



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS BRAGANÇA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL – PROFMAT

PAULO ALEXANDRE MOTA DO NASCIMENTO

**A MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO E AS FONTES ALTERNATIVAS DE
ENERGIA**

BRAGANÇA – PA
2020

PAULO ALEXANDRE MOTA DO NASCIMENTO

**A MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO E AS FONTES ALTERNATIVAS DE
ENERGIA**

Dissertação de Mestrado, apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Pará, campus Bragança, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Lázaro de Souza Albuquerque
Coorientador(a): Prof^a Dr^a Maria Augusta Raposo de Barros Brito

BRAGANÇA – PA
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)**

- N244m Nascimento, Paulo Alexandre Mota do.
A matemática no ensino médio e as fontes alternativas
de energia / Paulo Alexandre Mota do Nascimento. — 2021.
64 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Marcos Lázaro de Souza
Albuquerque
Coorientação: Prof^a. Dra. Maria Augusta Raposo de
Barros Brito
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Bragança, Programa de Mestrado
Profissional em Ensino da Matemática, Bragança, 2021.
1. Educação matemática. 2. Matemática aplicada. 3.
Educação ambiental. 4. Energias renováveis. 5.
Sequência didática. I. Título.

CDD 510.712

PAULO ALEXANDRE MOTA DO NASCIMENTO

A MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO E AS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Dissertação de Mestrado, apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Pará, campus Bragança, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Lázaro de Souza Albuquerque

Coorientador(a): Prof^a Dr^a Maria Augusta Raposo de Barros Brito

DATA DA AVALIAÇÃO: 26/07/2021

Após a apresentação do candidato a Banca Examinadora procedeu sua argumentação oral e houve por bem considera-lo: **aprovado**.


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Lázaro de Souza Albuquerque
(Orientador – PROFMAT/Campus Bragança/UFPA)



Prof. Dr. Edson Jorge de Matos
(Membro – PROFMAT/Campus Bragança/UFPA)



Prof. Dr. Marcelo Costa Santos
(Membro Externo – UFRA)

BRAGANÇA – PA
2020

**Dedico este trabalho a minha família,
em especial a minha esposa Regiane do
Socorro Costa Bessa por todo o apoio e
compreensão.**

AGRADECIMENTOS

A meu Deus, que sempre se faz presente em minha vida me direcionando no caminho do bem.

A minha mãe Iolanda Mota do Nascimento por ter me dado o prazer da vida.

Ao meu Pai Sebastião Sousa Do Nascimento, in memoriam; e minha avó Jacira Sousa do Nascimento, in memoriam, por sempre acreditarem que meus sonhos seriam possíveis de se tornarem realidade.

Aos meus irmãos Paulo Nascimento e Renata Nascimento pelo incentivo nessa caminhada.

A minha esposa Regiane do Socorro Costa Bessa que nos momentos de dificuldades me deu força para continuar.

As minhas filhas Izabela Noêmia Bessa do Nascimento e Paula Gabriela Bessa do Nascimento, por serem meu combustível para enfrentar todas as batalhas da vida.

Ao meu sogro Antônio Amadeu e minha sogra Antônia do Socorro por estarem sempre torcendo pela conquista de meus objetivos.

A UFPA campus Bragança representada pela coordenação do curso de licenciatura em Matemática que tanto lutou para implantação do mestrado profissional neste polo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Lázaro de Souza Albuquerque e coorientadora Prof^a Dr^a Maria Augusta Raposo de Barros Brito pelas horas dedicadas à leitura de minha dissertação, contribuindo com sugestões e críticas que foram fundamentais para meu trabalho.

A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Domingas da Costa Sousa representada pelo diretor Felipe Gardunho que foi um grande apoiador das atividades desenvolvidas nesse trabalho.

A professora Sueli Machado minha mãezona da escola Domingas da Costa Sousa.

