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito, 2008.

Atlas Eólico. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em: 21 de Out. 2016.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito, Tipos de aerogeradores para geração de energia elétrica, 2008. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=231> Acesso em: 05 de Abr. 2017

Geração Eólica por Estado. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em: 21 de Out. 2016.

CUSTÓDIO, Ronaldo dos Santos. Energia Eólica: Para Produção de Energia Elétrica. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.

DALMAZ, Alessandro. Energia Eólica para Geração de Eletricidade e a Importância da Previsão. Revista ABCM – Engenharia, 2008.

ELETROVENTO. Turbina Eólica de Pequeno Porte. Disponível em: <www.eletrovento.com.br/produto/categoria/energia-eolica/>. Acesso em: 11 de Fev. 2017.

ELETROBRAS CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Energia Eólica. Disponível em: <www.cepel.br/linhas-de-pesquisa/menu/energia-eolica.htm>. Acesso em: 3 de Dez. 2016.

EPE - Empresa de pesquisa energética, Plano Nacional de Energia. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pne/forms/empreendimento.aspx>>. Acesso em: 21 de Dez. 2016.

Evolução da Energia Eólica. Energia Eólica no mundo. Disponível em: <www.evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/energia-eolica-no-mundo/>. Acesso em: 2 de Jan. 2017.

FARIAS, Talden Queiroz. Evolução Histórica da Legislação Ambiental. In: Âmbito jurídico, Rio Grande, X, n. 39. Mar. 2007.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTAL. Comunicado Técnico N° 2 – Utilização da Energia Eólica no estado de Minas Gerais; Aspectos Técnicos e Meio

Ambiente. 2013. Disponível em: <http://www.feam.br/mudancas-climaticas/publicacoes>>. Acesso em: 10 de Fev. 2013.

GAMESA. Instalações de Turbinas Eólicas. Disponível em: <http://www.gamesacorp.com/en/>>. Acesso em: 14 de Fev. 2017.

GETTYIMAGES. Imagens de Turbina Eólica de Eixo horizontal. Disponível em: <http://www.gettyimages.pt/detail/foto/large-wind-farm-fotografia-de-tock/615206728>>. Acesso em: 17 de Jan. 2017.

GWEC – Global Wind Energy Council – Capacidade de Energia Eólica Instalada no Mundo, 2015. Disponível em: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-2015-Report_April-2016_22_04.pdf>. Acesso em: 12 de Fev. 2017.

GONÇALVES, M.SALLES, J., PIZOLATTO, N. Implantação de uma Usina Eólica – Avaliação Estratégica e Análise da Viabilidade operacional e econômica do projeto. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA. Rio de Janeiro.

GTREI, GLOBAL TRENDS IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENT 2016. FrankfurtSchool. Disponível em http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsrenewableenergyinvestment2016lowres_0.pdf>. Acessado em 24/02/2017.

HALLIDAY, David. Gravitação Ondas e Termodinâmica. Ed LTC. Rio de Janeiro. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010. Disponível em www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 de Fev. 2017.

INDUSTRIA HOJE, O que é um gerador eólico, 2014. Disponível em <http://www.industriahoje.com.br/o-que-e-um-gerador-eolico>>. Acessado em: 05 de Abr. 2017.

JACOBSON, M. Z., MASTERS, G. M. Exploiting Wind Versus Coal Science 293. August, 2005.

KALDELLIS, John. The Wind Energy Evolution. 2011. Disponível em: www.elsevier.com/locate/renene>. Acesso em: 14 de Fev. 2017.

LACERDA, Kallil Rocha, Projeto do sistema motriz de veículo do tipo Fórmula

SAE Elétrico, Brasília: UnB, 2015. Disponível em:

<https://fga.unb.br/articles/0001/0372/TCC_Kallil_VERSAO_de_entrega.pdf> Acesso em: 05 de Abr. 2017.

LOUREIRO, Mario. Motores Elétricos, 2011. Disponível em:

<<http://www.marioloureiro.net/tecnica/electrif/motores.pdf>>. Acesso em: 28 de Mar.

2017.

MIGRAINE, M. V. *Eoliennes, sons et infrasons: effets de l'eolienindustrielsurlasantedeshommes*, 2004. Disponível em: <http://docs.wind-watch.org/villey-migraine_eoliennesinfrasons.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

MINHO, Universidade do Minho, Constituição de uma turbina eólica horizontal (TEH). Disponível em <<http://microeolica.weebly.com/constituiccedilatildeo-de-uma-teh.html>>. Acessado em 03/03/2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Tipos de Licenças Ambientais. 2016. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acessado em 21/12/2016.

MME - Ministério de Minas e Energia. Ranking Mundial de Produção de Energia Eólica. 2016. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: 1 de Nov. 2016.

NOGUEIRA, Sandro D'Amato. Resumo de Direito Ambiental, Leme/SP. BH Editora. 2008.

PARDAL, Tatiana. Ruído ocupacional, 2013. Disponível em: <<http://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/4003/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%202012%20v8.pdf>>. Acesso em: 26 de Mar. 2017.

PE, Portal Energia – Energias renováveis, Arquitectura e Estrutura de um Aerogerador Moderno. Disponível em <<http://www.portal-energia.com/arquitectura-e-estrutura-de-um-aerogerador-moderno/>>. Acesso em: 23 de Mar. 2017.

PIERPONT, Nina. A síndrome da Turbina Eólica, 2009.

Disponível em: <<http://www.windturbinesyndrome.com/img/Italian-final-6-6-10.pdf>>.

Acesso em: 26 de Mar. 2017.

PIOLI, Marília B. A energia eólica e os impactos ambientais. 2010. Disponível em:

<www.ambienteenergia.com.br/index.php/2010/a-energia-eolica>. Acesso em: 2 de

Fev. 2017.

RAMOS, Felipe e SEIDLER, Nelson - Estudo da Energia Eólica para Aproveitamento em Pequenos Empreendimentos, 2011. Disponível em:

<www.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_013/artigos/artigos_vivencias_13/n13_13.pdf>. Acesso em 26 de Mar. 2017.

REIS, Mônica Magalhães. Sistema Eólico de Pequeno Porte para Interligação a Rede Elétrica. Fortaleza. 2008.

VECCHIA, Rodnei: O Meio Ambiente e as Energias Renováveis. Ed. Manole. São Paulo. 2009.

RICOSTI, J. F. C. Inserção de energia eólica no sistema hidrotérmico brasileiro. São Paulo, 2011. 211 fls. Dissertação de Mestrado, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, 2011.

SDS – Secretaria Defesa Social de Pernambuco – Índices Criminais 2016. Disponível em: <www.sds.pe.gov.br>. Acesso em: 10 de Fev. 2017.

SEMA – Atlas das áreas protegidas do Amapá, publicado em 2012 – Disponível em : <www.sema.ap.gov.br>. Acesso em: 15 de Fev. 2017.

SENADO FEDERAL DO BRASIL – Código das Águas. 2016 – Disponível em:

<www.senado.gov.br>. Acesso em: 05 de Fev. 2017.

SETEC – Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, 2009 – Eletrificação com Sistema Híbrido da Vila de Sucuriçu – AP. Disponível em: <www.setec.ap.gov.br/sucuriçu>. Acesso em: 10 de Fev. 2017.

Silentwind, Aerogerador Silentwind 12V, 2017. Disponível em

<http://www.silentwindgenerator.com/pt/aerogerador-silentwind/aerogerador-12v>>.

Acesso em: 05 de Abr. 2017.

SORVENIGO, Matheus Hobold. Impactos dos Aerogeradores Sobre a Avifauna no Brasil. 2009, 52 f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

WIND ENERGY. *Wind Energy The Facts*. 2012. Disponível em: <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/environment/chapter-2-environmental-impacts/onshore-impacts.html>>. Acesso em: 20 out. 2012.

ZAVATTINI, J.A. *As Chuvas e as Massas de Ar*. Ed UNESP. São Paulo. 2009.

AUTORES

Matheus Homobomo Neris Brito: Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

John Ewerton Frazão da Silva: Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). E-mail: johnewerton24@gmail.com.

Felipe Monteiro: Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atua como Professor do Magistério Superior no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). E-mail: felipe.monteiro@unifap.br

Messias Dias da Silva: Especialista em Engenharia da Produção pela UNINTER-PR. Atua como Técnico de Laboratório no Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). E-mail: dsmessias7@gmail.com.

Capítulo 7

PROPOSTA DE REDUÇÃO DAS CONTAS DE ENERGIA ELÉTRICA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CAESA EM MACAPÁ

DOI: 10.29327/555021.1-7

Gustavo Dias Lobato
Felipe Monteiro

PROPOSTA DE REDUÇÃO DAS CONTAS DE ENERGIA ELÉTRICA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CAESA EM MACAPÁ

Gustavo Dias Lobato

Felipe Monteiro

RESUMO

O presente artigo aborda a ficção de fã (Fanfiction) como gênero do discurso repleto de polifonia e dialogismo à luz da Análise do Discurso e da teoria de Bakhtin (1997). Para isso, estudou-se a questão da autoria das ficções de fã, que, por sua vez, são produções colaborativas entre escritor e o leitor-fã como um coautor da obra. Também se analisa a Fanfiction a partir das relações de forças sociais existentes na construção da sua mensagem que confirma, complementa e/ou refuta aspectos de discursos anteriores. As características desse gênero discursivo eminentemente digital são descritas tendo em vista que, muitas delas, foram herdadas dos folhetins publicados em jornais do Século XIX, sendo atualizadas para os dias atuais como corroboram Pinheiro (2014) e Silveira (2018). Para expor a dinâmica e a linguagem do gênero, são analisadas duas Fanfics (abreviação de Fanfiction) inspiradas nos contos “Felicidade Clandestina”, de Clarice Lispector e “Negrinha”, de Monteiro Lobato, encontrados em um site voltado para a publicação de fic’s (abreviação de Fanfiction). Ademais, buscou-se afirmar a relevância da ficção de fã ao ser inserida nas práticas didáticas de leitura e escrita, de maneira a aprimorar as habilidades linguísticas e literárias dos alunos. O desperdício energético, a falta de controle no consumo mensal e cobranças elevadas na fatura de energia elétrica, ainda é uma realidade de algumas empresas. O estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Água Metropolitana, onde seu objetivo é desenvolver propostas de adequação e redução das faturas de energia nas duas unidades consumidoras existentes. O presente trabalho é um estudo de caso, descritivo, de abordagem quantitativa e de natureza aplicada. A pesquisa possui cinco etapas principais: sendo a 1ª revisão bibliográfica e pré-projeto de pesquisa, a 2ª visitas técnicas, 3ª relatórios de memória de massa e faturas de energia elétrica, 4ª análise dos relatórios e faturas de energia referentes à etapa anterior, e 5ª o orçamento quantitativo fornecido por duas empresas privadas. Na análise das modalidades tarifárias, através das simulações, verificou-se que as duas unidades já estão na modalidade mais adequada para o perfil de consumo. Na análise do fator de potência,

verificou-se que há defasagem para as duas unidades, foi calculado a correção do fator de potência, que possibilitou a determinação dos bancos de capacitores apropriados para corrigir a defasagem de acordo com o fator de potência de referência definido pela ANEEL, e a aquisição dos orçamentos.

Palavras-chave: Energia elétrica. Modalidades Tarifárias. Fator de Potência. Bancos de Capacitores.

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade atual não é possível imaginar as pessoas vivendo sem os benefícios da energia elétrica, ela passou a ser essencial para o cotidiano do ser humano, pois está presente em praticamente tudo que é usado pelo homem, desde o objeto eletrônico utilizado em casa, automóveis, iluminação, equipamentos e ferramentas de trabalho, até a internet necessita da mesma. Para Haddad *et al.* (2010), a energia elétrica tornou-se fundamental para a sociedade atual, pois o conforto e o bem-estar adquiridos através da mesma tornaram-se imprescindíveis.

No ano de 2019 a diretoria da CAESA apresentou um balanço comercial, onde mostra que o percentual arrecadado em reais de tudo que foi faturado durante todo o ano não chegou a 50%, mais precisamente foi 49,4% em todo o estado do Amapá, por isso a mesma encontra dificuldades em organizar as contas e arcar com todos os seus gastos, se tornando evidente a redução de custos em diversos setores. A proposta de redução das faturas de energia das duas unidades consumidoras pode vir a ser uma alternativa para reduzir os gastos desnecessários e aliviar a situação financeira.

Portanto, de que forma se pode eliminar ou reduzir gastos excedentes na fatura de energia e contribuir para um consumo mais eficiente da energia elétrica? O presente estudo visa trazer propostas para responder tais questões.

Assim, o objetivo primário é, desenvolver propostas de adequação e redução das faturas de energia elétrica da Companhia de Água e Esgoto do Amapá em duas unidades consumidoras no município de Macapá-AP. Em seguida, os objetivos secundários são: analisar as faturas de energia das UC'S (unidades consumidoras) referente ao período de 01/2019 a 08/2020, a fim de constatar os excessos de demanda e de excedente reativo; simular a mudança de modalidade tarifária para cada unidade, verificando se haverá diminuição no valor da fatura; analisar os parâmetros de Potência e Fator de Potência, dos meses 11/2019, 12/2019, 01/2020 e 02/2020, através dos Relatórios de Memória de

Massa; calcular a correção do fator de potência e determinar o banco de capacitores apropriado para cada unidade; e solicitar orçamentos de bancos de capacitores com empresas especializadas, a fim de eliminar as multas por excedentes de reativos da fatura de energia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO AMAPÁ

A Companhia de Água e Esgoto de Amapá, inscrita no CNPJ (MF) nº 05.976.311/0001-04, Inscrição Estadual nº 03.008674-0, tendo como acionista o Governo do Estado do Amapá, com 99,9% das ações, foi criada pelo decreto lei federal nº 490, de 04.03.1969, publicado no Diário Oficial da União nº 001905-2 em 05.03.1969. A natureza jurídica da Companhia é de Sociedade de Economia Mista, constituída com integralização de capital social por Atos da Assembleia Geral, realizada em 24 de abril de 1973, e tem por finalidade coordenar o planejamento, executar e explorar os serviços públicos de saneamento, sendo responsável pela captação, tratamento e distribuição de água e coleta de esgoto sanitário.

2.2 BANCO DE CAPACITORES

Duailibe (2000) aponta que a instalação do banco de capacitor visando corrigir o fator de potência, é a ferramenta com o melhor retorno financeiro e técnico. O Manual para Correção do Fator de Potência - Weg (2009), diz que a instalação de capacitores tem sido usada com frequência pelas empresas que visam racionalizar o consumo de energia de seus equipamentos, principalmente nas áreas de projetos, manutenção e finanças. Com o objetivo de otimizar a energia elétrica produzida no Brasil, a ANEEL através da Resolução Normativa nº 414/2010, definiu que o fator de potência mínimo deve ser de 0,92 como já visto anteriormente

O Manual para Correção do Fator de Potência - Weg (2009) recomenda que, os estágios devem ser divididos de no máximo 25 kVAr (380/440V) ou 15 kVAr (220V) por estágio do controlador, exceto que um dos estágios deve conter metade da potência reativa do estágio de maior potência, possibilitando assim propiciar o ajuste fino do fator de potência.

2.3 HORÁRIOS DE TARIFICAÇÃO

As formas de tarifação são diferenciadas ao longo de um dia, ocorre uma divisão em horas para sua aplicação, é o chamado posto tarifário. De acordo com a RN (Resolução Normativa) nº 414/2010, é dividido da seguinte forma para os consumidores: **posto horário ponta** é o período formado por três horas diárias consecutivas estabelecidas pela concessionária conforme a curva de carga do seu sistema elétrico, e aprovado pela ANEEL para toda a área de concessão ou permissão, excluindo-se os dias de sábado, domingo e feriados. A CEA (Companhia de Eletricidade do Amapá) definiu que, das 19h às 22h é o horário ponta; **posto horário intermediário** é o período de horas conjugadas ao horário de ponta, aplicado exclusivamente as unidades consumidoras que optem pela Tarifa Branca. Podendo variar de uma hora à uma hora e meia antes e depois do horário de ponta; e **posto horário fora de ponta** é o período restante de vinte e uma horas do dia, assim como a totalidade dos sábados, domingos e feriados.

2.4 MODALIDADES TARIFÁRIAS

Seguindo os critérios do Art. 57 da RN nº 414/2020, onde está escrito que as unidades consumidoras do grupo A devem ser enquadradas conforme alguns critérios, no parágrafo 1º, inciso II, diz que a unidade deve ser enquadrada na modalidade Azul ou Verde, segundo a escolha do consumidor, aquelas com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou maior que 300 kW, que é o caso das duas unidades consumidoras deste trabalho.

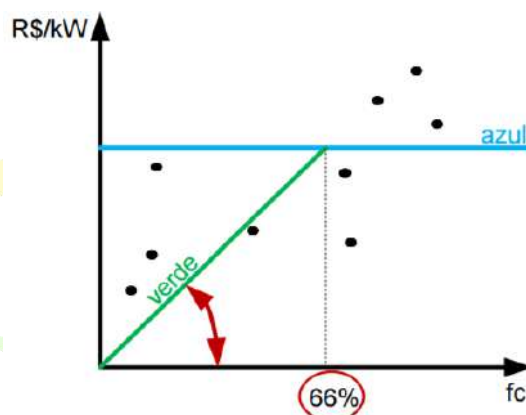
2.4.1 Modalidade Tarifária Verde x Modalidade Tarifária Azul

Através dos valores das tarifas das modalidades Verde e Azul disponibilizada pela CEA em seu site, percebe-se que há diferenças nos valores das tarifas, essas variações nos preços das tarifas irão definir a melhor modalidade para cada unidade consumidora, que será visto no capítulo 4 desta pesquisa. O consumidor deve monitorar seu perfil de consumo, observando a relação entre a energia consumida na ponta e o pico de demanda medida na ponta. Essa relação é definida pela RN nº 414/2010 como o Fator de Carga (FC), que varia de 0 a 1, é definido como a razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado, como se vê na fórmula:

$$FC = \frac{\text{Demanda média}}{\text{Demanda máxima}} \quad (11)$$

A ANEEL define um ponto de cruzamento de $FC = 0,66$ entre as modalidades Azul e Verde, onde um fator de carga elevado é mais adequado para a modalidade Azul e um mais baixo favorece a Verde, como mostra a Figura 4 abaixo:

Figura 1 - Retas tarifárias em relação ao Fator de Carga



Fonte: ANEEL (2016a).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de um estudo de caso, descritivo, de abordagem quantitativa e de natureza aplicada, segundo Gil (2009).

O estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Água Metropolitana localizada na rua Odilardo Silva, no bairro do Trem, pertencente a Companhia de Água e Esgoto do Amapá no período de janeiro a setembro de 2020.

O trabalho foi dividido em 5 etapas para melhor desenvolvimento da pesquisa conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas para desenvolvimento da pesquisa

Etapas da pesquisa	
1	Revisão bibliográfica e pré-projeto de pesquisa
2	Visitas técnicas
3	Relatórios de memória de massa e faturas de energia elétrica
4	Análise dos relatórios e faturas de energia
5	Orçamento quantitativo

Fonte: Elaborado pelo autor

A etapa 1 se deu pela revisão bibliográfica sobre o tema abordado através de artigos, livros e monografias e elaboração do pré-projeto de pesquisa o qual foi qualificado e aprovado.

Na etapa 2 foram realizadas visitas técnicas, acompanhadas pelo profissional responsável, na Estação de Tratamento de Água Metropolitana para observação das instalações elétricas e do funcionamento operacional das motobombas.

A etapa 3 ocorreu através da solicitação junto a CEA dos relatórios de memória de massa de novembro de 2019 a fevereiro de 2020, e faturas de energia elétrica do período de janeiro de 2019 a agosto de 2020, também se obteve no site da CEA o documento que traz os custos das categorias de consumo e impostos nas faturas de energia, onde na classificação das modalidades tarifárias se é detectado que a UC 41193-0 está inscrita na modalidade Horossazonal Verde e a UC 41202-3 está inscrita na modalidade Horossazonal Azul.

Na etapa 4 ocorreu a análise dos relatórios e das faturas referentes a etapa anterior, onde foram realizadas comparações das modalidades tarifárias cabíveis para as duas unidades, a fim de verificar qual modalidade traz um custo menor na fatura de energia para cada uma. A comparação apontará se a UC 41193-0 deve permanecer na modalidade Verde ou se deve mudar para a Azul, assim apontará também se a UC 41202-3 deve permanecer na categoria Azul ou mudar para a Verde, e também o cálculo da correção do fator de potência para a solicitação da compra dos bancos de capacitores para eliminar a cobrança de excedentes por reativo na fatura.

E por fim, a etapa 5 se caracterizou pelo orçamento quantitativo dos bancos de capacitores realizados por duas empresas privadas especializadas.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão expostos os resultados e análises obtidos apresentados em três momentos: apresentação dos dados de consumo, demanda e excedentes, análise das modalidades tarifárias e análise dos excedentes de reativos.

4.1 APRESENTAÇÃO DOS DADOS DE CONSUMO, DEMANDA E EXCEDENTES

Com o intuito de verificar a composição das faturas de energia elétrica das duas unidades consumidoras, sendo o consumo em kWh, demanda em kW, excedente de

reativos em kWh (horários de pontas e fora de ponta), foram elaborados quadros para análise mensal com as informações sendo extraídas de cada fatura em cada mês. O período analisado foi de janeiro de 2019 a agosto de 2020, totalizando vinte meses.

Os quadros foram feitos separadamente para as unidades. Assim, para a UC 41193-0 que atualmente está inscrita na modalidade tarifária Horossazonal Verde, observa-se que no Quadro 3, por exemplo, os valores das demandas se repetem em todos os meses, neste caso o valor de 300 kW representa a demanda contratada junto à concessionária para essa unidade, pois como foi visto na Figura 6, na fatura da CEA não há informação da demanda medida no mês.

Quadro 1 - Consumo, demanda e excedentes de reativos mensal – UC 41193-0

Mês	Demanda (kW)	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora Ponta (kWh)	Consumo total (kWh)	Energia Reativa Excedente Ponta (kWh)	Energia Reativa Excedente Fora Ponta (kWh)
01/2019	300	9.360	91.440	100.800	2.880	16.560
02/2019	300	10.080	77.760	87.840	2.160	16.560
03/2019	300	9.360	108.000	117.360	2.160	19.440
04/2019	300	10.080	100.800	110.880	2.160	17.280
05/2019	300	11.520	111.600	123.120	2.160	18.000
06/2019	300	7.920	93.600	101.520	2.160	18.000
07/2019	300	11.520	106.560	118.080	2.880	18.720
08/2019	300	10.800	105.840	116.640	2.160	18.000
09/2019	300	10.080	92.160	102.240	2.880	18.800
10/2019	300	11.520	110.160	121.680	2.160	18.000
11/2019	300	7.920	84.240	92.160	1.440	15.120
12/2019	300	10.800	115.920	126.720	2.880	19.440
01/2020	300	12.240	127.440	139.680	2.880	20.880
02/2020	300	10.080	97.920	108.000	2.160	18.000
03/2020	300	11.520	109.440	120.960	2.880	19.440
04/2020	300	11.520	110.880	122.400	2.160	19.440
05/2020	300	10.080	112.320	122.400	2.160	19.440
06/2020	300	10.800	116.640	127.440	2.880	18.720
07/2020	300	13.680	137.520	151.200	2.160	18.720
08/2020	300	2.880	29.520	32.400	720	3.600

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que as tarifas dos componentes de excedentes de reativos se repetem, tanto no horário ponta como no fora ponta no mesmo mês.

Então, o Quadro 5 apresenta os valores em reais de cada componente da fatura, bem como o somatório final da fatura. A contribuição mensal de iluminação pública foi incluída neste quadro.

Quadro 2 - Valores em reais dos componentes de consumo, demanda e excedentes de reativos mensal e total – UC 41193-0

Mês	Demanda (R\$)	Consumo na Ponta (R\$)	Consumo Fora Ponta (R\$)	Energia Reativa Excedente Ponta (R\$)	Energia Reativa Excedente Fora Ponta (R\$)	Contribuição Iluminação Pública (R\$)	Valor Total (R\$)
01/2019	7.229,55	15.439,84	26.292,56	553,78	3.184,27	48,70	54.257,14
02/2019	7.174,32	16.500,48	22.188,27	412,16	3.159,94	48,70	50.766,56
03/2019	7.097,50	15.157,81	30.486,99	407,75	3.669,78	48,70	56.868,53
04/2019	7.090,35	16.307,36	28.425,90	407,34	3.258,74	48,70	56.943,24
05/2019	6.240,96	18.086,71	35.034,81	435,95	3.632,95	48,70	65.181,98
06/2019	6.287,03	12.467,03	28.618,20	442,08	3.684,06	48,70	51.547,10
07/2019	6.254,05	18.254,56	34.406,30	586,35	3.811,33	48,70	63.361,29
08/2019	6.268,14	17.472,76	37.392,21	440,75	3.672,99	48,70	65.295,55
09/2019	6.325,95	16.474,76	33.009,86	593,09	3.706,86	48,70	60.159,22
10/2019	6.268,14	18.295,69	35.648,87	440,75	3.672,99	48,70	64.375,14
11/2019	6.386,77	13.079,58	30.568,75	298,73	3.136,76	48,70	53.519,29
12/2019	6.083,44	16.364,13	33.048,56	531,79	3.589,61	48,70	60.152,90
01/2020	6.092,52	18.573,71	36.387,17	532,58	3.861,27	48,70	65.495,95
02/2020	6.145,25	15.258,56	26.550,81	402,89	3.357,48	48,70	51.763,69
03/2020	6.154,52	17.464,65	29.719,19	538,00	3.631,54	48,70	57.738,61
04/2020	6.154,52	17.464,65	30.110,24	403,50	3.631,54	48,70	57.813,15
05/2020	6.154,52	15.281,57	30.501,28	403,50	3.631,54	48,70	56.021,11
06/2020	6.103,14	16.236,45	31.410,10	533,51	3.467,86	48,70	57.799,76
07/2020	6.099,34	20.553,36	37.009,79	399,88	3.465,70	48,70	67.576,77
08/2020	6.111,52	4.335,65	7.960,36	133,56	667,81	48,70	19.257,60

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analogamente, têm-se os quadros da UC 41202-3, que atualmente está inscrita na modalidade tarifária Horossazonal Azul.

Quadro 3 - Consumo, demanda e excedentes de reativos mensal – UC 41202-3

Mês	Consumo Ponta (kWh)	Consumo Fora Ponta (kWh)	Consumo total (kWh)	Demanda Ponta (kW)	Demanda Fora Ponta (kW)	Energia Reativa Excedente Ponta (kWh)	Energia Reativa Excedente Fora Ponta (kWh)
01/2019	67.200	691.200	758.400	1344	1440	-	-
02/2019	67.200	537.600	604.800	1344	1440	9.600	19.200
03/2019	57.600	729.600	787.200	1344	1440	-	19.200
04/2019	76.800	729.600	806.400	1344	1440	-	9.600
05/2019	76.800	806.400	883.200	1344	1440	-	19.200
06/2019	67.200	739.200	806.400	1344	1440	-	9.600
07/2019	86.400	787.200	873.600	1344	1440	-	19.200
08/2019	67.200	691.200	758.400	1344	1440	9.600	-
09/2019	57.600	566.400	624.000	1344	1440	-	-

10/2019	76.800	700.800	777.600	1344	1440	-	19.200
11/2019	48.000	614.400	662.400	1344	1440	-	28.800
12/2019	67.200	691.200	758.400	1344	1440	-	9.600
01/2020	67.200	700.800	768.000	1344	1440	9.600	28.800
02/2020	67.200	604.800	672.000	1344	1440	-	19.200
03/2020	67.200	681.600	748.800	1344	1440	-	19.200
04/2020	57.600	652.800	710.400	1344	1440	-	19.200
05/2020	57.600	633.600	691.200	1344	1440	-	9.600
06/2020	67.200	643.200	710.400	1344	1440	9.600	9.600
07/2020	76.800	691.200	768.000	1344	1440	-	19.200
08/2020	57.600	691.200	748.800	1344	1440	-	19.200

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se pelo Quadro 7 que há dois valores de demanda contratada, uma para o horário ponta e outra pro fora ponta, isto se deve pelo fato desta UC estar na modalidade Horossazonal Azul, diferentemente da outra UC, que faz parte da modalidade Horossazonal Verde.

E por fim, o Quadro 9, que mostra os valores em reais, como já visto no Quadro 4 da outra unidade. Neste Quadro 9 foi não possível a alocação de mais uma coluna, mas há também a cobrança de Contribuição de Iluminação Pública no valor de R\$ 48,70.

Quadro 4 - Valores em reais dos componentes de consumo, demanda excedentes de reativos mensal e total – UC 41202-3

Mês	Consumo Ponta (R\$)	Consumo Fora Ponta (R\$)	Demanda Ponta (R\$)	Demanda Fora Ponta (R\$)	Energia Reativa Excedente Ponta (R\$)	Energia Reativa Excedente Fora Ponta (R\$)	Valor Total (R\$)
01/2019	26.472,96	198.746,95	81.660,92	34.701,88	-	-	350.178,35
02/2019	26.270,69	153.400,39	81.037,01	34.436,75	1.831,85	3.663,70	308.804,50
03/2019	22.276,62	205.956,59	80.169,30	34.068,02	-	3.624,48	346.143,71
04/2019	29.672,21	205.749,38	80.088,54	34.033,70	-	1.810,41	359.946,61
05/2019	33.515,36	253.154,76	73.658,81	29.956,62	-	3.875,15	403.435,58
06/2019	28.914,34	226.010,40	74.321,62	30.177,78	-	1.964,83	361.437,67
07/2019	38.599,37	254.172,71	73.931,73	30.019,47	-	3.909,06	400.681,04
08/2019	32.083,90	244.194,04	74.098,29	30.087,11	1.958,92	-	382.479,96
09/2019	27.848,10	202.873,15	74.781,10	30.364,60	-	-	335.916,25
10/2019	34.387,81	226.785,88	74.098,29	30.087,11	-	3.917,85	369.325,64
11/2019	23.460,76	222.951,62	75.548,09	30.656,52	-	5.974,79	358.640,48
12/2019	26.061,36	197.059,73	73.333,35	20.200,54	-	1.772,64	327.476,32
01/2020	26.100,21	200.095,21	73.442,78	29.244,11	1.775,29	5.325,89	336.032,19
02/2020	25.194,08	163.990,31	74.078,45	29.497,23	-	0,00	292.808,77
03/2020	25.232,05	185.093,25	74.190,12	29.541,69	-	0,00	314.287,82
04/2020	21.627,47	177.272,40	74.190,12	29.541,69	-	0,00	302.680,38
05/2020	21.627,47	172.058,51	74.190,12	29.541,69	-	1.793,35	299.259,84
06/2020	25.021,44	173.207,97	73.570,87	29.295,11	1.778,39	1.778,39	304.700,87

07/2020	28.578,12	186.017,81	73.525,04	29.276,87	-	3.554,57	321.001,11
08/2020	21.476,33	186.388,99	73.671,79	29.335,30	-	3.561,65	314.482,76

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 ANÁLISE DAS MODALIDADES TARIFÁRIAS

Como visto no capítulo 3 deste trabalho, as duas unidades consumidoras possuem a tensão nominal de 13,8 kV, sendo pertencentes ao grupo A, alta tensão, subgrupo A4 (de 2,3 a 25 kV). Com as informações de valores das tarifas em cada modalidade tarifária, é possível realizar simulações para se chegar à conclusão de qual modalidade apresenta o melhor custo-benefício para cada unidade. Os Quadros 11 e 12 abaixo mostram os valores das tarifas das duas categorias.

Quadro 5 - Tarifas aplicadas da modalidade Horossazonal Azul

Tarifas de Alta Tensão/ Média Tensão – Estrutura Horossazonal Azul				
A4 (2,3 a 25 kV)	CONSUMO		DEMANDA	
	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
	0,40314	0,28647	44,04	16,69

Fonte: Adaptado de CEA (2020).

Quadro 6 - Tarifas aplicadas da modalidade Horossazonal Verde

Tarifas de Alta Tensão/ Média Tensão – Estrutura Horossazonal Verde				
A4 (2,3 a 25 kV)	CONSUMO		DEMANDA	
	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
	1,47486	0,28647	16,69	16,69

Fonte: Adaptado de CEA (2020).

As simulações são feitas através de planilha elaborada, onde é utilizado o valor das tarifas conforme descrito nos quadros 11 e 12, dos componentes de consumo e demanda, e multiplicado pelo valor medido dos mesmos que está informado na fatura de energia, assim é possível fazer o comparativo de qual modalidade apresenta o menor custo para as unidades.

4.2.1 Determinação da melhor modalidade para o perfil de consumo de cada unidade consumidora

Para o consumidor escolher entre a modalidade tarifária Verde ou a Azul, é necessário atentar para alguns pontos importantes, que farão grande diferença no valor final da fatura, pois cada perfil de consumo se adequa melhor a determinada modalidade. As tabelas formuladas abaixo apresentam os comparativos citados, através delas será possível ver o melhor custo para cada unidade. Contudo, ressalta-se que os valores finais dos comparativos são aproximados ao valor real da fatura quando a simulação for feita para a categoria em que a referida UC já está inscrita, pois as tarifas constantes no documento da CEA e aqui utilizados são informadas sem tributos, o que posteriormente diferencia na fatura. Deve-se observar que os componentes de Energia Reativa Ponta e Energia Reativa Fora Ponta foram incluídos para que o valor final do comparativo fique mais próximo do valor real da fatura, mas estes não têm influência direta no comparativo entre as modalidades. O que de fato contribui para a análise é o consumo e a demanda, nem mesmos os tributos de ICMS, PIS e COFINS possuem alguma influência sobre a análise, pois os mesmos não mudam de uma modalidade para outra.

Inicialmente serão demonstradas as simulações para a UC 41193-0 para o mês 08/2020.

Tabela 2 - Simulação na modalidade Azul no mês 08/2020 para a UC 41193-0

MODALIDADE HORASSAZONAL AZUL A4 - MÊS 08/2020			
COMPONENTE	MEDIDO	TARIFA	VALOR (R\$)
CONSUMO PONTA	2.880,00	0,40314	1.161,04
CONSUMO FORA PONTA	29.520,00	0,28647	8.456,59
DEMANDA PONTA	300,00	44,04	13.212,00
DEMANDA FORA PONTA	300,00	16,69	5.007,00
ENERGIA REAT. PONTA	720,00	0,184927	133,15
ENERGIA REAT. FORA PONTA	3.600,00	0,184927	665,74
TOTAL			28.635,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Simulação na modalidade Verde no mês 08/2020 para a UC 41193-0

MODALIDADE HORASSAZONAL VERDE A4 - MÊS 08/2020			
COMPONENTE	MEDIDO	TARIFA	VALOR (R\$)
CONSUMO PONTA	2.880,00	1,47486	4.247,57
CONSUMO FORA PONTA	29.520,00	0,28647	8.456,59
DEMANDA	300,00	16,69	5007,00
ENERGIA REAT. PONTA	720,00	0,184927	133,15
ENERGIA REAT. FORA PONTA	3.600,00	0,184927	665,74

TOTAL	18.510,05
-------	-----------

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como visto na Tabela 2, na Azul o valor pago seria R\$ 28.635,52 no mês 08/2020, enquanto que na Verde o valor pago seria R\$ 18.510,05 como mostra a Tabela 3. Para o referido mês a diferença de valores foi considerável, sendo ela de R\$ 10.125,45.

Partindo agora para a UC 41202-3, as comparações de modalidades tarifárias foram feitas no mês 08/2020 conforme mostram as Tabelas abaixo:

Tabela 4 - Simulação na modalidade Azul no mês 08/2020 para a UC 41202-3

MODALIDADE HORASSAZONAL AZUL A4 - MÊS 08/2020			
COMPONENTE	MEDIDO	TARIFA	VALOR
CONSUMO PONTA	57.600,00	0,40314	23.220,86
CONSUMO FORA PONTA	691.200,00	0,28647	198.008,06
DEMANDA PONTA	1.344,00	44,04	59.189,76
DEMANDA FORA PONTA	1.440,00	16,69	24.033,60
ENERGIA REAT. FORA PONTA	19.200,00	0,185503	3.561,66
TOTAL			308.013,94

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Simulação na modalidade Verde no mês 08/2020 para a UC 41202-3

MODALIDADE HORASSAZONAL VERDE A4 - MÊS 08/2020			
COMPONENTE	MEDIDO	TARIFA	VALOR
CONSUMO PONTA	57.600,00	1,47486	84.951,94
CONSUMO FORA PONTA	691.200,00	0,28647	198.008,06
DEMANDA	1.440,00	16,69	24.033,60
ENERGIA REAT. FORA PONTA	19.200,00	0,185503	3.561,66
TOTAL			310.555,26

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pela Tabela 10, o valor pago na modalidade Azul seria de R\$ 308.013,94 e pela Tabela 11, vê-se que o valor pago na Verde seria de R\$ 310.555,26, com uma diferença entre as duas no valor de R\$ 2.541,31 sendo a categoria Azul com o menor custo.

Após os resultados obtidos pela comparação das duas modalidades tarifárias, percebe-se que tanto a UC 41193-0 quanto a UC 41202-3 estão inscritas na modalidade correta, ou seja, na mais econômica para seu perfil de consumo, e não havendo, portanto, necessidade de solicitar a mudança de categoria para nenhuma, e para confirmar a análise, o cálculo do Fator de Carga (FC) médio dos meses 12/2019, 01/2020 e 02/2020 foi de 0,67, sustentando que já está na melhor modalidade. Na análise da UC 41202-3 com o

mês 08/2020 apontando que a modalidade Azul tem um custo menor que a Verde para esta unidade, e também o cálculo do Fator de Carga (FC) médio dos meses 11/2019, 01/2020 e 02/2020 que foi no valor de 0,80, confirmando assim que a UC também já está na modalidade tarifária adequada para o seu perfil de consumo. Contudo, ressalta-se que esta análise e acompanhamento de modalidade tarifária deve ser feita todo ano para as duas unidades, para poderem estar inscritas na modalidade que proporciona a maior economia, podendo assim evitar custos tarifários excessivos.

4.3 ANÁLISE DOS EXCEDENTES DE REATIVOS

Através do Quadro 5, verifica-se que o total pago com multas por excedentes de reativos da unidade 41193-0 foi de R\$ 47.730,80 no ano de 2019, e no ano de 2020 até o mês de agosto foram pagos um total de R\$ 29.062,16. Pelo Quadro 9, nota-se que o valor cobrado dessas multas da UC 41202-3 foi de R\$ 34.303,68 no ano de 2019, já no ano de 2020 o valor cobrado foi de R\$ 19.567,53.

Para a análise foram utilizadas as equações referentes a fator de potência e os dados da memória de massa, que registra os valores a cada quinze minutos. Nesta análise, foi utilizado como parâmetro para a UC 41193-0 o relatório de memória de massa do mês 01/2020, da mesma forma para a unidade 41202-3.

Com o intuito de eliminar ou reduzir de forma considerável os gastos excedentes descritos acima, foi sugerido a aquisição de bancos de capacitores.

4.3.1 Correção do fator de potência

Para o cálculo da correção do fator de potência foi analisado seu comportamento em todo o mês 01/2020 através da memória de massa.

Aqui será demonstrado o passo a passo para se obter a referida correção. Para a demonstração foram utilizados os dados da memória de massa da unidade 41193-0 e também através de planilha elaborada. Inicialmente, se determinou um valor qualquer de SetPoint acima de 0,92 que é o mínimo definido pela ANEEL. O SetPoint é um valor indicado a fim de que o fator de potência o alcance. O valor escolhido foi 0,95.

O equacionamento se deu da seguinte forma:

No dia 01/01/20 às 01:45h, o relatório registrou um fator de potência no valor de 0,77. Então se calcula o valor a ser inserido para que o FP alcance o valor do SetPoint, que se dá pela fórmula:

$$\text{KVAr banco} = Q - \sqrt{\left(\frac{P}{\text{SetP}}\right)^2 - P^2} \quad (13)$$

onde,

P – Potência ativa, medida em kW;

Q – Potência reativa, medida em kVAr.

SetP – Valor de SetPoint definido em 0,95.