Aos alunos do terceiro ano do ensino médio do turno da tarde que desenvolveram as atividades propostas com dedicação, comprometimento e parceria.

Também agradeço à todos os colegas de curso, pelo convívio e cooperação mútua durante estes anos.

Deixo a todos minha gratidão!

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”
Paulo Freire

RESUMO

Os projetos que interligam as questões ambientais e o ensino escolar compreendem ferramentas de destaque para melhorar a situação social e a qualidade da vida humana, sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável. Entretanto, o ensino da Matemática atualmente vai à contramão dessa perspectiva e tem demonstrado resultados preocupantes que revelam as marcas de um trabalho sem significado para o aluno, mostrando a necessidade de reinventar metodologicamente o ensino para melhor compreensão dos conhecimentos matemáticos e contextualização do aluno nos assuntos ambientais. Partindo deste pressuposto este trabalho tem por objetivo geral, utilizar conceitos e conteúdos de Matemática no Ensino Médio a fim de inserir os alunos no contexto da sustentabilidade energética e como objetivos específicos avaliar a concepção dos alunos sobre o tema energia, utilizar conteúdos matemáticos para que os alunos criem uma percepção crítica sobre seu consumo residencial de energia e, executar um projeto de Matemática e Educação Ambiental que desenvolva atividades metodológicas para o Ensino Médio explorando o uso das energias renováveis. Esta pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Domingas da Costa Sousa, localizada na zona rural do município de Bragança, estado do Pará. Como metodologia científica optou-se pela Pesquisa-ação por seu caráter participativo. A sequência didática desta pesquisa foi composta por oito atividades distribuídas em 27 aulas com duração de 45 minutos. Os discentes do 3º ano foram capazes de formar conceitos sobre energia e meio ambiente, bem como trabalha-los dentro dos conceitos de matemática como, equações lineares, média, porcentagem. Para além de analisar os seus consumos de energia os estudantes conseguiram aplicar os seus conhecimentos na análise de sistemas fotovoltaicos, calcular potência, probabilidade, custo e dominaram a interpretação destes. Todos os alunos que possuem tarifa classificada como baixa renda (16 discentes) verificaram que o valor de 1 kWh é igual a R\$ 0,2294 para consumo em até 30 kWh. O valor de R\$ 0,3932 foi identificado por 14 destes alunos para um consumo entre 30 e 70 kWh. No contexto da matemática e o empreendedorismo os discentes conseguiram dimensionar um projeto de sistema fotovoltaico e apresenta-los ao professor. Os discentes demonstraram ter absorvido o aprendizado na construção e apresentação de maquetes que representaram as diferentes fontes de energia, seus benefícios e malefícios. A metodologia de ensino aplicada aos alunos de 3º de ensino médio obteve grande aceitação e envolvimento deles em relação à proposta. A interdisciplinaridade e a contextualização tornaram o aprendizado mais significativo, participativo e atraente.

Palavras-chave: Educação Matemática. Matemática Aplicada. Educação Ambiental. Energias Renováveis. Sequência Didática.