Substituindo os valores das potências e do SetPoint em (13), tem-se

$$\text{KVAr banco} = 182,30 - \sqrt{\left(\frac{219,46}{0,95}\right)^2 - 219,46^2}$$

$$\text{KVAr banco} = 110,17 \text{ kVAr}$$

Então 110,17 kVAr é o valor aproximado a ser inserido para que o FP alcance o SetPoint. Assim aproximando esse número decimal para um número de valor comercial do banco, define-se para 110,00, e aqui nomeado de Inserção Manual, que é o valor necessário para o fator de potência atingir o SetPoint. Após isso, a inserção manual entra na equação do fator de potência, como segue abaixo:

$$\text{FP cor} = \frac{S}{\sqrt{S^2 + (Q - \text{IM})^2}} \quad (14)$$

onde,

FP cor – Fator de potência corrigido;

IM – Inserção manual definido em 110.

Substituindo os valores das potências e de inserção manual em (14), tem-se

$$\text{FP cor} = \frac{219,46}{\sqrt{219,46^2 + (182,30 - 110)^2}}$$

$$\text{FP cor} = 0,95$$

Assim se chega ao valor esperado, concluindo-se que um estágio do banco de capacitores atende vários horários no dia, com o fator de potência sendo corrigido acima dos 0,92.

4.3.2 Determinação dos bancos de capacitores

Para o dimensionamento dos bancos de capacitores, foi escolhido um dia atípico para demonstrar a correção do fator de potência a cada uma hora, e a determinação do

banco apropriado. Como o relatório registra os dados a cada quinze minutos, calculou-se a média do FP e a média de sua correção a cada uma hora, assim obteve-se vinte e quatro valores de FP e FPcor em um dia. O dia escolhido foi 05/01/2020.

Primeiramente a demonstração para a UC 41193-0, como mostra o quadro 13:

Quadro 7 - Média a cada uma hora do FP e do FP corrigido da UC 41193-0

HORÁRIO	FATOR DE POTÊNCIA	FP CORRIGIDO
00:15h às 01:00h	0,75	0,94
01:15h às 02:00h	0,76	0,95
02:15h às 03:00h	0,76	0,95
03:15h às 04:00h	0,76	0,94
04:15h às 05:00h	0,76	0,94
05:15h às 06:00h	0,76	0,95
06:15h às 07:00h	0,76	0,95
07:15h às 08:00h	0,76	0,95
08:15h às 09:00h	0,76	0,95
09:15h às 10:00h	0,75	0,95
10:15h às 11:00h	0,75	0,95
11:15h às 12:00h	0,75	0,95
12:15h às 13:00h	0,75	0,95
13:15h às 14:00h	0,75	0,95
14:15h às 15:00h	0,76	0,95
15:15h às 16:00h	0,76	0,95
16:15h às 17:00h	0,75	0,95
17:15h às 18:00h	0,75	0,95
18:15h às 19:00h	0,75	0,95
19:15h às 20:00h	0,77	0,95
20:15h às 21:00h	0,76	0,94
21:15h às 22:00h	0,76	0,94
22:15h às 23:00h	0,76	0,94
23:15h às 00:00h	0,77	0,95

Fonte: Elaborado pelo autor.

O horário de análise se iniciou às 00:15h, e terminou às 00:00h do dia 06/01/2020. Como se pode ver, o fator de potência encontrava-se defasado e distante de 0,92.

Analogamente, pelo quadro 11 abaixo, têm-se as médias do fator de potência em cada hora e o cálculo de sua correção da UC 41202-3, também para o dia 05/01/2020, iniciando às 00:15h e finalizando às 00:00h do dia 06/01/2020.

Quadro 8 - Média a cada uma hora do FP e do FP corrigido da UC 41202-3

HORÁRIO	FATOR DE POTÊNCIA	FP CORRIGIDO
00:15h às 01:00h	0,88	0,95
01:15h às 02:00h	0,88	0,95
02:15h às 03:00h	0,88	0,95

03:15h às 04:00h	0,88	0,95
04:15h às 05:00h	0,88	0,95
05:15h às 06:00h	0,88	0,95
06:15h às 07:00h	0,87	0,95
07:15h às 08:00h	0,87	0,95
08:15h às 09:00h	0,87	0,95
09:15h às 10:00h	0,87	0,95
10:15h às 11:00h	0,87	0,95
11:15h às 12:00h	0,88	0,95
12:15h às 13:00h	0,88	0,95
13:15h às 14:00h	0,88	0,95
14:15h às 15:00h	0,88	0,95
15:15h às 16:00h	0,88	0,95
16:15h às 17:00h	0,88	0,95
17:15h às 18:00h	0,88	0,95
18:15h às 19:00h	0,88	0,95
19:15h às 20:00h	0,89	0,95
20:15h às 21:00h	0,89	0,95
21:15h às 22:00h	0,89	0,95
22:15h às 23:00h	0,89	0,95
23:15h às 00:00h	0,89	0,95

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outros dados importantes como, média de inserção manual, média de fator de potência e fator de potência corrigido no mês em análise, são apresentados na Tabela 16 para a UC 41193-0, como segue abaixo:

Tabela 6- Médias de FP, FP corrigido e inserção manual da UC 41193-0

MÊS 01/2020		
FATOR DE POTÊNCIA	FP CORRIGIDO	INSERÇÃO MANUAL
0,74	0,95	99,43 (kVAr)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, também se tem a Tabela 17 para a unidade 41202-3, como segue:

Tabela 7 - Médias de FP, FP corrigido e inserção manual da UC 41202-3

MÊS 01/2020		
FATOR DE POTÊNCIA	FP CORRIGIDO	INSERÇÃO MANUAL
0,88	0,95	203,69 (kVAr)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, para a UC 41193-0, percebe-se que a média de seu fator de potência é de 0,76 no dia 05 e de 0,74 no mês, uma defasagem de 0,16 e 0,18 respectivamente, em relação ao valor de referência de 0,92. Isso justifica o alto valor pago anualmente com as multas por excedentes de reativos apontados no capítulo 4.

Dito isso, para atender a devida correção do FP da unidade 41193-0, visto que a média da inserção manual no mês foi de 99,43 kVAr, o banco de capacitor deve ser superior ao valor da inserção manual, então o indicado seria um banco automático trifásico de 220 V de nove estágios, com módulos totalizados em 120 kVAr, sendo cinco estágios de 20 kVAr, um estágio de 10 kVAr, um de 5 kVAr e dois estágios de 2,5 kVAr.

Da mesma forma para a UC 41202-3, a média de seu fator de potência é de 0,88 no dia 05 assim como também no mês, ocasionando uma defasagem de 0,04 para o valor de 0,92. A diferença de defasagem é grande quando comparada a outra unidade, isso também justifica o valor menor pago mas também considerável de multas por excedentes de reativos. No ano de 2019, por exemplo, a diferença de valores pagos de multas entre as duas unidades foi de R\$ 13.427,12. Assim, para que a correção do fator de potência seja atendida na UC 41202-3, considerando que a média mensal da inserção manual é de 203,69 kVAr, logo é necessária a instalação de dois bancos de capacitores, com o primeiro sendo um banco fixo trifásico de 220 V de 100 kVAr, e o segundo um automático trifásico de 220 V de sete estágios, com módulos totalizados em 140 kVAr, sendo os sete estágios de 20 kVAr, assim, os dois bancos totalizam uma potência reativa de 240 kVAr.

4.3.3 Orçamentos para a compra dos equipamentos

Com a especificação determinada dos bancos de capacitores vista no tópico anterior, foi possível partir para a etapa que segue, que foi a de buscar com empresas especializadas os orçamentos para a compra dos equipamentos necessários para atender um dos objetivos deste trabalho. Normalmente essas empresas apresentam seus produtos nos seus sites próprios e outros meios de comunicação como o aplicativo de celular Whatsapp e email. No estado do Amapá, há poucas ou quase nenhuma empresa que trabalha com a venda e instalação de bancos, assim, as empresas consultadas que forneceram a cotação de preços são de fora do estado.

A cotação foi realizada durante os meses de novembro e dezembro de 2020, junto às empresas: SUPERLUZ Comércio e Serviços Ltda; e JS Quality Energy;

Assim, a tabela 18 abaixo mostra as características dos dois bancos:

Tabela 8 - Características dos bancos de capacitores

BANCO	POTÊNCIA (kVAr)	TENSÃO NOMINAL (V)	Nº ESTÁGIOS
1	120	220	9
2	240	220	Fixo
		220	7

Fonte: Elaborado pelo autor.

Então, a tabela 19 mostra o primeiro orçamento:

Tabela 9 - Orçamento quantitativo 1

BANCO	POTÊNCIA (kVAr)	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR FINAL (R\$)
1	120	1	37.160,60	37.160,60
2	240	1	45.073,17	45.073,17

Fonte: Elaborado pelo autor.

E a tabela 20 descreve o segundo orçamento:

Tabela 10 - Orçamento quantitativo 2

BANCO	POTÊNCIA (kVAr)	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR FINAL (R\$)
1	120	1	24.613,00	24.613,00
2	240	1	37.613,00	37.613,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os preços consultados com as empresas, percebe-se que o orçamento 2 apresenta o menor custo para os dois bancos de capacitores, chegando a um total de R\$ 62.226,00, porém não está incluso a montagem dos equipamentos no local. Já o orçamento 1 apesar de ser mais caro, nele está incluída a montagem pela empresa solicitada, o valor total dos bancos chega a R\$ 82.233,77. Ressalta-se que os dois fornecem todo o material necessário para a instalação dos bancos, e também garantia de dozes meses a contar da data de instalação dos equipamentos.

Destaca-se que qualquer um dos investimentos é viável para o longo prazo, considerando que no ano de 2019 o valor pago pela CAESA, de multas por excedentes de reativos chegou ao total de R\$ 82.034,48 das duas unidades conforme visto nos Quadros 5 e 9, somente este custo em média que a empresa deixaria de ter após a instalação dos bancos de capacitores, pagaria com sobras todos os insumos mostrados no orçamento 2, e praticamente pagaria todos os insumos descritos no orçamento 1 que já inclui a montagem, sendo que após o primeiro ano, a empresa pagaria todo o custo do investimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do referido trabalho, possibilitou analisar as faturas de energia com os custos de cada componente da mesma nas duas unidades consumidoras localizadas na Estação de Tratamento de Água Metropolitana, referentes ao período de 01/2019 a 08/2020, totalizando vinte faturas, bem como verificar o perfil de consumo em cada unidade, também possibilitou analisar o comportamento das demandas e do fator de potência através dos relatórios de memória de massa referentes ao período de 11/2019 a 02/2020, totalizando três relatórios pra cada unidade, sendo possível calcular a correção do fator de potência para determinar os bancos de capacitores apropriados, obtendo assim orçamentos para a compra dos equipamentos com empresas especializadas.

As modalidades tarifárias das estruturas Verde e Azul para o subgrupo A4 puderam ser comparadas a fim de detectar qual a melhor para cada unidade. No que se refere ao componente de “consumo”, as comparações simuladas levaram em consideração as tarifas de consumo das duas modalidades nos horários ponta e fora ponta multiplicados pelo consumo medido no mês, possibilitando assim comparar qual delas apresenta o menor custo. No que tange ao componente de “demanda”, da mesma forma se leva em consideração as tarifas definidas pela CEA e são multiplicadas pelo valor fixo da demanda contratada, também comparando o melhor custo. Dessa forma, se obteve o resultado, constando-se que não houve necessidade de mudança para nenhuma modalidade, sendo confirmado através dos cálculos do fator de carga médio. Normalmente, como já visto em outros trabalhos que tratam sobre eficiência energética, esta análise é feita de forma conjunta com a verificação da demanda contratada, porém, para o período de referência das faturas de energia neste trabalho, não houve ultrapassagens na demanda definida em contrato em nenhum dos meses, portanto, não sendo necessário entrar nessa parte.

O relatório de memória de massa traz os dados de demanda a cada quinze minutos, que nada mais é que a própria potência ativa, que dividida por quatro dá exatamente o valor do consumo em kWh. Outro conceito abordado foi o de fator de potência, que estava defasado nas duas unidades como visto no capítulo anterior, o cálculo de sua correção permitiu determinar os bancos de capacitores que possuem o objetivo de corrigir o fator de potência, e conseqüentemente eliminar os custos de multas por excedentes de reativos. Foi apresentado duas propostas de empresas de fora do estado do Amapá que vendem os

bancos, e como foi visto, a aquisição é viável ao longo prazo, o investimento na proposta mais cara que contempla a montagem se paga em um ano.

Para trabalhos futuros, sugere-se o estudo do impacto na qualidade dos serviços prestados pela CAESA, depois de tomadas as medidas sugeridas, o quanto que o consumidor foi beneficiado, como por exemplo, se houve menos falta de água durante o mês. Também se sugere um trabalho com propostas para planos de manutenção preventiva e preditiva, evitando que as bombas apresentem defeitos constantemente, assim reduzindo as perdas energéticas e conseqüentemente a parada no abastecimento de água para a população.

6. REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Nota Técnica 222. 2010. Brasília. 2016 a.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 414/2010. Direitos e Deveres dos Consumidores e Distribuidoras. 2010.

CAESA – Companhia de Água e Esgoto do Amapá. História da CAESA. 2019. Disponível em: <www.caesa.ap.gov.br>. Acessado em 20 de março de 2020.

CEA – Companhia de Eletricidade do Amapá. Residencial e Comercial. Evolução e Valores de Tarifas. Disponível em: <<https://cea.portal.ap.gov.br/conteudo/1091/residencial-e-comercial/evolucao-e-valores-de-tarifas>>. Acessado em 23 de setembro de 2020.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. LTC. Rio de Janeiro, 2014.

DUAILIBE, Paulo. Capacitores: Instalação e correção do fator de potência. São Paulo, 2000.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. Ed., São Paulo: Atlas, 2009.

HADDAD, J. et al. Estudo de racionalização do consumo de energia elétrica em sistemas de tratamento e abastecimento de água. In: Gomes, H. P. (Org), Sistemas de Saneamento – Eficiência Energética – João Pessoa: Editora Universitária/UFPB. 2010.

HADDAD, J. et al. Caso prático de eficiência energética em uma edificação pública: projeto, implementação e análise do resultado. In: Gomes, H. P. (Org), Sistemas de Saneamento – Eficiência Energética – João Pessoa: Editora Universitária/UFPB. 2010.

NISKIER, Julio. Instalações Elétricas. LTC. Rio de Janeiro. 2000.

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Manual de tarifação da energia elétrica. Rio de Janeiro, 2011.

SEAD – Secretaria de Estado da Administração. Diário Oficial do Estado do Amapá. Poder Executivo. Decretos. 2019. Disponível em: <<https://sead.portal.ap.gov.br/>>. Acessado em 23 de março de 2020.

WEG. Manual para Correção do Fator de Potência. 2009.

AUTORES

Gustavo Dias Lobato: Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). E-mail: gustavo-ap@hotmail.com

Felipe Monteiro: Doutor em Urbanismo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atua como Professor do Magistério Superior no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). E-mail: felipe.monteiro@unifap.br



Capítulo 8

APLICAÇÃO DO ALGORITMO RANDOM FOREST PARA ESTIMATIVA DO VOLUME EM FLORESTA OMBROFILA DENSA NO ESTADO DO AMAPÁ

DOI: 10.29327/555021.1-8

Rodrigo Galvão Teixeira de Souza
Anthoinny Vitória dos Santos Silva
Fabrício dos Santos Lobato
Vando da Costa Moraes
Jadson Coelho de Abreu

APLICAÇÃO DO ALGORITMO RANDOM FOREST PARA ESTIMATIVA DO VOLUME EM FLORESTA OMBROFILA DENSA NO ESTADO DO AMAPÁ

Rodrigo Galvão Teixeira de Souza

Anthoinny Vitória dos Santos Silva

Fabício dos Santos Lobato

Vando da Costa Moraes

Jadson Coelho de Abreu

RESUMO

Algumas metodologias utilizadas para estimativa de volume de árvores, por apresentar uma baixa flexibilidade e rigidez, podem apresentar erros de subestimação ou superestimação no ajuste, deste modo o objetivo do trabalho foi testar uma nova metodologia para estimativa volumétrica de árvores individuais em florestas nativas. O volume do fuste foi obtido adotando-se a metodologia combinada de Smalian e Hohenald. Foi utilizado 100% dos dados para ajuste do modelo de Schumacher-Hall (1933), 70% para treinamento do algoritmo *Random forest* e 30% para validação das metodologias. Para comparar a acuracidade das estimativas foi utilizado o coeficiente de correlação ($r_{y\hat{y}}$) entre os volumes observados e estimados, raiz quadrada do erro quadrático médio quadrático (RMSE) e análise gráfica dos resíduos. Nos 30% de dados de validação, o algoritmo (RF) apresentou resultados satisfatórios com correlação de 96,67%, raiz quadrada do erro médio quadrático de 0,4838 e uma melhor distribuição gráfica dos resíduos, já o modelo de Schumacher-Hall demonstrou as melhores estatísticas de teste com ($r_{y\hat{y}}$) de 98,24%, (RMSE) de 0,3511, lembrando que esse foi ajustado primeiramente a 100% dos dados, então mesmo o (RF) apresentando estatísticas um pouco menores na validação, ele pode ser muito bem empregado para estimativa de volume em florestas nativas e com uma quantidade de dados menor.

Palavras-chave: Aprendizado de máquina; Regressão; Volumetria.

ABSTRACT

Some methodologies used to estimate the volume of trees, due to their low flexibility and stiffness, may present errors of underestimation or overestimation in the

adjustment, this mode or objective of work was to test a new methodology for the volumetric evaluation of individuals in native trees. The volume of the shaft was obtained by adopting the combined methodology of Smalian and Hohenald. 100% of the data were used to adjust the Schumacher-Hall model (1933), 70% for training the Random forest algorithm and 30% for validating the methodologies. To compare the accuracy of the estimates, the correlation coefficient ($r_{y\hat{y}}$) was used between the observed and estimated volumes, the square root of the mean square error (RMSE) and graphical analysis of the residuals. In the 30% of validation data, the algorithm (RF) showed satisfactory results with a correlation of 96.67%, the square root of the mean square error of 0.4838 and better graphic distribution of waste, whereas the Schumacher-Hall model showed the best test statistics with ($r_{y\hat{y}}$) of 98.24%, (RMSE) of 0.3511, remembering that this was first adjusted to 100% of the data, then even the (RF) presenting statistics a little smaller in the validation it can be very well used to estimate volume in native forests and with a smaller amount of data.

Keywords: Machine Learning; Regression; Volumetry.

1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos recursos madeireiros e não madeireiros são provenientes de exploração florestal que não apresentam embasamentos científicos (SANTOS et al., 2013), dessa forma, pode acarretar um alto desequilíbrio para a vegetação remanescente. Atualmente observa-se uma alta preocupação em níveis mundiais por parte da comunidade científica e da sociedade em geral a respeito da biodiversidade do planeta, destarte a conscientização referida ao desenvolvimento sustentável é de suma importância para o crescimento socioeconômico e conservação da natureza (MACHADO et al., 2009).

Para utilizar os recursos florestais madeireiros de maneira sustentável é necessário a realização do inventario florestal que consiste na mensuração de variáveis dendrométricas, características morfofisiológicas das árvores e do bioma que estão localizadas (SANQUETTA et al., 2009). Uma das características importantes mensurados nos inventários florestais é a altura e o (DAP) diâmetro de 1,30 cm acima do peito, visto que essas, possuem grande correlação com o volume da madeira do fuste (CAMPOS et al., 2016).

Após a obtenção das variáveis altura e (DAP) geralmente várias metodologias como, fator de forma, quociente de forma, equações de volume, são aplicadas com o objetivo de prever volume de madeira (PEREIRA et al., 2016). Alguns modelos por

apresentar uma baixa flexibilidade e rigidez, podem apresentar erros de subestimação ou superestimação no ajuste, destarte a busca por inclusão de novos métodos, modelos ou algoritmos que estimem o volume ainda é imprescindível em virtude dos custos que essa fase representa ao inventário florestal, principalmente em florestas nativas, devido a heterogeneidade do ambiente (BINOTI et al., 2014).

Técnicas de aprendizado de máquinas (*Machine Learning-AM*) estão sendo buscadas cada vez mais pela comunidade de profissionais do setor florestal para serem utilizados no processamento de dados com o intuito de aumentar a precisão na predição e previsão de variáveis, e reduzir os custos (MONTAÑO, 2016), frente a alguns trabalhos (BINOTI et al., 2014; CUNHA NETO et al., 2021) nota-se que as predições estimadas por intermédio destes procedimentos podem ser superiores ao comparadas aos resultados de uma regressão clássica.

No estudo realizado por Breiman (2001) é constatado que o algoritmo (*Random Forest-RF*) pertencente ao ramo de (AM) é bastante flexível pois suas variáveis de entrada podem ser quantitativas ou qualitativas, produz bons resultados na maioria das vezes, mesmo sem o uso de hiperparâmetros e é empregado tanto para predição de variáveis quanto para classificações.

O algoritmo (RF) extrai e classifica as melhores características dos indivíduos de um grupo de observações visando obter uma maior precisão na predição da variável, seus resultados são semelhantes aos da regressão comum, porém, são obtidos por um método completamente diferente, podendo aproximar bem algumas predições e outras não. O algoritmo supervisionado (RF), inicialmente agrupa os dados de várias árvores de modelos treinadas, seguidamente para o teste, os dados de entradas são inseridos em todas as árvores geradas e o resultado final é a consolidação dos resultados de cada predição (BREIMAN, 2001; GENUER et al., 2010).

Partindo da hipótese que o algoritmo RF apresenta melhor desempenho para estimar o volume de árvores, o presente trabalho tem como objetivo comparar as predições obtidas pelo método da regressão clássica com as predições obtidas pelo algoritmo de aprendizado de máquinas (*random forest*) e demonstrar qual dos dois é mais viável para a estimativa volumétrica de árvores individuais em floresta nativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Base de dados

Os dados para este estudo são provenientes do inventário florestal do instituto estadual de florestas (IEF, 2017). O estudo foi desenvolvido na Floresta Estadual do Amapá, localizada na região central do Amapá, Amazônia, Brasil (01°15'52,01"N; 51°24'05,18"O). Consiste em uma área descontínua de 2.369.400 hectares distribuídos em quatro módulos de produção sendo formada por três principais tipologias florestais: florestas de terra firme de baixo platô (54,86%), florestas de terra firme densas submontanas (16,88%), e transição cerrado-floresta (10,55%).

Para o inventário de árvores vivas e caídas foi adotando o processo de amostragem estratificada em conglomerados. Foram utilizadas 30 unidades de amostra (conglomerados) distribuídas aleatoriamente nos três tipos de floresta acima descritos. O número de unidades de amostra é proporcional à área de cada tipo de floresta: 23, 4 e 3 em FTFBP, FTFSm, TCF, respectivamente. Cada unidade de amostra consiste em 5 unidades secundárias compostas de 4 tiras de 20 x 200 m (unidades terciárias) formando uma cruz alinhada nas quatro direções cardinais. Nas unidades terciárias, um total de 1264 árvores comerciais caídas com diâmetro na altura do peito (DAP, 1,30 m) \geq 10 cm foram medidas.

O volume do fuste foi obtido adotando-se a metodologia combinada de Smalian e Hohenald, onde o comprimento da base do tronco para o ramo mais baixo (HC = altura comercial) foi dividido em 10 seções de igual comprimento (LIMA et al., 2014).

Ajuste do modelo volumétrico

Com 100% da base de dados de volume, diâmetros e alturas comerciais foi ajustado pelo método dos mínimos quadrados o modelo de Schumacher e Hall (1933) (SH), em sua forma linearizada, dada por (Eq.1):

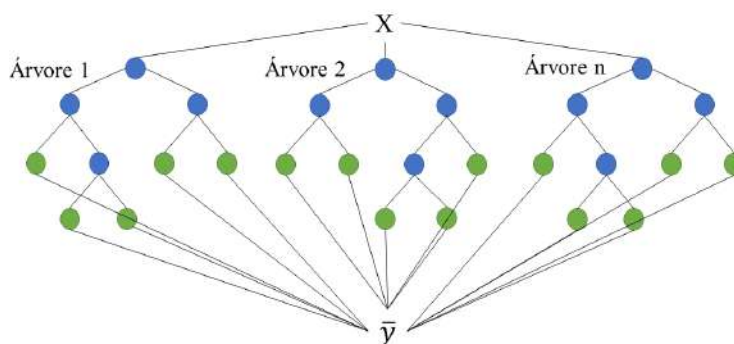
$$\ln Vol = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP + \beta_2 * \ln HC + \varepsilon \quad (\text{Eq.1})$$

Em que: \ln = logaritmo neperiano; Vol = volume comercial com casca, em m³; DAP = diâmetro com casca, em cm; HC = altura comercial, em m; β_0 a β_2 = parâmetros do modelo; ε = erro aleatório.

Treinamento do algoritmo (*Random Forest*)

O (RF) é constituído por várias árvores de regressão que possuem: nós de decisão: onde os dados caminham sofrendo cálculos de entropia; nós folha: onde se estabelecem modelos lineares para o ajuste dos dados, o resultado é a média do valor gerado nos nós folha (Breiman, 2001; Breiman *et al.*, 1984), (Figura 1). Para o treinamento do (RF) foi considerado como variáveis de entrada, o diâmetro (DAP) e altura comercial (HC), e como variável de saída, o volume dos fustes das árvores (VOL).

Figura 1. Arquitetura demonstrativa da floresta aleatória



Onde: x = variáveis de entrada (DAP) e (HC); pontos azuis = nós de decisão; pontos verdes = nós folha; \hat{y} = variável resposta (VOL)

Por meio do *software* R versão 3.4.4, utilizando o pacote *RandomForest*, foi treinado com 70% dos dados, de forma supervisionada, o algoritmo *Random Forest* (RF) possuindo o parâmetro fixo de 500 árvores de regressão (*Ntree*), esse, foi escolhido pela sua capacidade de representar regiões diversas dos dados, por meio de seu algoritmo de indução, também pelo fato de seu treinamento ser extremamente rápido (MONTAÑO, 2016).

Validação

Foi utilizado 30% restantes dos dados para validação da melhor configuração do (RF) e do modelo de Schumacher e Hall para volume. Todo o processamento e análise dos dados foram realizados utilizando o *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

Comparação das alternativas avaliadas

Para possibilitar a comparação dos resultados do modelo de Schumacher e Hall (1933) com o (RF) foram utilizados os seguintes critérios de avaliação, coeficiente de correlação ($r_{y\hat{y}}$) entre o volume observados e estimados (Eq.2), raiz quadrada do erro

quadrático médio quadrático (RMSE) (Eq.3) e análise gráfica dos resíduos (SILVA et al. 2009).

$$r_{yy} = \frac{\sum(y_i - \bar{y}) \cdot (y_{ii} - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(y_i - \bar{y})^2) \cdot (\sum(y_{ii} - \bar{y})^2)}} \quad (\text{Eq.2})$$

Em que: y_i = volume observado; y_{ii} = volume estimado; \bar{y} = média do volume

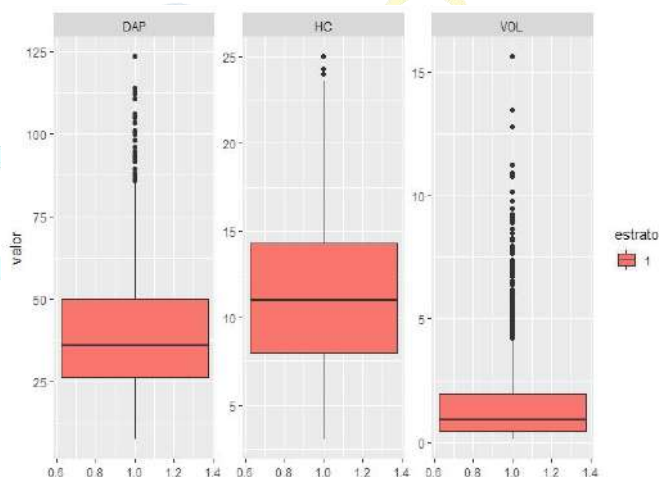
$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (\text{Eq.3})$$

Em que: \hat{y}_i = volume estimado; y_i = volume observado; n = número de observações

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o trabalho de Moram (2017) realizado na floresta Amazônica, observa-se uma intensa variação de microclimas, solo, relevo e precipitação em florestas nativas, e isso afeta de maneira direta na germinação e no desenvolvimento dos indivíduos arbóreos, deste modo, pode-se explicar a grande amplitude dos dados (figura 2).

Figura 2. Gráfico box-plot representativo das estatísticas descritivas da base de dados.



Em que: DAP = diâmetro a altura do peito; HC = altura comercial; VOL = volume

Após o ajuste do modelo de (SH), observou-se que todos os seus coeficientes ajustados foram altamente significativos ao nível de ($p < 0,01$) mostrando que existe uma relação probabilística entre as variáveis predictoras e resposta, e foi encontrado a seguinte equação (eq.4).

$$\ln Vol = 0,0001213 + 1,945 * \ln DAP + 0,8308 * \ln HF + \varepsilon \quad (\text{Eq.4})$$

Na Tabela 1 estão presentes os parâmetros estatísticos provenientes do treinamento e ajuste das duas metodologias testadas para a estimativa da variável dependente volume (VOL) em função das variáveis independentes diâmetro a altura do peito (DAP) e altura comercial (HC). Após analisar as estatísticas de precisão, observa-

se que o algoritmo (RF) se destacou, pois seu treinamento foi realizado com uma menor quantidade de dados e, apesar disso, ainda obteve o maior valor para a correlação entre os volumes estimados e observados e menor valor para a raiz quadrada do erro médio.

Tabela 1. Parâmetros de seleção do treinamento e ajuste.

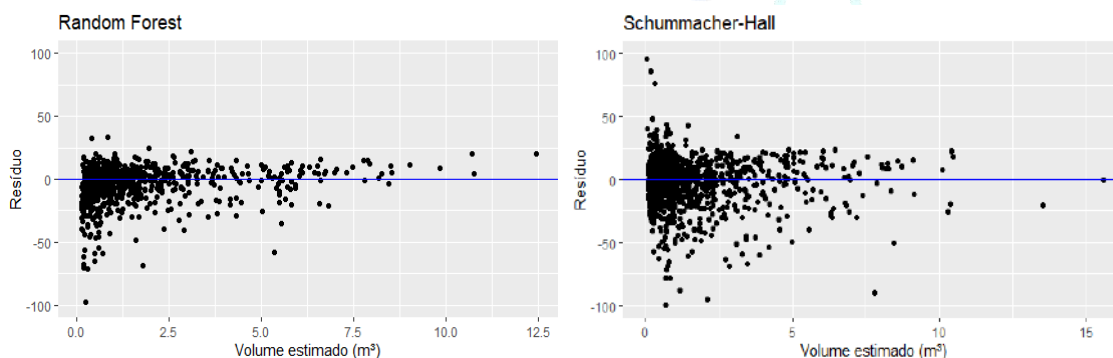
Método	Estatísticas comparativas	
	RMSE	COR
<i>Random Forest</i>	0,30167	0,98893
Schumacher-Hall	0,44312	0,97232

Em que: RMSE = raiz quadrada do erro médio; COR = correlação.

Segundo Silva et al. (2018) quando um modelo demonstra uma alta dispersão residual chegando a mostrar tendências é correto afirmar que o modelo está tendo dificuldade na estimativa, deste modo, ao observar o gráfico de dispersão dos resíduos na Figura 3, percebe-se que a nuvem de pontos residuais proveniente do ajuste do modelo de (SH) apresentou uma dispersão residual heterogênea, destarte as estimativas tendem a superestimação ou subestimação com maior frequência nesses pontos, ao considerar o resíduo proveniente da técnica de aprendizado de máquinas, observa-se que o algoritmo apresenta uma leve taxa subestimação nas classes de menores volumes entretanto ao se aproximar das classes de volumes maiores o resíduo tende a homogeneidade.

De acordo com (CAMPOS E LEITE, 2017) o processo de coleta de dados é responsável pela maior parte dos custos de um inventário florestal e a partir disso, deve-se considerar que mesmo sendo treinado com uma menor quantidade de dados o algoritmo apresentou ótimos resultados e demonstrou que não há necessidade de uma amostragem de dados relativamente grande para seu treinamento, isso otimiza o processo de inventário, reduzindo o tempo e os gastos.

Figura 3. Distribuição gráfica dos resíduos do treino e ajuste.



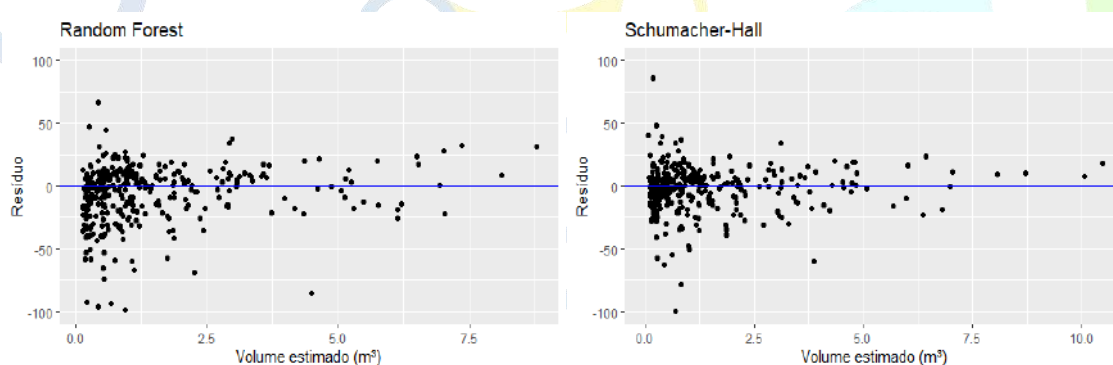
Ao analisar as métricas relacionadas a validação das técnicas, foi observado que as estatísticas avaliativas provenientes do algoritmo (RF) apresentaram uma sutil baixa (tabela 2), porém, mostrou uma distribuição residual com pontos críticos semelhantes e equilibrados ao modelo de (SH) (Figura 4), vale ressaltar que o (RF) foi treinado com uma porcentagem de dados relativamente menor, foi validado sobre uma base de dados desconhecida e obteve resultados satisfatórios, mostrando que não a necessidade de uma grande quantidade de dados para seu treino, isso ocasiona a otimização do inventário florestal reduzindo o tempo e os custos da amostragem.

Tabela 2. Parâmetros de seleção da validação.

Método	Estatísticas comparativas	
	RMSE	COR
<i>Random Forest</i>	0,48384	0,96671
Schumacher-Hall	0,35112	0,98244

Em que: RMSE = raiz quadrada do erro médio; COR = correlação.

Figura 4. Distribuição gráfica dos resíduos da validação.



Ao realizarem a modelagem da relação hipsométrica de árvores de *Pinus taeda* L. Costa-filho et al. (2019) identificaram que as predições obtidas por intermédio do algoritmo (RF) obtiveram métricas satisfatórias e em alguns casos, superiores aos modelos de regressão convencionais, na etapa de treinamento as métricas se mostraram altas, entretanto, após a validação houve uma leve redução no desempenho, resultados semelhantes aos do presente estudo.

Segundo Alpaydin (2020) para uma avaliação abrangente da capacidade de generalização de algoritmos de aprendizado de máquina deve ser realizado parametrizações e testes em um ou mais conjuntos de dados inéditos em relação aos dados utilizados no treino e validação, a partir disso, pode-se afirmar que o algoritmo (RF) poderá apresentar resultados mais acurados após a seleção de parâmetros ótimos para determinada base de dados.

Deve-se evidenciar que, este estudo apresenta-se como introdutório em relação a aplicação do (RF) para a estimativa do volume de florestas nativas, sugere-se a condução de trabalhos de parametrização e aplicação desta técnica em outros problemas do setor florestal, além disso o treinamento do algoritmo foi realizado com as mesmas variáveis usadas para ajuste do modelo de Schumacher e Hall, em um próximo estudo mais variáveis serão inseridas para esse treinamento, como espécie, solo, topografia e outras variáveis categóricas.

4. CONCLUSÃO

Mesmo sendo treinado com uma menor quantidade de dados e validado com dados inéditos, o algoritmo (RF) apresentou resultados satisfatórios com ($r_{y\hat{y}}$) de 96,67%, (RMSE) de 0,4838 e uma melhor distribuição gráfica dos resíduos, e pode ser utilizado com ênfase na estimativa do volume de árvores em floresta nativa.

O modelo de Schumacher-Hall demonstrou as melhores estatísticas de teste com ($r_{y\hat{y}}$) de 98,24%, (RMSE) de 0,3511 e mostrou uma distribuição gráfica dos resíduos semelhante à do (RF) entretanto, com uma maior amplitude. Lembrando que esse foi ajustado primeiramente a 100% dos dados e aplicado aos 30% dos dados de validação do RF.

5. REFERÊNCIAS

- Alpaydin, Ethem. Introduction to machine learning. MIT press, 2020. p.40.
- Binoti, M. L. M. D. S., Binoti, D. H. B., Leite, H. G., Garcia, S. L. R., Ferreira, M. Z., Rode, R., & Silva, A. A. L. D. Redes neurais artificiais para estimação do volume de árvores. *Revista Árvore*, 38(2), 283-288, 2014.
- Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R. e Stone, C. (1984). Classification and Regression Trees. Wads worthand Brooks, Monterey, CA.
- Breiman, L. Random forests. Machine learning, v.45n n.1, p:5-32, 2001.
- Campos, B. P. F., da Silva, G. F., Binoti, D. H. B., de Mendonça, A. R., & Leite, H. G. Predição da altura total de árvores em plantios de diferentes espécies por meio de redes neurais artificiais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(88), 375-385, 2016.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. Mensuração florestal: perguntas e respostas. atual. e ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. p.559.

Costa-filho, S. V. S. D., Arce, J. E., Montañó, R. N. R., & Pelissari, A. L. Configuração de algoritmos de aprendizado de máquina na modelagem florestal: um estudo de caso na modelagem da relação hipsométrica. *Ciência Florestal*, 29(4), 1501-1515, 2019.

Cunha Neto, E. M., Moura, M. M., Araujo, E. C. G., Santana, G. M., Dalla Corte, A. P., & Sanquetta, C. R. Aprendizado De Máquina E Regressão Linear Na Estimativa Do Volume De Eucalyptus Na Amazônia Oriental. *BIOFIX Scientific Journal*, 6(1), 08-14, 2021.

GENUER, R; Poggi, J.M; Tuleau-malot, C. Variable selection using random forests. *Pattern recognition letters*, v. 31, n. 14, p. 2225-2236, 2010.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DO AMAPÁ - IEF. Plano anual de outorga florestal do estado do Amapá – PAOF 2017. Macapá, AP: IEF, 2017. Disponível em: <https://ief.portal.ap.gov.br/dados.php?d=756&a=460>. Acesso em: 8 de Abril. 2019.

Lima, R. B., Aparício, P. S., Ferreira, R. L. C., Silva, W. C., Guedes, M. C., Oliveira, C. P., ... & Batista, A. P. B. Volumetria e classificação da capacidade produtiva para *Mora paraensis* (Ducke) no estuário amapaense. *Scientia Forestalis*, 42(101), 141-154, 2014.

Machado, S.A, Augustynczyk, A. L. D., Nascimento, R. G. M., Figura, M. A., da Silva, L. C. R., Miguel, E. P., & Téó, S. J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Scientia Agraria*, 10(2), 103-110, 2009.

Montañó, R. A. N. R. Aplicação de Técnicas de Aprendizado de Máquina na Mensuração Florestal. 102f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, 2016.

Moran, E. F. Meio ambiente & florestas (Vol. 11). Senac, 2017.

Pereira, A. R.S., Cordeiro, M. A., de Abreu, J. C., Santos, R. O., & Silva, J. N. M. Modelagem volumétrica para *Eucalyptus urograndis* no município de Porto Grande, Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, 6(4), 10-14, 2016.

R core team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014.

Santos, E. S., de Lima, R. B., da Silva Aparício, P., de Abreu, J. C., & Doff, E. Distribuição diamétrica para *Virola surinamensis* (Rol.) Warb na Floresta Estadual do Amapá-Flota/AP, 2013.

Silva, M. L. M.; Binoti, D. H. B.; Gleriani, J. M.; Leite, H. G. Ajuste do modelo de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de eucalipto. *Revista Árvore*, Curitiba, v. 33, n. 6, p. 1133-1139, 2009.