ABSTRACT

The projects that link environmental issues and school education comprise excellent tools to improve the social situation and the quality of human life, in the perspective of sustainable development. However, the teaching of mathematics currently goes against this perspective and has shown worrying results that reveal the marks of work without meaning for the student, showing the need to methodologically reinvent teaching for a better understanding of mathematical knowledge and contextualization of the student in environmental matters. Based on this assumption, this work has the general objective of using concepts and contents of Mathematics in High School in order to insert students in the context of energy sustainability and as specific objectives to evaluate the students' conception on the energy theme, to use mathematical contents so that the students create a critical perception about their residential energy consumption and, execute a project of Mathematics and Environmental Education that develops methodological activities for High School exploring the use of renewable energies. This research was carried out at the Domingas da Costa Sousa State Elementary and High School, located in the rural area of the municipality of Bragança, state of Pará. As a scientific methodology, Action Research was chosen because of its participatory nature. The didactic sequence of this research was composed of eight activities distributed in 27 classes lasting 45 minutes. The students of the 3rd year were able to form concepts about energy and the environment, as well as work them within the concepts of mathematics such as, linear equations, average, percentage. In addition to analyzing their energy consumption, students were able to apply their knowledge in the analysis of photovoltaic systems, calculate power, probability, cost and dominated their interpretation. All students with a tariff classified as low income (16 students) found that the value of 1 kWh is equal to R \$ 0.2294 for consumption up to 30 kWh. The value of R \$ 0.3932 was identified by 14 of these students for consumption between 30 and 70 kWh. In the context of mathematics and entrepreneurship, students were able to design a photovoltaic system project and present them to the teacher. The students demonstrated to have absorbed the learning in the construction and presentation of models that represented the different sources of energy, their benefits and harms. The teaching methodology applied to high school students obtained great acceptance and involvement from them in relation to the proposal. Interdisciplinarity and contextualization made learning more meaningful, participatory and attractive.

Keywords: Mathematical Education. Applied math. Environmental education. Renewable energy. Following teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da geração de energia elétrica por fonte em 2018 (mil Twh) escala global.....	20
Figura 2 - Matriz elétrica brasileira em 2018.....	22
Figura 3 - Cálculo realizado pela aluna B para as diferentes taxas de acordo o valor consumido.	30
Figura 4 - Gráfico esboçado pelo aluno N.	32
Figura 5 - Gráfico esboçado pelo aluno L.....	33
Figura 6 - Resposta do aluno Q quando questionados sobre quais medidas podem ser tomadas para se evitar o desperdício e prevenir uma crise energética.	34
Figura 7 - Visita técnica a estação fotovoltaica da Igreja matriz de Bragança-PA....	36
Figura 8 - Cálculo da quantidade de placas na estação fotovoltaica.	37
Figura 9 - Cálculo da área ocupada pela estação fotovoltaica.....	37
Figura 10 - Conta de energia da malharia, usada como base pelos alunos.....	40
Figura 11 - Logomarca da empresa fictícia 1.....	41
Figura 12 - Logomarca da empresa fictícia 2.....	41
Figura 13 - Cálculos da etapa I do dimensionamento.....	42
Figura 14 - Maquete sobre energia solar.....	455
Figura 15 - Maquete sobre energia eólica.	46
Figura 16 - Maquete antes da implantação da barragem da hidrelétrica.	47
Figura 17 - Maquete depois da implantação da barragem da hidrelétrica.....	48

SUMÁRIO

1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
1.1.	Justificativa	10
1.2.	Objetivos	12
1.2.1.	Objetivo geral.....	12
1.2.2.	Objetivos específicos	12
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1.	Ensino da matemática no brasil	13
2.1.1.	Educação Matemática no ensino médio na Base Nacional Comum Curricular ...	14
2.2.	Educação para o Desenvolvimento Sustentável	16
2.3.	Energia	18
2.3.1.	Energia de fontes convencionais	19
2.3.2.	Energia de fontes alternativas.....	20
2.3.3.	Produção de energia no contexto nacional	21
3.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
3.1.	Escolha do tema	24
3.2.	Sequência didática	25
3.3.	Avaliação discente e análise dos resultados.....	27
4.	A MATEMÁTICA E A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA	28
5.	ENERGIAS ALTERNATIVAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO.....	35
5.1.	Visita e dimensionamento do sistema fotovoltaico da igreja.	35
5.2.	Trabalhando o empreendedorismo através da criação de uma empresa do ramo fotovoltaico.....	38
5.3.	Atividade de educação ambiental com construção das maquetes	43
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
7.	REFERÊNCIAS	51
7.1.	APÊNDICE A – Questionário referente ao consumo elétrico residencial dos alunos	57
7.2.	APÊNDICE B – Questionário referente ao sistema solar fotovoltaico da Igreja Matriz de Bragança, Pará	59
7.3.	APÊNDICE C – Questionário referente a criação de uma empresa e dimensionamento de um sistema fotovoltaico.....	61