Silva, S. A.; Ferrari, L. S.; Moreira, D.; Lanssanova, L. R.; Ansolin, R. D.; Ciarnoschi, L. D.; Nakajima, N. Y. Funções de afilamento para *pinus elliottii* engelm proveniente de condução de regeneração natural. *BIOFIX Scientific Journal*, 3(1), 130-136, 2018.

AUTORES

Rodrigo Galvão Teixeira de Souza: Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Av. Presidente Vargas, CEP 68900-070, Macapá (AP), Brasil. rodrigossouza55@hotmail.com

Anthoinny Vitória dos Santos Silva: Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Av. Presidente Vargas, CEP 68900-070, Macapá (AP), Brasil. vittoria.sntsilva@gmail.com

Fabício dos Santos Lobato: Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Av. Presidente Vargas, CEP 68900-070, Macapá (AP), Brasil. fabriciosanlobato1996@gmail.com

Vando da Costa Moraes: Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Av. Presidente Vargas, CEP 68900-070, Macapá (AP), Brasil. vandomoraes020@gmail.com

Jadson Coelho de Abreu: Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Colegiado de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Av. Presidente Vargas, CEP 68900-070, Macapá (AP), Brasil. jadson.abreu@ueap.edu.br

Capítulo 9

REFLEXÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS TEMÁTICAS FÍSICO-NATURAIS PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

DOI: 10.29327/555021.1-9

Alexandre dos Santos Souza
Larissa Fernandes de Lavôr

REFLEXÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS TEMÁTICAS FÍSICO-NATURAIS PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Alexandre dos Santos Souza

Larissa Fernandes de Lavôr

RESUMO

A presente reflexão foi desenvolvida no decorrer da fundamentação de uma Tese de doutorado dedicada ao estudo de temáticas físico-naturais abordadas no ensino de Geografia. O trabalho busca contribuir com o ensino de temas fundamentais para o entendimento das particularidades que configuram o espaço geográfico, abordando conhecimentos necessários a toda a sociedade.

Palavras-chave: Geografia Física; Ciências da Terra; Educação Geográfica.

ABSTRACT

This reflection was developed during the foundation of a doctoral thesis dedicated to the study of physical-natural themes addressed in the teaching of Geography. The work seeks to contribute with the teaching of fundamental themes for the understanding of the particularities that configure the geographic space, addressing knowledge necessary for the whole Society.

Keywords: Physical Geography; Earth Sciences; Geographic Education.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento geográfico evoluiu com o passar dos tempos, permitindo compreender como os processos naturais e antrópicos influenciam de muitas maneiras o espaço geográfico. Nesse sentido, para o ensino de Geografia, a observância das temáticas físico-naturais desde o Ensino Básico é indispensável, pois abarca aspectos e fenômenos que muitas vezes são vivenciados pelo educando em seu cotidiano.

Partindo desse pressuposto, consideramos que o ensino dos conhecimentos extraídos das Ciências da Terra dentro do universo escolar deve romper com qualquer demanda que se limite às abordagens meramente descritivas, sem associação com a interdisciplinaridade, e que se restrinja à mera exposição e caracterização das paisagens

terrestres, sem aclarar e criar bases e possibilidades para uma aprendizagem significativa em que o alunado possa aplicar o conhecimento obtido do seu cotidiano.

No ensino de Geografia, o estudo das características físico-naturais das paisagens terrestres abarca todo o conjunto de áreas do conhecimento que compõem os sistemas terrestres (geosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera). Dessa forma, o estudo das propriedades e características físicas das paisagens deve ser considerado como relevante não apenas em âmbito acadêmico, mas também na Educação Básica, pois desde sempre a vida na Terra se desenvolveu sobre os elementos que com o passar dos tempos passaram a ser estudados por essas ciências. Tal constatação remete à celebre frase de Martonne (1964), quando afirma ser o relevo “palco do desenvolver da história”.

Nesta perspectiva, concordamos com Suertegaray (2004, p. 196), quando alerta para a necessidade de se observar os ambientes terrestres a partir de uma perspectiva da Geografia considerando “a relação natureza/sociedade”, sobretudo em virtude das condições de complexidades e resultados que tal relação produz, na medida em que tal processo “ao mesmo tempo em que transforma a natureza, transforma, também, a natureza humana”.

Portanto, é imprescindível promover, desde a Educação Básica, ambientes de diálogo sobre a importância de conhecimento ativo acerca de tal problemática. Para Morais (2011), os estudos relativos às temáticas físico-naturais no âmbito da Geografia têm sido desenvolvidos a partir de perspectivas teórico-metodológicas de análises dos geossistemas. Já no universo escolar, as abordagens têm buscado amparo em teorias críticas. A autora alerta para a necessidade de o ensino escolar possibilitar que o alunado aprenda a refletir sobre os aspectos físico-naturais do espaço geográfico no qual estão inseridos visando alcançar uma visão integrada sobre a relação sociedade-natureza.

Muitos trabalhos acadêmicos destacam o quanto é importante o estudo das temáticas físico-naturais que caracterizam a paisagem geográfica, a exemplo dos de Ab’Saber (2003), Bertrand (1978), Ross (1990, 2001, 2006) e Tricart (1977), reconhecidamente expoentes para trabalhos e pesquisas em Geografia Física. No entanto, na maioria dos casos, os trabalhos desenvolvidos por esses e outros autores e autoras ficam restritos ao universo acadêmico, e, quando alcançam os livros didáticos, são apresentados de forma pragmática, sem adaptação e transposição didática adequada ao nível escolar. Dessa forma, quando se pensa no ensino de Geografia, sobretudo aquela

direcionada aos discentes do Ensino Básico, é indiscutível a necessidade de inclusão de temáticas relacionadas à dinâmica dos elementos da natureza:

As bases teóricas, conceituais e metodológicas relacionadas à Geografia Física contribuem para a formação de indivíduos mais capazes de agir em um mundo onde os desafios ambientais se avolumam, tornam-se cada vez mais sérios e onde o despreparo para enfrentar os riscos provocados por eventos naturais extremos ameaça milhares de pessoas (AFONSO, 2015, p. 95).

Por isso, ressalta-se o papel da educação geográfica integrada às propostas interdisciplinares e metodologias ativas de ensino em que os conteúdos se distanciem de abordagens meramente descritivas dos aspectos físico-naturais do planeta. Nesse sentido, os materiais didáticos destinados à educação escolar devem nortear de maneira efetiva posicionamentos adequados do alunado frente ao uso e ocupação dos espaços terrestres e demais dinâmicas da Natureza.

Outra premissa relevante acerca dessa questão é posta por Suertegaray, Basso e Verдум (2000), quando recomendam que o ensino de Geografia Física esteja interligado ao conceito de lugar enquanto espaço de vivência e das relações sociedade-meio. Também é destacado por Santos (2011, p. 29), quando afirma que “o LUGAR se configura, ao mesmo tempo, como objeto de estudo, de problematização e investigação escolar, bem como de síntese, espaço promotor e possibilitador da produção de novos saberes e novas posturas”.

Destarte, como se poderia pensar o lugar, o espaço geográfico e as demais categorias de análise geográfica sem considerar as peculiaridades físico-naturais da paisagem terrestre? Por isso, defende-se que o ensino das temáticas inerentes às Ciências da Terra seja indissociável da educação geográfica e, assim, avigora-se a necessidade de estudos que contribuam para aprimorar os materiais didáticos, principalmente no que tange à qualidade dos conteúdos ensinados na escola.

É importante enfatizar o papel do livro didático no planejamento das aulas ministradas na Educação Básica, sendo este, conforme dito acima, em muitas situações, o recurso mais utilizado para transmissão dos conteúdos. Por isso, reforça-se a necessidade de os agentes envolvidos e interessados em tal problemática estarem atentos à forma de produção e organização dos conteúdos, de maneira que os livros selecionados sejam isentos de erros e sejam propositivos no sentido de permitir aprendizagem significativa.

Atento a essas questões, Souza (2015, p. 9) ressalta a importância das representações gráficas no ensino de temáticas relacionadas às Ciências da Terra. O autor investigou a qualidade das ilustrações usadas em livros didáticos produzidos no Brasil, Espanha, Itália e Portugal, para abordar conteúdos da Geologia, mais especificamente sobre a Dinâmica Interna da Terra, cujo resultado propõe uma série de práticas que podem ser seguidas no processo editorial de elaboração das ilustrações geológicas e para a sua utilização em contextos didáticos.

Seguindo essa linha, Souza e Furrier (2020), Souza e Furrier (2021) e Souza, Furrier e Lavor (2021) investigando os conteúdos e a qualidade das informações sobre Ciências da Terra em livros didáticos, ressaltaram a importância do ensino de temáticas físico-naturais no Ensino Básico, o que, de certa forma, provoca o interesse do direcionamento de outros trabalhos semelhantes no campo da Geologia, Pedologia e Geomorfologia.

2. A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO TEMPO GEOLÓGICO

O estudo da Geologia, considerada “uma ciência histórica”, pode ser realizado por meio da investigação de vestígios que possibilitem elucidar “a grandeza do Tempo Geológico” e o quanto eles podem ampliar o entendimento sobre a história da Terra (FAIRCHILD; TEIXEIRA; BABINSKI, 2009, p. 281). Essa possibilidade de compreensão de aspectos da história geológica da Terra é ressaltada por Pedrinaci e Berjilos (1994) como uma forma indispensável de entender o quanto o planeta é dinâmico e suscetível às variações ambientais.

É cada vez mais necessário entender as profundas mudanças que ocorreram e estão ocorrendo no planeta Terra, desde sua formação há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, e refletir sobre a relação dessas mudanças com a brevidade da existência humana e os impactos da ação antrópica na paisagem. No ambiente escolar, questões com o estudo do Tempo Geológico devem ter espaço garantido, pois é na escola que “os jovens constroem hipóteses e elaboram argumentos com base na seleção e na sistematização de dados, obtidos em fontes confiáveis e sólidas” (BRASIL, 2017a, p. 548).

Dito isto, lembramos que, quando os primeiros humanos surgiram na face do planeta Terra, uma longa série de eventos extremos e cataclísmicos já haviam se passado. A ciência tem comprovado, por meio de estudos criteriosos e detalhados (EICHER, 1969; EICHER; MCALESTER, 1980; FAUL, 1978; FAIRCHILD; TEIXEIRA; BABINSKI,

2009; GROTZINGER; JORDAN, 2013), que o mundo atual é resultado de fenômenos que durante bilhões de anos promoveram transformações extraordinárias na matéria que deu origem aos sistemas terrestres que sustentam a vida no planeta.

No entanto, quando os primeiros ancestrais pré-históricos surgiram na Terra, não havia a compreensão científica das causas e dos acontecimentos que culminaram na construção das paisagens do mundo em que viveram. Fenômenos como vulcanismos, terremotos, tempestades e secas extremas, entre outros, muitas vezes foram vistos como fenômenos sobrenaturais. Dessa forma, ao buscar o entendimento de tais fenômenos da natureza, o imaginário humano tendeu nos tempos remotos para formulação de explicações justificadas, muitas vezes, pelo viés de cunho religioso (MARQUES, 2007). Tal influência foi tão notória que Karl Ritter, importante sistematizador da Geografia do século XIX, foi considerado como um pesquisador condicionado à perspectiva religiosa (MORAES, 1988).

Tal problemática não foi comum apenas na Geografia. Na Geologia, por exemplo, o antagonismo entre a ciência e os dogmas místicos foi marcante, “cuja competição e cujos conflitos com a religião (em particular, com a Igreja católica) foram mais graves e violentos.” (CARVALHO, 2014, p. 5). O aspecto dogmático mostrou-se por um tempo tão relevante que, em 1650, o arcebispo irlandês James Ussher apresentou um estudo detalhando todas as gerações apresentadas pela Bíblia como sendo marcos de um tempo restrito de aproximadamente 5.520 anos, concluindo que a Criação havia se dado no dia 23 de outubro (domingo), do ano 4004 a.C. (FAIRCHILD; TEIXEIRA; BABINSKI, 2009).

Os paradigmas, pautados no entendimento do senso comum, sensorial e empírico, por muito tempo, fundamentaram crenças que consideravam o planeta Terra como resultado de uma obra concebida e regida pela força e vontade do Criador numa escala temporal (cronológica) incompatível com o já comprovado sistema dinâmico de profundas mudanças ocorridas no Tempo Geológico, e que se reorganizam por meio de forças da natureza que ainda hoje extrapolam o entendimento e a influência humana (FAIRCHILD; TEIXEIRA; BABINSKI, 2009).

Apesar das discussões e contradições entre as formas de se entender tais fenômenos, a relevância do estudo do Tempo Geológico é indiscutível, devendo estar presente não apenas no âmbito acadêmico-científico, mas, sem sombra de dúvidas, entre os conteúdos programáticos da Educação Básica, pois o entendimento dos eventos e

processos ligados ao desenvolvimento de formas de vida ao longo da história da Terra, bem como as alterações nos ambientes naturais e as extinções de formas de vida pretéritas, podem contribuir no entendimento das questões ambientais atuais e na mitigação de impactos que possam afetar a existência humana no presente e no futuro.

Nesta perspectiva, Toledo (2005) alerta para o cuidado na apresentação dos temas geocientíficos, de modo que eles não sejam abordados de forma desconexa, nem fragmentados a ponto de não corroborar a visão sistêmica do planeta Terra, inviabilizando a possibilidade de desenvolvimento de conhecimentos necessários para o pleno exercício das relações sociedade-natureza. Por tudo isso, torna-se fundamental que essa questão seja abordada com a devida importância já no ambiente escolar.

Uma concepção pioneira sobre a dimensão descomunal do Tempo Geológico foi apontada pelo naturalista escocês James Hutton. Os estudos de caráter geológico desenvolvidos por Hutton no fim do século XVIII romperam com o conceito criacionista de que a idade da Terra não ultrapassava os 6.000 anos, iniciando as observações que levaram posteriormente ao entendimento de uma escala de tempo em milhões de anos (FAIRCHILD; TEIXEIRA; BABINSKI, 2009).

No que tange ao ensino do Tempo Geológico no âmbito do ensino de Geografia na Educação Básica, é importante observar se no livro didático a abordagem desse conteúdo é realizada superficialmente, sem enfatizar a importância dos fatos ocorridos no decorrer do Tempo Geológico, e a importância de compreender as causas e consequências dos eventos pretéritos e atuais ocorridos no planeta e que resultaram na configuração dos sistemas e nas paisagens terrestres.

Ainda sobre esta questão, Bonito et al. (2011) ressaltam que a imensidão do tempo em que transcorrem os processos geológicos está completamente fora do tempo da experiência vivenciada pela sociedade humana. Sendo assim, é imprescindível que, no ambiente escolar, os atores, materiais e meios disponíveis para o ensino dessa temática sejam facilitadores capazes de estabelecer elos entre as escalas de tempo pretérito, presente e futuro.

Para tanto, é necessário promover tal conhecimento visando formas de aprendizagem que auxiliem o educando a entender as peculiaridades entre as esferas que configuram a Terra e que sustentam as formas de vida há milhões de anos (PEDRINACI; BERJILLOS, 1994). Sobre o ensino do tema em questão na Educação Básica, alguns questionamentos introdutórios são inevitáveis e necessários: (a) Por que é tão importante

para a sociedade humana estudar o Tempo Geológico? (b) Para que serve entender o passado distante da formação do planeta Terra? c) O que os registros geológicos revelam?

Na verdade, o surgimento da humanidade, quando comparado aos eventos e outras formas de vida de que se tem registro na coluna do Tempo Geológico, está restrito aos últimos segundos do ano cósmico, ou seja, a título de comparação, seria como reduzir a escala de 4,56 bilhões de anos para o intervalo de tempo de um ano, identificando o surgimento das primeiras sociedades humanas às 23 horas e 45 minutos do dia 31 de dezembro (FAIRCHILD; TEIXEIRA; BABINSKI, 2009). Dessa forma, torna-se fundamental compreender particularidades sobre os diferentes processos que envolvem a evolução do planeta visando prever possíveis mudanças futuras (MELO et al., 2005).

As múltiplas transformações ocorridas no decorrer do Tempo Geológico prosseguem até os dias atuais, podendo ser percebidas mediante os mecanismos que desencadeiam fenômenos geológicos e atmosféricos que tanto afetam o planeta Terra. Partindo dessas premissas, é notória a necessidade dessa temática nas abordagens teóricas, didáticas e práticas na Educação Básica, uma vez que, aprender sobre os fatos ocorridos ao longo do Tempo Geológico no livro de Geografia cria possibilidades de estabelecer relações interdisciplinares com outras disciplinas, além de contribuir na elucidação dos eventos responsáveis pela evolução do planeta Terra e das formas de vida.

Tal conteúdo pode colaborar para ampliação de uma cultura de intervenção do aluno como agente consciente frente às questões que envolvem o desenvolvimento de uma prática de vivência cidadã mais sustentável. Por tudo isso, amplia-se a necessidade do ensino e compreensão adequada do Tempo Geológico, pois, na abordagem curricular do conceito de tempo, assume também um papel relevante no desenvolvimento de uma cidadania mais diligente, uma vez que compreender o tempo é um desafio sobre o qual se debruçaram e se debruçam grandes pensadores de diversas áreas do conhecimento.

O tempo é matéria de reflexão na Filosofia, na Física, na Matemática, na Biologia, na História, na Sociologia e em outras áreas do saber” (BRASIL, 2017a, p. 551). Em suma, trazer à elucidação as questões envolvendo o Tempo Geológico para o público-alvo da Educação Básica é uma tarefa que requer compromisso, capacitação e materiais que façam dessa tarefa algo cognitivamente atraente e desperte o desejo pela pesquisa sistemática e transdisciplinar. Essa, no entanto, não é uma tarefa simples, é reconhecida pela comunidade acadêmica como uma temática de difícil apropriação por parte dos alunos (DODICK; ORION, 2003, BONITO et al., 2011).

3. A RELEVÂNCIA DO ESTUDO DA ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

De acordo com Ernesto et al., (2009), até o fim do século XIX, não havia uma concepção cientificamente bem elaborada da estrutura interna da Terra. Todavia, com o avanço da ciência no início do século XX, trabalhos como o publicado na Alemanha em 1982 pelo sismólogo e professor canadense Bruce Alan Bolt, intitulado *Inside the Earth*, ajudou no desenvolvimento dos princípios da sismologia. As descobertas geofísicas sobre as características do interior da Terra ganharam relevância com o passar tempo, tanto para questões socioeconômicas quanto para o ensino das Ciências da Terra e da própria Geografia.

No ensino de Ciências da Terra, o conhecimento da estrutura e características das camadas internas do planeta Terra é um conteúdo abordado dentro do ensino de Geografia na Educação Básica, embora seja possível, em virtude das particularidades que envolvem essa temática, abordagens interdisciplinares com outros componentes curriculares, como a “Geologia, Geografia, Biologia, Química e Física” (CARNEIRO; SANTOS, 2012, p. 87).

É importante ressaltar que o conteúdo em questão é de grande relevância para o ensino das propriedades físicas e da dinâmica geológica da Terra, pois, estudando o interior do planeta, é possível compreender as composições do núcleo, manto e das crostas, além da dinâmica da Terra através das zonas de convecções. Apesar disso, estudos particularizados que estudam a estrutura interna da Terra nos livros didáticos - conforme destacam Souza e Furrier (2020) - são escassos (quando não inexistentes), por isso, emerge a necessidade da realização de trabalhos de cunho acadêmico que analisem não apenas este, mas também outros tópicos de Ciências da Terra presentes em literaturas básicas destinadas ao ensino escolar.

Partindo desses pressupostos, encontra-se na Geologia uma área do conhecimento direcionado à compreensão da dinâmica de evolução dos materiais que constituem o planeta, no qual ocorrem múltiplas relações com outras áreas das Ciências da Terra. O desafio vai além de procedimentos teóricos metodológicos aplicados visando a classificação e identificação de fatos e fenômenos ocorridos no planeta Terra.

Por isso, é importante que os conteúdos e os instrumentos de ensino sejam organizados por meio de informações eficazes, evitando, assim, erros, contradições e supressões. Cabe ressaltar mais uma vez que os conhecimentos abordados na esfera das Ciências da Terra não devem estar restritos apenas ao universo acadêmico, afinal, nem

todo cidadão buscará profissionalização (técnica e/ou científica) em conhecimentos próprios dos diversos ramos abordados por essas ciências. Assim sendo, tópicos de Geociências como o estudo da estrutura interna da Terra, quando abordados no ensino de Geografia escolar, devem ser tratados como conteúdos importantes, pois servem como ponto de partida para o ensino de diversas outras temáticas.

4. A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO SOBRE A TECTÔNICA DE PLACAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Conforme já destacado, os conteúdos de Ciências da Terra são relevantes para o ensino de Geografia, pois, a partir deles, pode-se estabelecer relações importantes entre as dinâmicas naturais do planeta Terra, bem como aspectos das paisagens ocupadas pela sociedade humana sob condições naturais distintas e complexas. Nesta perspectiva, conhecimentos sobre Geologia e da Geomorfologia, permitem obter saberes que ajudam a compreender melhor fatos sobre a história da Terra, as propriedades físico-químicas dos minerais e das rochas, as estruturas do relevo, bem como a dinâmica da Tectônica de Placas (POTAPOVA, 1968).

Para Morais (2011), na educação escolar, as abordagens sobre as temáticas físico-naturais (nesse caso sobre Tectônicas de Placas) no livro didático de Geografia não são, em muitos casos, elaboradas a partir das condições cotidianas que configuram os espaços de vivência dos estudantes.

De acordo no Grotzinger et al. (2006), os estudos sobre Tectônica Global estão fundamentados em métodos científicos comprovados, que orientam o trabalho dos geólogos. Os autores destacam que essa teoria não tem relação alguma com dogmas, podendo ser atestada de maneira consistente por intermédio de muitos tipos de observações.

Dessa forma, as descobertas científicas obtidas a respeito do estudo das Placas Tectônicas contribuem de maneira significativa para o desenvolvimento de trabalhos no âmbito da Geografia, bem como de outras ciências, como Geomorfologia, Climatologia, entre outras. Acerca da teoria da Tectônica de Placas, pode-se perceber o quanto os avanços sobre esse conhecimento têm contribuído para explicar fatos como: configuração dos continentes, formação dos oceanos, soerguimento de montanhas, vulcanismos, abalos sísmicos etc.

De acordo com Tassinari e Dias Neto (2009), por volta 1620, o filósofo inglês Francis Bacon observou o perfeito encaixe entre a costa leste da América do Sul e a costa oeste da África. Naquele contexto, o questionamento era como seria possível provar que algum dia esses dois continentes estiveram juntos. Fato é que a falta de instrumentos e experimentos científicos naquela época inviabilizou a comprovação dessa hipótese, que atualmente é um dos pilares das Ciências da Terra, a saber, a Tectônica Global. Durante muitos anos, as ideias de Bacon de que os continentes, em algum momento da história da Terra, estiveram encaixados foram discutidas sem qualquer comprovação científica. No entanto, as observações feitas por ele produziram inquietações que revolucionaram “as Geociências do mesmo modo que a Seleção Natural modificou as Biociências e as teorias da Relatividade e da Gravitação Universal mudaram os conceitos da Física” (TASSINARI; DIAS NETO, 2009, p. 80).

No início do século XX, a denominada teoria da Deriva Continental foi defendida pelo alemão Alfred Wegener explorador dedicado aos estudos dos aspectos físico-naturais das paisagens terrestres. Em suas pesquisas, Wegener apresentou uma série de evidências paleontológicas e geológicas obtidas em suas viagens exploratórias. Entretanto, apesar das evidências robustas publicadas em seu livro *A Origem dos Continentes e Oceanos*, o cientista alemão não conseguiu explicar como as imensas massas continentais teriam se deslocado horizontalmente, tampouco conseguiu inferir que não eram apenas os continentes que se movimentavam, mas também o assoalho oceânico (TASSINARI; DIAS NETO, 2009; GROTZINGER et al., 2006).

A hipótese que abriu caminho para explicar e comprovar as investigações feitas por Wegener foi devidamente apresentada pelos geólogos Harry Hammond Hess e Robert Sinclair Dietz, em 1962, ao observarem dados geofísicos que demonstravam a possibilidade de destruição da crosta oceânica nas zonas denominadas fossas oceânicas, comuns em limites de placas convergentes do oceano Pacífico (GROTZINGER et al., 2006).

Para comprovar a dinâmica do assoalho oceânico, os geólogos Hess e Dietz aplicaram técnicas geofísicas e observaram diferentes idades e características das rochas que formavam as dorsais oceânicas e aquelas mais afastadas das dorsais, e também indicaram aspectos de como é possível ocorrer a destruição da crosta terrestre (GROTZINGER et al., 2006). Em 1965, outro geólogo e geofísico, o canadense John Tuzo Wilson, se tornou conhecido por descrever, pela primeira vez, a teoria da Tectônica

de Placas e detalhar como as placas rígidas se movem sobre a superfície da Terra, ao ponto que os elementos básicos dessa teoria foram estabelecidos no final de 1968 (GROTZINGER et al., 2006; KEAREY; KLEPEIS; VINE, 2014).

Atualmente, o tema Tectônica de Placas está contido na maioria dos livros didáticos de Geografia, com possibilidade de levar aos estudantes informações importantes sobre o surgimento de diversas paisagens, bem como demonstrar como a sociedade é afetada diretamente e como ela se relaciona com fenômenos e processos derivados de atividades tectônicas.

A conceituação da dinâmica das placas tectônicas abarca os denominados processos endógenos, provenientes da energia que atua no interior da Terra. É relevante para o ensino de Geografia, pois explica a gênese de processos responsáveis pela formação de diversos tipos de relevo como: cadeias montanhosas, vulcões, depressões etc. e fenômenos associados terremotos, tsunamis etc., os quais, muitas vezes, incidem em impactos diretos sobre a sociedade e a própria vida das pessoas, por isso, torna-se imprescindível seu estudo na educação básica.

Outra questão importante sobre o ensino de temas relacionados às Ciências da Terra é a necessidade do ensino interdisciplinar norteado por meio dos conteúdos presentes nos livros didáticos. Corroboram essa questão Almeida, Araújo e Mello (2015), refletindo sobre a necessidade de tratar temas que perpassam diversas disciplinas de maneira integrada e contextualizada, possibilitando aos estudantes compreenderem melhor os processos do meio em que vivem.

Outra complexidade sobre o ensino de Ciências da Terra na Educação Básica apontada por Toledo (2002) é a formação acadêmica dos professores responsáveis por ministrar esses temas, principalmente quando o currículo acadêmico de muitos docentes se limita ao conhecimento obtido em disciplinas introdutórias com carga horária reduzida, o que pode dificultar o trabalho do profissional da educação na hora de ministrar suas aulas.

A relevância desses fenômenos ganhou força com o passar dos tempos, pois envolve dinâmicas que afetam de muitas formas não apenas as paisagens naturais, mas, também, a sociedade. Essa reflexão é consoante com Schwanke e Silva (2004), quando defendem propostas de incentivo ao ensino de Geociências entre os conteúdos ministrados aos alunos na Educação Básica.

A preocupação como os estudos dos fenômenos naturais na Educação Básica não se restringe ao Brasil. Em Israel, por exemplo, estudos desenvolvidos por Dodick e Orion (2003), Kali e Orion (1996) e Kali, Orion e Eylon (2003) analisam os conhecimentos e as habilidades sobre Ciências da Terra (Tempo Geológico e Ciclo das Rochas) entre alunos do Ensino Médio. Desta forma, considerando o contexto da Educação Básica brasileira, é importante observar as informações apresentadas para explicar o conteúdo sobre Tectônica de Placas, concordando com Landim e Barbosa (2011), quando destacam a necessidade de analisar se na apresentação são percebíveis particularidades que, em muitos casos, estão distantes do cotidiano do alunado.

Para Paschoale (1984), uma forma de superar as dificuldades de compreensão sobre conhecimentos e fenômenos geológicos em livros didáticos é por meio do uso de técnicas de semiótica na construção das imagens destinadas a ilustrar esse tipo de conteúdo. No entanto, é importante que as representações utilizadas nos livros didáticos sejam adequadas à série e ao público-alvo, e não apresentem equívocos que possam comprometer a compreensão dos discentes como abordado por Souza e Furrier (2020).

Deste modo, é importante que tais conteúdos sejam abordados com o devido cuidado, para não serem apresentados de forma meramente expositiva, e que possa conduzir o alunado a desenvolver, de maneira efetiva, saberes que permitam entender melhor o espaço geográfico.

5. A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DO RELEVO BRASILEIRO PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA

O estudo do relevo traz possibilidades e desafios para o ensino de Geografia na Educação Básica. Possibilidades porque, quando se estudam os aspectos morfológicos dos relevos, pretende-se, entre tantas coisas possíveis, desenvolver noções básicas fundamentais acerca de dinâmicas que ocorrem em ambientes naturais (geologia, clima, bacias hidrográficas, climas, solos etc.), bem como sobre as formas de uso e ocupação do espaço geográfico por atividades antropogênicas. Já os desafios surgem quando se consideram os recursos, os métodos e as diversas peculiaridades conceituais necessárias para se trabalhar esse tema, que requer conhecimentos específicos da Geografia Física, muitas vezes precariamente ensinada em cursos de Licenciatura em Geografia. Nessa perspectiva, é fundamental encontrar meios de ensino que não sejam meramente

abstratos, principalmente porque, na Educação Básica, esse conhecimento é majoritariamente disponibilizado no livro didático.

Neste sentido, concorda-se com Oliveira (2010), que considera que o ensino de Geomorfologia ainda é uma área pouco estudada, não obstante sua importância no livro didático de Geografia. Ora, se isso ainda é um fato no âmbito acadêmico, que dirá no nível da Educação Básica? Por essa razão, avigora-se a necessidade de desenvolvimento de pesquisas direcionadas a melhorar as possibilidades e os instrumentos utilizados no ensino dessa área do conhecimento.

Algumas contribuições estudaram a problemática sobre o relevo brasileiro em livros didáticos, analisando o conteúdo, os conceitos, a significância do ensino sobre o relevo nos estudos geográficos, bem como a necessidade de discussão e aprimoramento dessa temática nos livros didáticos (BERTOLINI; VALADÃO, 2009; FACHINELLO; CÂNDIDO; ROSSATO, 2000; MENEGUZZO; MENEGUZZO, 2014; SANTOS; LUIZ, 2019; SOUZA; VALADÃO, 2013).

De acordo com Ross (1999), não se deve estudar o relevo apenas visando definir a distribuição geográfica das formas e dos processos. Este autor, no ano de 1985, publicou, na Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP), o artigo Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação, alertando para o fato de os livros didáticos de Geografia se mostrarem desatualizados nas questões inerentes ao relevo do Brasil e, naquele contexto, continuarem espelhando informações da geomorfologia do Brasil a partir de dados obtidos na década de 1940 (ROSS, 1985).

De acordo como Suertegaray (2000), o estudo do relevo pode contribuir significativamente com o reconhecimento de peculiaridades dos espaços de vivência onde os seres humanos desenvolvem suas atividades na medida em que ocupam as paisagens terrestres. Como bem coloca Ross (1990, p. 10), “o relevo terrestre é parte importante do palco, onde o homem, como ser social, pratica o teatro da vida”.

No ensino de Geografia escolar, não se deve trabalhar o relevo do Brasil de forma meramente descritiva, conteudista, desatualizada e sem contribuir para as possibilidades de ensino-aprendizagem próprias da Educação Básica, afinal, a temática envolve conhecimentos que são úteis ao desenvolvimento de noções básicas para o exercício das relações sociedade e natureza.

O conhecimento das características físicas do relevo terrestre possui importância fundamental para a construção do espaço geográfico, ou seja, o estudo das paisagens

geomorfológicas permite entender melhor propriedades físicas dos lugares sobre os quais os seres vivos realizam suas atividades (BERTOLINI; VALADÃO, 2009).

O primeiro relato sobre a paisagem geomorfológica do Brasil está registrado na Carta de Pero Vaz Caminha, quando, ao avistar terra firme, fez o relato “dum grande monte, mui alto e redondo; e doutras serras mais baixas ao sul dele; e de terra chã, com grandes arvoredos: ao monte alto o capitão pôs nome – o Monte Pascoal [...]” (CAMINHA, 1500, p. 1). Naquele momento, a noção do explorador português se limitou ao deslumbre da beleza cênica da paisagem costeira. Aquela visão empírica, em primeiro plano, não foi capaz de abarcar a escala de grandeza, tampouco a diversidade de formas e recursos naturais presentes no território avistado.

Naquele contexto histórico, no interesse de consolidar os interesses de exploração do território recém “descoberto”, era necessário conhecer as características físico-naturais dos ambientes. Com o passar do tempo, as particularidades do relevo brasileiro foram classificadas e catalogadas por renomados estudiosos da época. Alexander Von Humboldt, por exemplo, em sua expedição em terras hoje brasileiras, reuniu esforços destinados a corrigir informações apresentadas em mapas elaborados por seus antecessores (ANDRÄ, 1962).

Entretanto, apesar da relevância dos esforços pretéritos enquanto registros histórico geográficos, eles também não foram suficientes para abarcar a escala de detalhes que representa as paisagens geomorfológicas do atual território brasileiro. Nesse ínterim, surgiram os núcleos de povoamento e a sociedade do período colonial se estabeleceu, havendo, assim, necessidade de implantação de diversos serviços, entre eles o ensino escolar. A educação praticada a partir daquele período era destinada a acolher os grupos seletos da elite, e adotou a linha das edições de livros elaborados em conformidade com os padrões europeus, sem a preocupação de adequação à realidade das classes mais pobres do país (SOARES, 1993; ZACHEU; CASTRO, 2015).

Diante desse cenário, os trabalhos de Miguel Delgado de Carvalho foram pioneiros na elaboração de livros didáticos que rompiam com os formatos meramente descritivos centrados na memorização. Os esforços de Carvalho são reconhecidos como elos que estimularam o ensino de Geografia na educação escolar brasileira (ABREU, 2006; PETRONE, 1993). Para Fachinello, Cândido e Rossato (2000), os estudos sobre o relevo em livros didáticos seguiram o perfil de abordagem desenvolvido a partir dos trabalhos de Aroldo de Azevedo, durante os anos de 1940, que classificou o relevo a partir

da altitude; e de Aziz Nacib Ab'Sáber, a partir de 1958, que classificou o relevo observando os processos de formação geológica e modelagem das estruturas.

As classificações supracitadas foram bastante usuais durante meados do século XX, até que, entre os anos de 1970 e 1985, imagens de radar e elaboração de cartas topográficas com escala de detalhe obtidas pelo Projeto RADAMBRASIL permitiram que Jurandyr Luciano Sanches Ross, geógrafo e professor da USP, elaborasse um mapa cuja taxonomia demonstrou, com maior riqueza de detalhes, as características dos grandes compartimentos de relevo do Brasil, bem como seu embasamento geológico simplificado, ampliando de 10 para 28 o número de unidades de relevo (FACHINELLO; CÂNDIDO; ROSSATO, 2000; ROSS, 1985, 1998).

Atualmente, o conteúdo que trata sobre geomorfologia é abordado com maior ênfase em duas séries da Educação Básica: no 6º ano do Ensino Fundamental (MENEGUZZO, 2014) e na 1ª série do Ensino Médio, conforme observado nas coleções distribuídas pelo PNLD 2018/2020 (BRASIL, 2017b). Vale salientar que é na 1ª série do Ensino Médio em que não apenas o relevo, mas diversos outros ramos das Ciências da Terra são apresentados nos livros didáticos, os quais têm sido submetidos à análise dos conteúdos em trabalhos desenvolvidos por Carneiro, Mizusaki e Almeida (2005), Souza e Furrier (2020) e Toledo (2005).

Nessa perspectiva, o estudo do relevo brasileiro a partir de livros didáticos de Geografia deve ser tratado com a devida importância, uma vez que permite refletir, de forma interdisciplinar, acerca de diversas outras temáticas e dinâmicas ambientais ocorridas nas paisagens naturais e culturais. Por isso, ressalta-se a necessidade de comprovar se os livros didáticos são desprovidos de erros e apresentam informações que não sejam meramente conteudistas, fragmentadas, desatualizadas e distantes da escala da percepção e vivência dos estudantes e dos próprios professores.

No que tange ao tratamento dado às informações sobre os conteúdos geomorfológicos presentes nos livros didáticos da 1ª série do Ensino Médio, notam-se algumas problemáticas, entre elas: a escala de riqueza de detalhes que evidentemente não é possível de ser representada em sua totalidade num livro didático; aspectos que envolvem o acesso a bibliotecas, Internet e demais materiais didáticos necessários para o ensino e que, muitas vezes, não estão acessíveis aos alunos e professores de muitas regiões remotas e pobres do Brasil.

Conforme já enfatizado anteriormente, concorda-se com Mendonça (1992) quando afirma que os aspectos ligados ao ensino de temáticas físico-naturais serem retratados nos livros didáticos por autores “geógrafos” com formação em áreas da denominada Geografia Humana, sem passar por um revisor científico da Geografia Física ou das Geociências, podem contribuir para abordagens superficiais e, muitas vezes, erradas sobre o relevo, fato substancialmente comprovado em Nota Técnica publicada na Revista Brasileira de Geomorfologia por Souza e Furrier (2021).

Sendo assim, tem-se no livro didático um objeto de pesquisas que abre possibilidades de análise quanto à organização e qualidade dos conteúdos abordados no processo de escolarização. Considerando tais questões, concorda-se com Bittencourt (2004), quando aponta o livro didático como objeto de debates no universo escolar, na academia, em congressos e em periódicos científicos, nos quais estão envolvidos autores, editoras e intelectuais de diversas áreas.

Por isso, é relevante desenvolver trabalhos que visem ampliar a compreensão do livro didático como um dos principais instrumentos utilizados na condução dos planos de ensino dos conteúdos ministrados na sala de aula, principalmente no que tange às informações sobre as características do relevo, afinal, conforme já dito anteriormente, este tema envolve peculiaridades que são fundamentais para o desenvolvimento das atividades humanas sobre as paisagens terrestres.

6. PARA NÃO CONCLUIR

A reflexão, por ora apresentada, é parte de uma Tese intitulada “ANÁLISE DAS TEMÁTICAS FÍSICO-NATURAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE GEOGRAFIA DO ENSINO MÉDIO”, a qual os resultados constam publicados em importantes periódicos científicos nacionais nos seguintes artigos: 1) Estudo da tabela do tempo geológico em livros didáticos de Geografia do Ensino Médio das escolas públicas do Brasil; 2) Avaliação da estrutura interna da Terra apresentada em livros didáticos de Geografia do Ensino Médio das escolas públicas do Brasil; 3) Solos nos livros didáticos contextualização e proposta de mapas didáticos; 4) Relevo brasileiro nos livros didáticos: equívocos e lacunas na representação em mapas e perfis topográficos; 5) Tectônica global em livros didáticos de geografia da 1ª série do Ensino Médio: uma análise do conteúdo.

Nosso interesse é ressaltar a urgência de se desenvolver pesquisas especializadas direcionadas ao estudo das temáticas físico-naturais na Educação Básica, principalmente

no que tange o ensino de Geografia escolar. Assim sendo, destacamos que, não apenas os conteúdos apresentados aqui, mas todos aqueles abordados dentro da Geografia Física (biomas, questões ambientais, clima, entre outros), bem como em componentes curriculares, devem estar presentes no currículo escolar, sendo apresentados de forma propositiva, atualizada e desprovida de equívocos, levando ao público-alvo informações claras, úteis e corretas.

Ensinar sobre as dinâmicas e fenômenos da natureza na Educação Básica favorece a conscientização ambiental do alunado abrindo a possibilidade de desenvolvimento de temas transversais como a educação ambiental (Nunes et al., 2016). Portanto, estas temáticas são relevantes e devem ser ministradas visando a promoção de uma consciência ambiental integrada com inúmeros aspectos que envolvem a ocupação do espaço geográfico por atividades antrópicas, principalmente pelo fato de que abrem possibilidades de se estabelecer relações interdisciplinares com outros componentes curriculares.

7. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003.

ABREU, M. Pierre Monbeig e os primórdios da geografia urbana no Brasil. *In* SALGUEIRO, H. (Org.). **Pierre Monbeige a geografia humana brasileira**. Bauru: EdUSC, 2006. p. 129-60.

AFONSO, A. E. A Geografia da natureza no ensino de Geografia: propostas para a educação ambiental e preventiva de riscos naturais. **Giramundo**, v. 2, n. 4, p. 83-93, 2015.