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. Justificativa

O ensino, de acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, é extremamente importante para estabelecer atitudes nas pessoas em prol da capacidade de avaliar os problemas do Desenvolvimento Sustentável e abordá-los em outros contextos. Segundo a Agenda 21¹, o Desenvolvimento Sustentável deve integrar-se em todas as disciplinas do ensino e introduzir métodos formais e não formais usando meios efetivos de comunicação, através de abordagem multidisciplinar, envolvendo as questões ambientais e desenvolvimento de seus aspectos.

Os projetos que interligam as questões ambientais e o ensino escolar compreendem ferramentas de destaque para melhorar a situação social e a qualidade da vida humana, sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, com o intuito de aumentar a massa crítica relacionada às problemáticas ambientais (SILVEIRA; GROENWALD, 2005).

Entretanto, o ensino da Matemática atualmente vai à contramão dessa perspectiva e tem demonstrado resultados preocupantes que revelam as marcas de um trabalho sem significado para o aluno, mostrando a necessidade de reinventar metodologicamente o ensino para melhor compreensão dos conhecimentos matemáticos e contextualização do aluno nos assuntos ambientais (SILVEIRA; GROENWALD, 2005).

A falta de compreensão com relação ao papel da Matemática no conhecimento humano constitui uma das principais dificuldades de que padece seu ensino pela na maioria dos estudantes. Há uma visão distorcida que inverte a relação fundamental existente entre os objetos matemáticos e a realidade concreta (SILVEIRA, 2003).

É importante que os conceitos matemáticos estejam ligados, sempre que possível, a uma questão de relevância social, demonstrando ao educando que a matemática é uma ferramenta útil na compreensão das diferentes situações do nosso cotidiano (SILVA; BOFF; SILVA, 2017). Ainda segundo os autores, a contextualização

¹Agenda 21 é um documento gerado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (também conhecida como ECO-92). Este documento, de acordo com Brasil (1995) é reconhecidamente uma ferramenta de trabalho para o século XXI que tem como principal objetivo promover sociedades mais sustentáveis.

da matemática parte da busca permanente do educador em promover situações que possibilitem a inclusão dos temas no cotidiano do aluno.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino da matemática no ensino médio tem como competência específica 1²:

utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral (BRASIL, 2017, p. 532).

Além disso, a BNCC também destaca a importância da matemática na contextualização do meio ambiente na competência específica 2, ao qual retrata a importância de criar ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas sociais, como os voltados a situações de sustentabilidade, mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.

Nesse cenário, destaca-se, particularmente as questões voltadas para o item energia, especialmente as energias de fontes alternativas, que são bases fundamentais para o desenvolvimento sustentável. A produção de energia e seu uso podem provocar diversos impactos ao meio ambiente, sendo necessárias ações para reduzir os impactos energéticos, como o maior uso de fontes alternativas de energia, particularmente as renováveis que possibilita um aumento de eficiência na distribuição de energia e redução no uso de energia per capita em todos os setores, e grande aumento de eficiência no uso doméstico, industrial, empresarial e de transporte (SILVEIRA; GROENWALD, 2005).

Assim, a necessidade de utilizar a Matemática como um mecanismo que possibilita inserção dos alunos nos aspectos ambientais, particularmente na importância das energias renováveis, principalmente ao considerar que nas competências específicas 3 é proposta a habilidade de “resolver e elaborar problemas que envolvem grandezas compostas, determinadas pela razão ou pelo produto de duas outras, como velocidade, densidade demográfica, energia elétrica etc.” (BRASIL, 2018, p. 529), mencionando assim, a energia elétrica.

²Na BNCC, competência é caracterizada como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018).