ALBUQUERQUE, E. B. C.; FERREIRA, A. T. B. Programa nacional de livro didático (PNLD): mudanças nos livros de alfabetização e os usos que os professores fazem desse recurso em sala de aula. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 27, n. 103, p. 250-270, 2019.

ALMEIDA C. N.; ARAÚJO C.; MELLO E. F. Geologia nas escolas de Ensino Básico: a experiência do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Terræ Didática**, v. 11, n. 3, p. 150-161, 2015.

ANDRÄ, H. Alexander von Humboldt e as suas relações com o Brasil. **Revista de História**, v. 25, n. 52, p. 387-403, 1962.

BERTOLINI, W. Z.; VALADÃO, R. C. A abordagem do relevo pela geografia: uma análise a partir dos livros didáticos. **Terræ Didática**, v. 5, n. 1, p. 27-41, 2009.

BERTRAND, G. A Geografia Física contra a natureza? Tradução de Francisco de Assis Mendonça e Nathalie Dessartre. **Herodote**, v. 26, p 1-19, 1978.

BONITO, J.; REBELO, D.; MORGADO, M.; MONTEIRO, G.; MEDINA, J.; MARQUES, L.; MARTINS, L. O Tempo Geológico e a aprendizagem da Geologia: da complexidade da temática às concepções de alunos portugueses do 7º ano do Ensino Básico (12-13 anos). **Terræ Didactica**, v. 7, n. 2, p. 81-92, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Resultado da escolha PNL D 2018 no Brasil: Percentuais**. Brasília: MEC/FNDE, 9 set. 2017c.

CAMINHA, P. V. **A Carta de Pero Vaz de Caminha**. Brasília: Fundação Biblioteca Nacional, 1 maio 1500. Disponível em: http://objdigital.bn.br/Acervo_Digital/livros_eletronicos/carta.pdf. Acesso em: 15 jul. 2020.

CARNEIRO, C. D. R.; SANTOS, G. R. B. Ensino de Geociências na formação profissional em meio ambiente no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, Suplemento 1, p. 84-95, 2012.

CARVALHO, A. M. G. **Evolução do pensamento geológico nos contextos filosófico, religioso, social e político da Europa**. Lisboa: Âncora, 2014.

DODICK, J.; ORION, N. Measuring student understanding of geological time. **Science Education**, v. 87, p. 708-731, 2003.

EICHER, D. L. **Tempo Geológico**. São Paulo: Edgard Blücher/EdUSP, 1969.

EICHER, D. L.; MCALESTER, A. L. **History of the Earth**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1980.

ERNESTO, M.; MARQUES, L. S.; MCREATH, I.; USSAMI, N.; PACCA, I. I. G. O interior da Terra. In TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO M.C.M.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. p. 50-78.

FACHINELLO, A.; CÂNDIDO, L. A.; ROSSATO, M. S. O relevo brasileiro nos livros didáticos, uma questão a ser repensada. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 26, n. 1, p. 74-82, 2000.

FAIRCHILD, T. R.; TEIXEIRA, W.; BABINSKI, M. Geologia e a descoberta da magnitude do tempo. In TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.; TOLEDO, M. C. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. 1. ed. São Paulo: Oficina das Letras, 2009. p. 280-305.

FAUL, H. A history of geologic time. **American Scientist**, v. 66, n. 2, p. 159-165, 1978.

GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para entender a Terra**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

- GROTZINGER, J. P.; JORDAN, T. H.; PRESS, F.; SIEVER, R. **Understanding Earth**. 5th ed. USA: Freeman, 2006.
- KALI, Y.; ORION, N. Relationship between Earth Science education and spatial visualization. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 4, p. 369-391, 1996.
- KALI, Y.; ORION, N.; EYLON, B.-S. Effect of knowledge integration activities on students' perception of the Earth's crust as a cyclic system. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 6, p. 545-565, 2003.
- KEAREY, P.; KLEPEIS, K. A.; VINE, F. J. **Tectônica Global**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- LANDIM, F. O.; BARBOSA, M. E. S. O ensino de geografia na educação básica: uma análise da relação entre a formação do docente e sua atuação na geografia escolar. **Geosaberes**, v. 1, n. 2, p. 160-179, 2011.
- MARQUES, J. M. Ciência geomorfológica. In GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Cap. 1, p. 23-45.
- MARTONNE, E. **Tratado de Geografía Física**. Traducción Rafael Candel Vila y Joaquina Comas de Candel. Barcelona: Juventud, 1964.
- MELO, M. S.; CLAUDINO-SALES, V.; PEULVAST, J.; SAADI, A.; MELLO, C. L. Processos e produtos morfogênicos continentais. In SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 258-275.
- MENDONÇA, F. **Geografia Física: ciência humana?** 3. ed. São Paulo: Contexto, 1992.
- MENEGUZZO, I. S.; MENEGUZZO, P. M. O relevo terrestre nos livros didáticos de Geografia do 6º ano do Ensino Fundamental. **Revista Didática Sistêmica**, v. 16, n. 1, p. 21-31, 2014.
- MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. São Paulo: Hucitec, 1998.
- MORAIS, E. M. B. **O ensino das temáticas físico-naturais na Geografia escolar**. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- NUNES, M. S.; AZEVEDO, R. J. G.; SILVA, P. E. A. B. A abordagem de conteúdos relativos à ciência dos solos em livros didáticos. **Revista de Geografia**, v. 6, n. 3, p. 271-281, 2016.
- OLIVEIRA, A. O. S. A. **Contribuição teórico-metodológica para o ensino de Geomorfologia**. 2010. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2010.
- PASCHOALE, C. **Geologia como semiótica da natureza**. São Paulo: PUC, 1984.

- PEDRINACI E.; BERJILLOS P. El concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 2, n. 1, p. 240-251, 1994.
- PETRONE, P. O ensino de Geografia nos últimos 50 anos. **Revista Orientação**, n. 10, p. 3-17, 1993.
- POTAPOVA, M. S. Geology as an historical science of nature. *In*: INTERACTIONS of sciences in the study of Earth. Moscow: Progress, 1968. p. 117-126.
- ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 2. ed. São Paulo: EdUSP, 1998.
- ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 4. ed. São Paulo: EdUSP, 2001.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.
- ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: planaltos, planícies e depressões. *In* CARLOS, A. F. A. (Org.). **Novos caminhos da Geografia**. São Paulo: Contexto, 1999. p. 41-63. (Coleção Caminhos da Geografia).
- ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 4, p. 25-39, 1985.
- SANTOS, L. A.; LUIZ, E. L. Ensino dos conteúdos sobre relevo na Geografia Escolar: análise de uma coleção de livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental. **Geografia**, v. 28, n. 2, p. 233-248, 2019.
- SANTOS, V. M. N. **Educar no ambiente: construção do olhar geográfico e cidadania**. São Paulo: Annablume, 2011.
- SCHWANKE, C.; SILVA, M. A. J. Educação e Paleontologia. *In*: CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. v. 2, p. 123-130.
- SOARES, M. L. A. Diferentes propostas dos livros de Geografia e Estudos Sociais. **Revista Orientação**, n. 10, p. 61-71, 1993.
- SOUZA, A. S.; FURRIER, M. Avaliação do conteúdo sobre estrutura interna da Terra em livros didáticos de Geografia do ensino médio de escolas públicas brasileiras. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 40, p. 107-119, 2020b. doi: <https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.164834>.
- SOUZA, A. S.; FURRIER, M. Estudo da escala do tempo geológico em livros didáticos de Geografia do ensino médio. **Terræ Didática**, Campinas, SP, v. 16, p. e020010, 2020a. doi: <https://doi.org/10.20396/td.v16i0.8656709>.
- SOUZA, A. S.; FURRIER, M. Relevo brasileiro nos livros didáticos: equívocos e lacunas na representação em mapas e perfis topográficos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 22, nº 4 (2021) <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v22i4.1993>
- SOUZA, A. S.; FURRIER, M.; LAVOR, L. F. Solos nos livros didáticos: contextualização e proposta de mapas didáticos. **Terræ Didática**, Campinas, SP, v. 17, p. e021011, 2021. doi: <https://doi.org/10.20396/td.v17i00.8663686>.

SOUZA, C. J. O.; VALADÃO, R. C. Visualização e representação espaciais no ensino de Geomorfologia. **Terræ Didática**, v. 9, n. 2, p. 105-113, 2013.

SOUZA, E. R. **O potencial didático das imagens geocientíficas em livros de textos do ensino secundário**: representação da dinâmica interna da Terra. 2015. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2015.

SUERTEGARAY, D. M. A. Ambiência e pensamento complexo: resignific(ação) da Geografia. In SILVA, A. D.; GALENO, A. (Orgs.). **Geografia: ciência do complexus: ensaios transdisciplinares**. Curitiba: Sulina/UFPR, 2004. p. 181-208.

SUERTEGARAY, D. M. A. O que ensinar em geografia (física)? In Rego, n.; Suertegaray, D.; Heidrich, Á. (Orgs.). **Geografia e Educação: geração de ambiências**. Porto Alegre: EdUFRGS, 2000. p. 97-106.

SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. **Ambiente e lugar no urbano**. Porto Alegre: EdUFRGS, 2000.

TASSINARI, C. C. G.; DIAS NETO, C. M. Tectônica Global. In TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO M. C. M.; TAIOLI, F. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. p. 78-107.

TOLEDO, M. C. M. Geociências no Ensino Médio brasileiro: análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 31-44, 2005.

TOLEDO, M. C. M. Geologia/Geociências no ensino. In: SEMINÁRIO NACIONAL DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA, 2., 2002, Campinas. **Anais [...]** Campinas: Unicamp, 2002.

Capítulo 10

USE OF FIXED EFFECT MODELS AND MIXED MODELS TO ESTIMATE HEIGHT IN AN ESTUARINE FLOODPLAIN FOREST, AMAZON, BRAZIL

DOI: 10.29327/555021.1-10

Anthoinny Vitória dos Santos Silva
Rodrigo Galvão Teixeira de Souza
Maricélia Moreira dos Santos
Robson Borges de Lima
Jadson Coelho de Abreu

USE OF FIXED EFFECT MODELS AND MIXED MODELS TO ESTIMATE HEIGHT IN AN ESTUARINE FLOODPLAIN FOREST, AMAZON, BRAZIL

Anthoinny Vitória dos Santos Silva

Rodrigo Galvão Teixeira de Souza

Maricélia Moreira dos Santos

Robson Borges de Lima

Jadson Coelho de Abreu

ABSTRACT

The estimation of the height through hypsometric models is widely used in forest measurement because the diameter at breast height (DBH) is easy to obtain in the field. However, for native forests, fixed regression models may present heterogeneity of variance, autocorrelation and absence of normality in the residuals; for that reason, mixed effect models are used as an alternative, in order to correct these regression assumptions. The aim of the present study was to use mixed models to estimate height in an Amazonian estuarine floodplain forest, making comparisons with fixed effect models. For the fixed models, the following statistical criteria were used: correlation between estimated and observed height, bias, root mean squared error (RMSE), median absolute deviation (MDAE) and residual graphic analysis. The Chapman-Richards model was the one that obtained the best metrics in the conventional regression; it was used in the configuration of a mixed nonlinear model, using the variable stratum (lower, medium, superior) as a random effect in the model. Three equations were obtained for each stratum, in which the parameters were extremely significant ($p < 0.001$). In addition to the statistical criteria, the information criteria (AIC and BIC) were used in the comparison between the fixed effect model and mixed effect model. All analyzes were performed using the R software. It was obtained that the increment of random effect variables, such as the forest stratum, in the height estimation provides more accurate results, demonstrating that the mixed effect models present a superior flexibility in the data for the population inference.

Keywords: Random effects, hypsometric models, native forest.

1. INTRODUÇÃO

Height is one of the important dendrometric variables for forest management due to its high correlation with volume (Campos et al., 2016). In general, this variable is collected through hypsometers and clinometers, however, in native forests it is more difficult to visualize the crown and base of the tree due to the high density of the forest (Koury Sobrinho, 2019). For this reason, mathematical models are used.

Regression analysis can be defined as a study of the dependence of a variable (dependent variable), related to one or more variables (explanatory variables), in order to estimate the average value of the population (Gujarati; Porter, 2011; Maia, 2019). In forest quantification, hypsometric relationship models are commonly used, to be precise, models that estimate height through its relationship with the diameter of trees (Vendruscolo et al., 2017).

In general, for native forests, fixed type regression models can present heterogeneity of variance, autocorrelation and absence of normality in the residues; therefore, mixed models are used as an alternative because they can correct these regression assumptions. The mixed type models are characterized by being an extension of the conventional regression models by using fixed effects variables, adding variables named random effect (Slaets et al., 2021); when the modeling is presented in multilevel, the variance of these random effect variables determines the strength of the correlation (Nielsen et al., 2021).

Fixed effects are static parameters, that is to say they do not vary (Baldi et al., 2013; Santos, 2018). In contrast, the parameters of random effects vary, and can be categorical variables, continuous variables, among other forms, in which these effects model the structure of covariance (Cruz, 2020), favoring the increment of special structures in the matrix in order to represent the variability of the data closer to the real thing; therefore, it shows the influence of the data in the possible dependence demonstrated in the observations of the same unit (Yamanaka, 2018).

These parameters can be estimated using the maximum likelihood (MLE) and the restricted maximum likelihood (REML) methods (Demidenko, 2013; Yamanouchi, 2017), being REML the most used since it presents the positive characteristic of considering the loss of degrees of freedom in the estimation of the model's fixed effect coefficients.

Assuming that random effects can provide greater accuracy to hypsometric relationship models, the aim of the present study was to use mixed models to estimate height in an Amazonian estuarine floodplain forest.

2. MATERIAL AND METHODS

The forest inventory was carried out in an area located in the district of Itatupã, belonging to the municipality of Gurupá, Pará, Brazil, at the coordinates $0^{\circ}32'54.68''S$ and $51^{\circ}15'11.10''W$, characterized by being an estuarine floodplain forest.

Four plots of 0.5 ha were delimited through systematic sampling with inclusion criterion CBH (circumference at breast height) ≥ 15 cm, measured with a measuring tape and height with a TruPulse 360 Hypsometer.

The forest strata, used as a categorical variable, were obtained by the methodology of Finol (1971), presented by Scolforo (1997), which limits it into three strata (Table 1) due to the variability of the heights found in the forest.

Table 1: Definition of forest strata proposed by Finol (1971) presented by Scolforo (1997).

Stratum	Formula
(1) Lower	$H_j < \bar{h} - 1Sh$
(2) Middle	$\bar{h} - 1Sh < H_j < \bar{h} + 1Sh$
(3) Upper	$H_j > \bar{h} + 1Sh$

Where: H_j is the total height of the tree, \bar{h} is the arithmetic mean of the heights and Sh is the standard deviation of the height variable.

The strata classifications were performed for the entire database using the Microsoft Excel software. To verify the significance of the strata in estimating height using a mixed model, four fixed type models were used to estimate the height variable (Table 2) (linear and non-linear).

Table 2: Fixed type models used to estimate height in a floodplain environment.

	Author	Model
(1)	Polynomial	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \beta_2 \cdot DAP^2 + \beta_3 \cdot DAP^3 + \varepsilon$
(2)	Chapman-Richards	$Ht = \beta_0 \cdot (1 - e^{-DAP \cdot \beta_1})^{\beta_2} + \varepsilon$
(3)	Curtis	$Ht = e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot DAP^{-1}} + \varepsilon$
(4)	Mitscherlich	$Ht = \beta_0 \cdot (1 - e^{-\beta_1 \cdot DAP}) + \varepsilon$

For the impartial evaluation of the data, the following statistical criteria were used: correlation coefficient ($rY\hat{Y}$), bias, median absolute deviation (MDAE), root mean squared error (RMSE) and residual distribution analysis.

Fixed effect regression analyzes were performed using R software (R Development Core Team, 2014); for the linear model, the `lm` function was used; the `nlm` function was used to adjust the nonlinear equations through the Ordinary Least Squares.

The model that presented the best statistics was selected for inclusion of random factors (strata), changing it to mixed type. The linear model is expressed mathematically in matrix form (Resende et al., 2014) as: $y = \beta x + Zb + \varepsilon$, where: y is the dependent variable vector, X is the matrix applied to fixed effects, β is the vector of fixed effects, Z is the matrix applied to random effects, b is the vector of random effects and ε is the vector of random errors.

The mixed nonlinear model is presented mathematically (Mello, 2014) as: $y_i = f(x_i, \phi_i) + \varepsilon_i$, $\varepsilon_i \sim N(0, R_i)$, where: y_i is ($n_i \times 1$) the vector of the dependent variable, f is the nonlinear function, x_i is ($n_i \times s_1$) the matrix of known covariates, ϕ_i is ($s_1 \times 1$) the vector of the parameters, consisting of only fixed effect coefficients or the composition between fixed and random, ε_i is ($n_i \times 1$) the vector of errors, 0 is null vector, R_i is positive variance and covariance matrix, defined for errors.

The vector ϕ_i coefficients can be expressed as (Pinheiro; Bates, 2000; Littell et al., 2006; Costa, 2014): $\phi_i = A_i * \beta + B_i * b_i$, $b_i \sim N(0, D)$, where: A_i and B_i are matrices for fixed and random effects respectively, β is ($S_1 \times 1$) vector of fixed effect coefficients, b_i is ($S_2 \times 1$) the vector of random parameters, in which they assume a multivariate normal distribution, presenting a vector of means of zero, in addition to the variance and covariance matrix D .

The verification of the significance of random effects in the parameters was performed using the maximum likelihood ratio test. The significance of this difference was tested by the Chi-square test, with 1 degree of freedom at 5% of significance, given by: $D = -2 \ln \left[\frac{(\text{likelihood without variable})}{(\text{likelihood with variable})} \right]$, where: D is the significance of the difference.

In order to compare the models, the Akaike (AIC) and Bayesian (BIC) information criteria were used in addition to the statistical criteria's: correlation coefficient ($r\hat{Y}\hat{Y}$), bias, median absolute deviation (MDAE), root mean squared error (RMSE) and residual distribution analysis. To adjust the mixed model the nlme package (Pinheiro et al, 2021) of R software was used.

Results

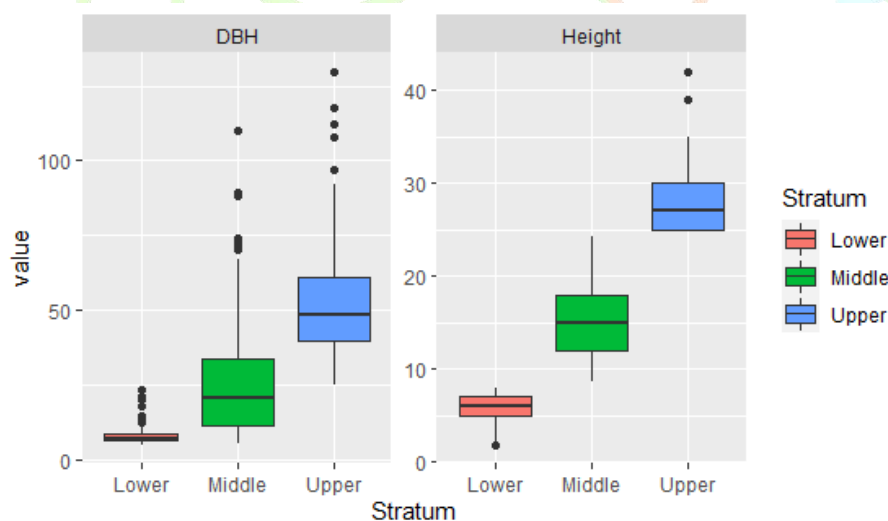


Figure 1: Box plot of DBH and HT data in relation to strata.

Figure 1 shows the strata in relation to the DBH and HT variables, noticing the presence of strata outliers related to diameter in addition to the lower and upper strata show superior variations.

For the height variable, the middle stratum is the one with the lower variation in the absence of outliers. Table 3 shows the results obtained for the classification of forest strata.

Table 3: Classification of forest strata by the definition proposed by Finol (1971) and presented by Scolforo (1997).