Portanto, os conceitos e conteúdos de Matemática do Ensino Médio podem ser elementos chaves para o desenvolvimento de temas transversais no ensino, como o tema energia e sustentabilidade, que além de abordar questões ligadas ao meio ambiente, permite o aluno enxergar a Matemática no seu dia a dia.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Utilizar conceitos e conteúdos de Matemática no Ensino Médio a fim de inserir os alunos no contexto da sustentabilidade energética

1.2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a concepção dos alunos sobre o tema energia;
- Utilizar conteúdos matemáticos para que os alunos criem uma percepção crítica sobre seu consumo residencial de energia;
- Executar um projeto de Matemática e Educação Ambiental que desenvolva atividades metodológicas para o Ensino Médio explorando o uso das energias renováveis.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ensino da matemática no Brasil

A Matemática é uma ciência extremamente essencial não apenas para aqueles que se propõe a seguir uma carreira em alguma área das ciências exatas, como para qualquer cidadão comum, em sua rotina diária. Todavia, apesar da sua inegável importância, o ensino/aprendizagem da Matemática há muito tempo tem sido um desafio constante para alunos e professores, onde na maioria das vezes os alunos não compreendem o que foi repassado pelo professor (OLIVEIRA, 2016).

Segundo Silveira (2003, p. 46), analisando vários pontos de vista, o ensino da Matemática no Brasil deixa muito a desejar, uma vez que:

- a) O grau de aprendizagem está entre os mais baixos do mundo, conforme as avaliações internacionais têm mostrado;
- b) Os conteúdos ensinados são extremamente alienados da realidade da grande massa da população e muito pouco relevantes às profissões técnicas, limitando-se, em essência, ao ensino de regras e à aplicação de fórmulas em problemas pré-fabricados e fantasiosos;
- c) É um instrumento de repressão social, pois prepara os filhos das classes econômicas mais poderosas para fazerem o exame vestibular enquanto os menos afortunados vão precisar passar por filtros matemáticos em concursos de acesso a empregos ou cursos de prestígio não universitário.

A maior problemática no ensino da matemática no Brasil está que muitos alunos, de diferentes idades e níveis de conhecimento, apresentam dificuldades de aprendizagem nas disciplinas de Ciências Exatas em função da metodologia de ensino. A maioria das metodologias relaciona a matemática com memorização de fórmulas e conceitos e a resolução de extensos cálculos. Dificilmente conseguem estabelecer relação desses conceitos com o seu cotidiano e tampouco os utilizam para explicar acontecimentos diários (HENNEMANN, 2012).

Para Porto, Ramos e Goulart (2009), as metodologias de ensino nas aulas de ciências, assim como nas demais disciplinas escolares, devem ser planejadas a fim de que as ideias, as teorias e o conhecimento que os alunos trazem consigo possam ser aproveitadas, completadas e desenvolvidas.

De acordo com Hennemann (2012), a maneira para contornar esse desafio do ensino da matemática é propor “aulas mais contextualizadas e interdisciplinares em que se estabeleçam relações nas diferentes áreas do ensino”. O autor ainda frisa que:

espera-se que o aluno, ao aprender os conteúdos de forma interdisciplinar, conscientize-se de que o ensino lhe fornece uma melhor compreensão do contexto e da realidade em que está inserido e não somente uma nota na avaliação que lhe dará ou não a aprovação. Ao

término, almeja-se que ele saiba aplicar, em situações cotidianas, conceitos e teorias trabalhadas em aula, estabelecendo relações com outros fenômenos à sua volta (HENNEMANN, 2012).