	Stratum	Formula
(1)	Lower	$H_j < 8,6899$
(2)	Middle	$8,6899 < H_j < 23,3123$
(3)	Upper	$H_j > 23,3123$

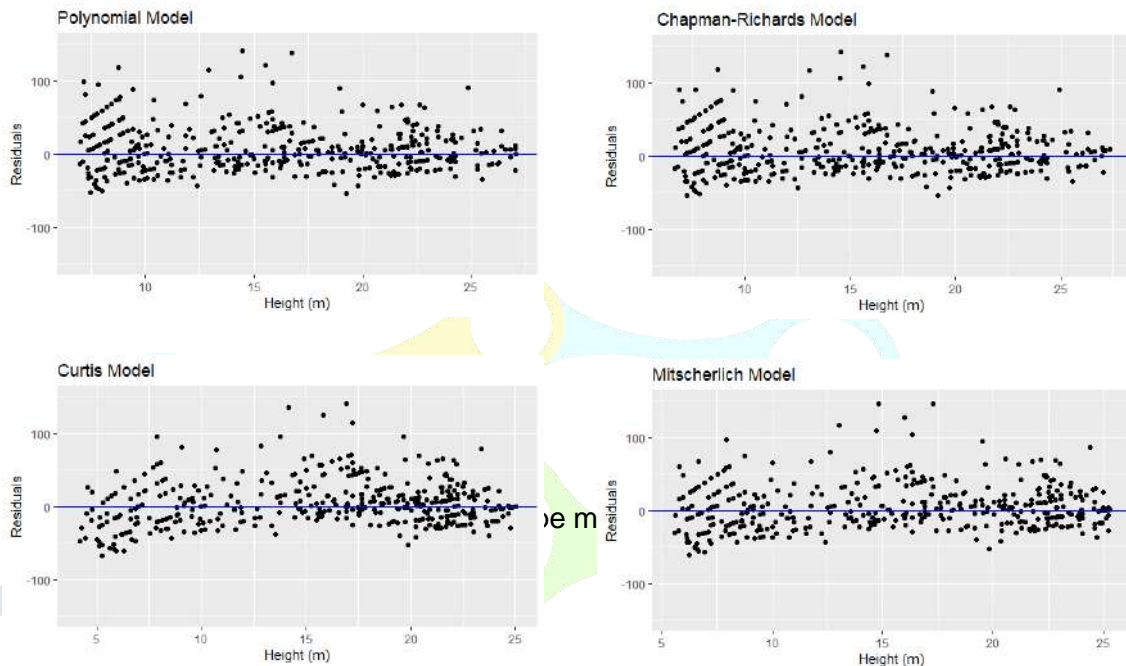
Satisfactory results were obtained for all equations, with significant parameter values ($p < 0.05$). However, there were variations in the statistical criteria used to assess performance for height estimation (Table 4). The nonlinear Chapman-Richards model presented the best values.

Table 4: Statistical criteria used to evaluate fixed type models in height estimation.

	MODEL	RMSE	$R_{\hat{y}}$	BIAS	MDAE
(1)	Polynomial	4,2424	0,8112	-0,000000000000003	2,6445
(2)	Chapman-Richards	4,2391	0,8116	0,00542983581076	2,5237
(3)	Curtis	4,4161	0,7944	0,1012681040107	2,6056
(4)	Mitscherlich	4,2889	0,8081	0,1344114257151	2,4967

In figure 2 it is possible to observe the graphic distribution of the residues in which the models tend to homogeneity around the midline. The Chapman-Richards and Polynomial models showed a slight overestimation and underestimation in smaller trees. The Curtis and Mitscherlich models show this behavior in the middle ages and, despite these biases, they are satisfactory considering the heterogeneity presented in an estuarine

native forest, in which this variation generates a great influence of this characteristic in the data behavior.



The nonlinear Chapman-Richards equation obtained was $HT = 21,1028 * (1 - \exp(-DBH * 0,02948))^{0,7208}$ in which all parameters were significant. Due to the positive statistical result, this model was selected for the configuration of the mixed nonlinear model, using the strata as a random variable to verify the significance in the height estimates, resulting in $HT = b_0 + stratum * (1 - \exp(-DBH * b_1))^{b_2}$, where: *stratum* are the random effects, being defined by the lower, middle and upper strata; b_0 , b_1 , b_2 are the fixed effects.

It was noted that the nonlinear mixed effect model generated an equation for each stratum, in which its parameters (Table 5) were highly significant ($p < 0.001$), demonstrating the positive influence of the increment of strata as random factors in the model.

Table 5: Coefficients of random effects estimated in the mixed model.

Stratum	β_0
Lower	-9,1174
Middle	-0,2651
Upper	9,3826

Comparing with the fixed effect model through the information criteria, extremely used in forest sciences, and the model with the lowest value implies the best adjustment

for the data it appears that the mixed nonlinear model was better than the fixed model (Table 6).

Table 6: Information criteria used to evaluate a mixed effect model.

MODEL	EFFECT	AIC	BIC
Chapman-Richards	Fixed	2413,166	2429,327
	Mixed	2105,593	2125,794

The difference in the estimates of the models is better observed in Figure 3, in which the trend lines of the mixed model for each stratum are more adequate to the data, while those of the fixed model encompass less data.

On the subject of the statistical criteria used, there was an increase in the correlation between estimated height versus observed height for the nonlinear mixed model (Table 7), being an extremely significant value for heterogeneous data. The other metrics showed lower values, demonstrating a better performance of the models with the addition of random effects compared to the fixed effect model.

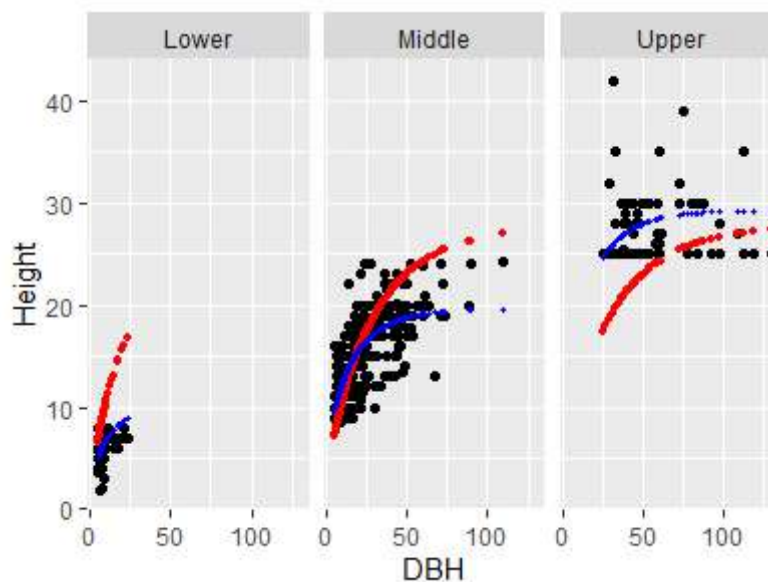


Figure 3: Fixed model and mixed model estimate for each forest strata in the relationship between height and diameter at breast height.

Table 7: Statistical criteria used to evaluate a mixed effect model.

MODEL	EFFECT	$R_{Y\hat{Y}}$	RMSE	BIAS	MDAE
Chapman-	Fixed	0,8116	4,2391	0,00542	2,5237
Richards	Mixed	0,9191	2,8590	0,00438	1,7080

The three equations generated in the estimation of height for each forest stratum (Figure 4) generated a greater inclusion of data, resulting in a more precise conclusion, so the model has more flexibility.

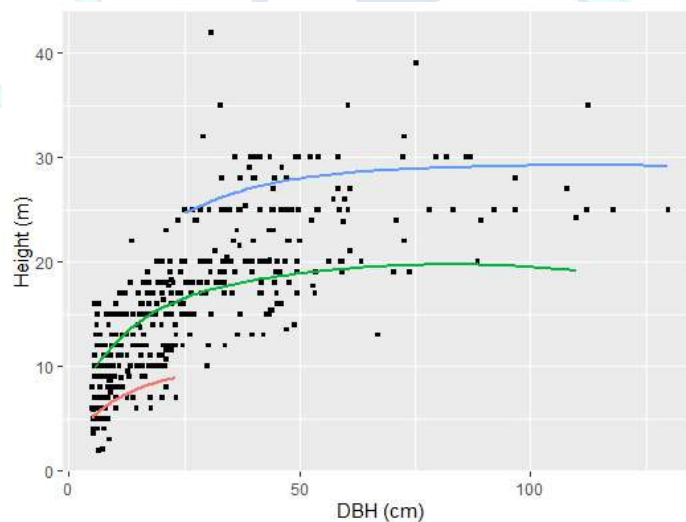


Figure 4: Model estimate with different forest strata in the relationship between height and diameter at breast height.

In the residual graphic distribution (Figure 5), polymorphism is noted for the three generated equations. All strata tended to homogeneity, especially the middle stratum. The lower stratum showed asymmetry, probably influenced by discrepant data, where the dispersion of residues increases with increasing height value. The upper stratum was also asymmetric.

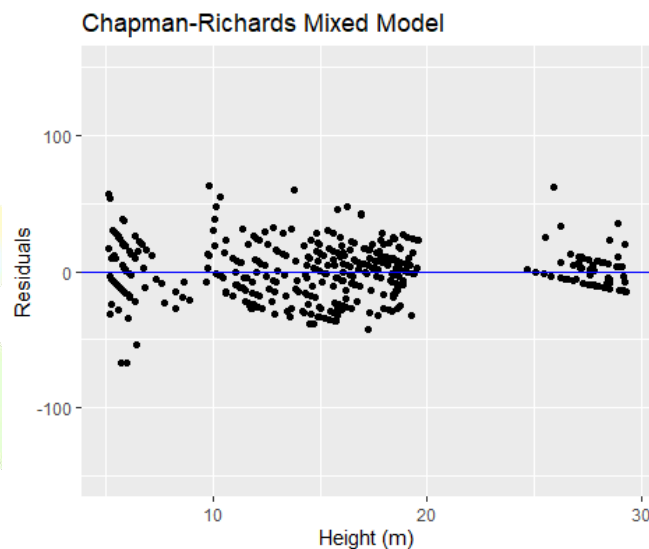


Figure 5: Residual graphical distribution of the mixed linear model for height estimation in a floodplain environment.

3. DISCUSSION

The hypsometric relationship models are easy to apply as they use only the diameter as an independent variable, which is easy to obtain, being extremely economically viable in forest inventory activities (Manfredi et al., 2013; Santos; Andrade, 2019).

Andrade et al. (2018) demonstrated that the Chapman-Richards model was the best for describing the height-diameter relationship of *Eucalyptus* sp. in Tocantins, Brazil. Hess et al. (2014), Souza et al. (2016), Sanquetta et al. (2017) and Curto et al. (2018) showed satisfactory results in the use of hypsometric relationship models in native forests.

However, their qualities do not present more accurate statistics because the variable height depends on other factors, such as the production capacity of the place (Campos; Leite, 2017). The behavior of the data in relation to the model may vary depending on the characteristics of the data, especially in a native forest where the data

are more heterogeneous with high variability in the diameter-height relationship (Machado et al., 2019).

The use of modeling with random effects favors estimation at an individual level of inclination and interception, where regression coefficients are no longer fixed and start to vary around the mean values (Singer et al, 2015; Alves, 2016; Yamanouchi, 2017). Mixed models perform the estimation on all individuals (conditional) simultaneously and, in addition to inclination and interception, the confidence intervals of the adjustments are influenced by the common statistics, showing shared variance, having a population focus (marginal) (Pinheiro; Bates, 2000; Fausto et al., 2008; Falón, 2017; Cruz, 2020).

Favoring values with greater accuracy and precision compared to the fixed effect model (Rocha, 2017), the nonlinear mixed model is more parsimonious and interpretable (Nicoletti, 2017), as shown in this study in the addition of the categorical variable stratum as a random effect, which has a strong relationship with height, helping to estimate.

Despite the favorable statistical performance, mixed models for height estimation are not widely applied in forestry sciences, but it is possible to cite authors that corroborate this study, such as: Cysneiros et al. (2020), using the different types of forests as a random effect in linear mixed height-diameter models for the Atlantic Forest; VanderSchaaf and McConnell (2020), using hypsometric effect models for pine trees in North Florida and Georgia, United States of America; Mendonça et al. (2015), using mixed hypsometric models to predict the height of *Eucalyptus* sp.; and Lu and Zhang (2012), using the local models for the tree height-diameter relationship, obtaining satisfactory results.

4. CONCLUSION

The increment of random effect variables, such as the forest stratum, in the height estimation provides more accurate results, demonstrating that the mixed effect model presents more flexibility in the data for population inference.

5. REFERENCES

Alves, R.F.S. (2016). *Estudo do crescimento de bovinos da raça Guzerá utilizando modelos não lineares mistos*. Dissertation, Federal University of Viçosa, Viçosa.

Báldi, A., Batáry, P., & Kleijn, D. (2013). Efeitos de pastagens e regiões biogeográficas na biodiversidade de pastagens na Hungria - analisando assembléias de 1200 espécies. *Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente*, 166, 28-34.

Campos, B. P. F., da Silva, G. F., Binoti, D. H. B., de Mendonça, A. R., & Leite, H. G. (2016). Predição da altura total de árvores em plantios de diferentes espécies por meio de redes neurais artificiais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(88), 375-385.

Campos, J.C.C., Leite, H.G. (2017). *Mensuração florestal: perguntas e respostas* (5ª ed.). Viçosa: Editora UFV.

Costa, E.A. (2014). *Modelo não linear misto para descrever o afinamento do tronco de Araucaria angustifolia no sul do Brasil*. Monografia de Especialização, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Curto, R., Wink, C., Araújo, E.J., Kohler, S. (2018). Modelos de relação hipsométrica por classe de aproveitamento em floresta de transição Cerrado-Amazônia no Mato Grosso. *Enciclopédia Biosfera*, 15, 687-700.

Cruz, R.M.D. (2020). *Critérios de informação e seleção de modelos lineares mistos*. Thesis, University of São Paulo, São Paulo.

Cysneiros, V.C. et al. (2020). Modeling of tree height–diameter relationships in the Atlantic Forest: effect of forest type on tree allometry. *Canadian Journal of Forest Research*, 50, 1289-1298.

Demidenko, E. (2013). *Mixed models: theory and applications with R*. John Wiley & Sons.

Falon, R.J.T. (2017). *Modelos de regressão lineares mistos sob a classe de distribuições normal-potência*. Thesis, University of São Paulo, São Paulo.

Finol, U.H. (1971). Nuevos parâmetros a considerar em el analisis estructural de las selvas virgenes tropicales. *Revista Florestal Venezolana*, 14, 29-42.

Gujarati, D.N., Porter, D.C. 2011. *Econometria básica-5*. Amgh Editora.

Hess, A.F., Braz, E.M., Thaines, F., & Mattos, P.P. (2014). Ajuste de relação hipsométrica para espécies da Floresta Amazônica. *Ambiência*, 10, 21-29.

Koury Sobrinho, R.M. (2019). *Caracterização dendrométrica e estimação da altura total de Tachi Branco (Tachigali vulgaris) em um plantio no Pará, um estado da Amazônia brasileira*. Monography, Federal Rural University of the Amazon, Brasil.

Little, R.C, Milliken, G.A, Stroup, W.W., Wolfinger, R.D., & Schabengerger, O. (2006). *SAS system for mixed models*. 2º ed. North Carolina: SAS Institute, Cary.

Lu J, Zhang L. 2012. Geographically Local Linear Mixed Models for Tree Height-Diameter Relationship. *Forest Science*, 58, 75–84.

Maia, A.G. 2019. *Econometria: conceitos e aplicações*. Saint Paul Editora.

Machado, I.E.S., Oliveira, M.P.C.A., Carvalho, M.G.C., Perez, C.A.M., Santana, T.F., Lima, A.V.C. (2019). Modelos hipsométricos ajustados para um fragmento de cerrado Sensus stricto tocantinense. *Revista Agrogeoambiental*, 11, 155-167.

Manfredi, C., Alaves, T.F., Barreto, P.A.B. (2013). Modelos hipsométricos para *Genipa americana* L. em plantio homogêneo no município de vitória da conquista, Bahia. *Enciclopédia Biosfera*, 9, 1495-1502.

Mello, M.N. (2014). *Modelo não linear misto aplicado a análise de dados longitudinais em um solo localizado em Paragominas, PA*. Thesis, University of São Paulo, São Paulo.

Mendonça, A.R., Carvalho, S.P.C., & Calegario, N. (2015). Modelos hipsométricos generalizados mistos na predição da altura de *Eucalyptus sp.* *Cerne*, 21, 107-115.

Nielsen, N.M., Smink, W.A.C., & Fox, J. (2021). Small and negative correlations among clustered observations: limitations of the linear mixed effects model. *Behaviormetrika*, 48, 1-27.

Pinheiro, J.C., Bate, D.M. (2000). *Mixed-effects Models in S and S-PLUS*. New York: Springer-Verlag.

Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., Heisterkamp, S., & Van Willigen, B. (2021). R Package ‘nlme’. *Linear and nonlinear mixed effects models, version*, 3(1).

R CORE TEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Resende, M.D.V., Silva, F.F., & Azevedo, C.F. (2014). *Estatística matemática, biométrica e computacional: Modelos mistos, multivariados, categóricos e generalizados (REML/BLUP), inferência bayesiana, regressão aleatória, seleção genômica, QTL-GWAS, estatística espacial e temporal, competição, sobrevivência*. Viçosa: Suprema gráfica e Editora Ltda.

Rocha, A.L.M.M. (2017). *Modelos lineares mistos: uma abordagem bayesiana*. Dissertation, University of Brasília, Brasília.

Santos, M.J.F., & Andrade, V.C.L. (2019). Modelos de relação hipsométrica para um fragmento de cerrado sensu stricto no sul do estado do Tocantins. *Magistra*, 30, 225-236.

Santos, L.N. (2018). Predição do consumo específico de combustível do harvester utilizando modelos lineares mistos e redes neurais artificiais. Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Sanquetta, C.R., Sanquetta, M.N.I., Bastos, A., Queiroz, A., & Dalla, C.A.P. (2017). Estimativa da altura e do volume em povoamentos jovens de restauração florestal em Rondônia. *BIOFIX Scientific Journal*, 2, 23-31.

Singer, L.G., Chowdhury, N.A., Faughnan, M.E., Granton, J., Keshavjee, S., Marras, T.K., & Tomlinson, G. (2015). Efeitos da idade do receptor e do diagnóstico no benefício da qualidade de vida relacionada à saúde do transplante de pulmão. *Jornal americano de medicina respiratória e de cuidados intensivos*, 192, 965-973.

Souza, H.S., Arruda, T.F.A., Vendruscolo, D.G.S., Chaves, A.G.S., & Motta, A.S. (2016). Modelos hipsométricos para eucalipto em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. *Nativa*, 4, 11-14.

Scolforo, J.R. (1997). *Manejo Florestal*. Lavras: UFLA/FAEPE.

Slaets, J.I., Boeddinghaus, R.S., Piepho, H. (2021). Linear mixed models and geostatistics for designed experiments in soil science: Two entirely different methods or two sides of the same coin?. *European Journal of Soil Science*, 72, 47-68.

Vanderschaaf, C.L., & McConnell, T.E. (2020). A mixed-effects height-diameter model for longleaf pine plantations in northern Florida and Georgia. *e-Gen. Tech. Rep. SRS-253*. Asheville, NC: US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 253, 60-66.

Vendruscolo, D.G.S., Chaves, A.G.S., Medeiros, R.A., Silva, R.D., Souza, H.S., Drescher, R., & Leite, H.G. (2017). Estimativa da altura de árvores de *Tectona grandis* Lf utilizando regressão e redes neurais artificiais. *Nativa*, 5, 52-58.

Yamanaka, S.E. (2018). *Modelos não lineares mistos em estudos de crescimento de frango de corte*. Dissertation, Federal University of São Carlos, Sorocaba.

Yamanouchi, TK. (2017). *Seleção de modelos lineares mistos utilizando critérios de informação*. Thesis, University of São Paulo, São Paulo.



ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES

VOLUME 3

Organizadores
Dr. ROBSON ANTONIO TAVARES COSTA

Prezados(as) leitores(as),

É com muita satisfação que apresentamos o terceiro 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!



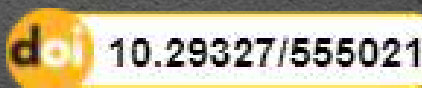
Editora Enterprising

www.editoraenterprising.net

E-mail: contacto@editoraenterprising.net

+55 61 98229-0750

CNPJ: 40.035.746/0001-55



ISBN 978-65-84546-06-6



9 786584 546066 >