Ensinar Matemática combinando história, teoria e prática é uma maneira suave e heterogênea de falar o mesmo conteúdo com percepções variadas, sem provocar desconforto para o aluno (OLIVEIRA, 2016). Entender a Matemática de forma significativa ajuda o aluno reformular um conhecimento, quando estiver esquecido, o que proporciona um bom uso da memória. D'AMBRÓSIO (2009) afirma que a ação gera a capacidade de explicar, de lidar, de manejar e de entender a realidade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Ensino Médio destacam que os currículos sejam estruturados em áreas do conhecimento e sigam as conjecturas da interdisciplinaridade, da contextualização, da diversidade e da autonomia e ainda aconselham que o ensino que, atualmente, na grande maioria das práticas pedagógicas, é trabalhado de forma abstrata, seja estabelecido a partir de situações reais. Ressaltam, também, a importância de tornar as práticas educativas interdisciplinares, que vão muito além da mera justaposição de disciplinas:

Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos (BRASIL, 1999, p. 35 e 36).

2.1.1. **Educação Matemática no ensino médio na Base Nacional Comum Curricular**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos necessitam desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, a fim de que tenham afirmados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que prescreve o Plano Nacional de Educação (PNE). Este documento normativo aplica-se exclusivamente à educação escolar, tal como a define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996)¹, e está guiado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam o desenvolvimento humano integral e à construção de uma

sociedade justa, democrática e inclusiva, como fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN).

A BNCC tem como base pedagógica a interdisciplinaridade e a contextualização e determina a organização das disciplinas em áreas constituídas de disciplinas afins, sendo uma delas a área de Matemática e suas Tecnologias. Assim, a proposta pedagógica da área, com a seleção de conteúdo, temas e recursos, deve se formar como um espaço de conversação entre diferentes percepções para os fenômenos da natureza, mas que compartilham o pensar científico como forma específica de pensar, registrar e validar fatos e relações (SILVEIRA, 2003).

Na sugestão para o Ensino Médio, o ensino de Matemática tem a função não somente de induzir o aluno a ter acesso à Matemática como ciência, com suas peculiaridades e conceitos específicos, bem como de permitir a ele se apropriar da linguagem que as ciências naturais e sociais utilizam para descrever fenômenos diversos e de aprofundar seu conhecimento sobre procedimentos matemáticos de enfrentamento e resolução de situações/problema (SILVEIRA, 2003).

Nessa perspectiva, aprender Matemática traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades de pensamento, que são fundamentalmente formadoras à medida que instrumentalizam e estruturam o pensar do aluno, capacitando-o para tirar conclusões, estabelecer argumentações, analisar e avaliar, tomar decisões, generalizar, e para muitas outras ações de pensamento que se espera da pessoa ao final do Ensino Médio (SILVEIRA, 2003).

A BNCC da área de Matemática e suas Tecnologias sugere a consolidação, a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental. Para isso, estabelece repassar, de modo mais inter-relacionado, os conhecimentos já explorados na etapa anterior, a fim de permitir que os estudantes arquitetem uma visão mais integrada da Matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade (BRASIL, 2018).

No Ensino Médio o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos. Por conseguinte, quando a realidade é a referência, é necessário considerar as vivências cotidianas dos estudantes do Ensino Médio.

Considerando essas conjecturas, e em articulação com as competências gerais da Educação Básica e com as da área de Matemática do Ensino Fundamental, no Ensino Médio, a área de Matemática e suas Tecnologias deve garantir aos estudantes

o desenvolvimento de competências específicas. Sendo assim, a Base Nacional Comum Curricular atribui cinco competências específicas de matemática e suas tecnologias para o ensino médio:

1. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.
2. Propor ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas sociais, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
3. Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.
4. Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.
5. Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas (BRASIL, 2018, p. 523).

2.2. Educação para o Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento baseado no uso não sustentável dos recursos naturais, em prol das necessidades humanas, imposta pelo modelo capitalista de produção, bem como, o aumento das desigualdades sociais em detrimento deste mesmo modelo, vem causando intensa degradação socioambiental no mundo desde o início de século XX. Neste contexto, este tipo de desenvolvimento vem sendo questionado, e começa a ser discutido nas grandes agendas mundiais sobre desenvolvimento e meio ambiente (ROCHA, 2003).

Para tanto o termo sustentabilidade é estabelecido em 1987, a partir da publicação do Relatório Brundtland intitulado “Nosso Futuro Comum”, este propõe que sejam conservados e protegidos todos os recursos naturais para atender as necessidades das presentes e futuras gerações. Essa proposta parte do pressuposto do alto desequilíbrio ambiental promovido principalmente pela ausência de uma gestão eficiente dos agroecossistemas e da forma como lidamos com o meio ambiente. Assim o desenvolvimento sustentável pauta-se como sendo “o atendimento

das necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras terem as suas também satisfeitas” (SOUSA et al., 2005, p. 104).

Para Cândido (2010), o conceito de desenvolvimento sustentável surgiu devido o atual modelo de desenvolvimento ser altamente baseado no crescimento das relações de produção e de consumo, implicando no crescimento do nível de degradação dos recursos naturais.

O desenvolvimento sustentável se alia a educação quando a Recomendação 114 da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (CMDs) afirma a necessidade de integrar o desenvolvimento sustentável nos sistemas de ensino, em todos os níveis educativos, a fim de promover o papel da educação como agente-chave de mudança (BARBIER; DA SILVA, 2011). Desde este momento termos como a “Educação para a sustentabilidade”, “educação para um futuro sustentável”, “educação para o desenvolvimento sustentável” passaram a ser expressões usadas como sinônimas nos documentos da ONU e da Unesco.

Documento da Unesco de 1997 expõem a necessidade de que a educação seja trabalhada em prol do desenvolvimento sustentável quando afirma que as raízes de uma educação para o desenvolvimento sustentável estão firmemente implantadas na Educação Ambiental, que, em sua breve trajetória, se esforçou para alcançar metas e resultados similares aos inerentes ao conceito de desenvolvimento sustentável, e compreendem um amplo espectro de dimensões ambientais, sociais, éticas, econômicas e culturais (BARBIER; DA SILVA, 2011).

Já em 1999 a educação ambiental ganhou notoriedade com a promulgação da Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que instituiu uma Política Nacional de Educação Ambiental. Por meio desta, foi estabelecida a obrigatoriedade da Educação Ambiental em todos os níveis do ensino formal da educação brasileira. A lei 9.765/99 precisa ser mencionada como um marco importante da história da educação ambiental no Brasil, porque ela resultou de um longo processo de interlocução entre ambientalistas, educadores e governos (BRASIL, 1999).

Seguindo esta linha de entendimento, destaca-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997, p. 25):

[...] Eleger a cidadania como eixo vertebrado da educação escolar implica colocar-se explicitamente contra valores e práticas sociais que desrespeitem aqueles princípios, comprometendo-se com as perspectivas e as decisões que os favoreçam. Isto refere-se a valores, mas também a conhecimentos que permitam desenvolver as capacidades necessárias para a participação social efetiva. Uma pergunta deve ser então respondida: as áreas

convencionais classicamente ministradas pela escola, como Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia, não são suficientes para alcançar esse fim? A resposta é negativa.

A Educação Ambiental tem assumido nos últimos anos o papel de garantir a construção de uma sociedade sustentável, em que se promovam, na relação com o planeta e seus recursos, valores éticos como cooperação, solidariedade, generosidade, tolerância, dignidade e respeito à diversidade (CARVALHO, 2006).

Dias (2004), afirma que a Educação Ambiental na escola não deve ser conservacionista, ou seja, aquela cujos ensinamentos conduzem ao uso racional dos recursos naturais e à manutenção de um nível ótimo de produtividade dos ecossistemas naturais ou gerenciados pelo Homem, mas aquela educação voltada para o meio ambiente que implica uma profunda mudança de valores, em uma nova visão de mundo, o que ultrapassa bastante o estado conservacionista.

A educação ambiental deve ser trabalhada na educação formal, ressaltando-se que esta deve ocorrer de forma interdisciplinar. Uma vez que está inserida em todos os âmbitos do conhecimento (CARVALHO, 1998). Neste ponto surge a abertura para que a matemática, ciências e outras disciplinas trabalhem em prol do desenvolvimento sustentável usando a educação Ambiental como ferramenta.

2.3. Energia

O estudo sobre energia tem grande relevância, principalmente, quando se considera o que defende Angotti (1991, p. 115) sobre a energia ser a “grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra, balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade”.

É notório que ao longo de sua existência, a humanidade passou por diferentes fases de evolução, o que também influenciou nas formas de uso e no tipo de matéria-prima para obtenção de energia (MAUES, 2009). Neste sentido, o estudo referente a energia torna-se ainda mais relevante quando se considera que a energia está ligada a todas as atividades humanas, com a energia primária, proveniente em grande parte de fontes não renováveis, sendo a principal fonte até hoje utilizada.

Neste contexto, surge a energia elétrica que é classificada como uma fonte secundária de energia que é produzida a partir de energia primária mediante conversores (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005). Segundo a Agência Internacional de

Energia (IEA em inglês), em seu último relatório *World Energy Outlook*, a eletricidade continua sendo o setor que apresenta maior demanda de energia primária (IEA, 2019).

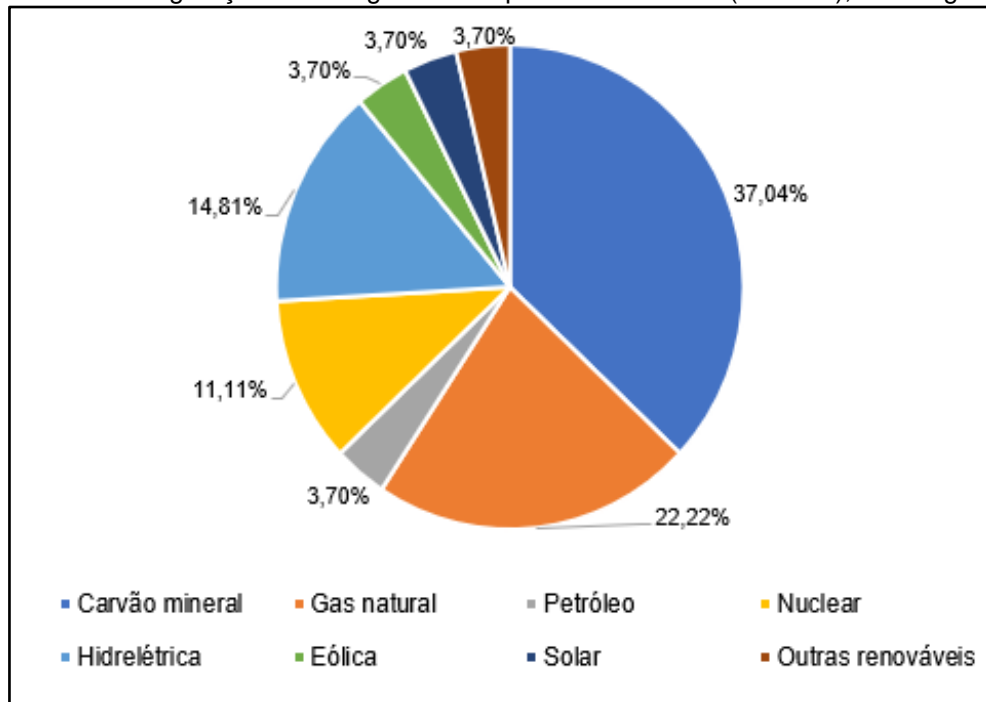
2.3.1. **Energia de fontes convencionais**

Matematicamente, a energia elétrica pode ser entendida como a Potência elétrica consumida em um intervalo de tempo, sendo medida em Joule (J) ou watt.segundo (W.s) (MARKUS, 2004).

A energia elétrica de fontes convencionais é a energia gerada a partir de recursos considerados finitos ou que possua uma renovação lenta na natureza, com reposição realizada em tempos geológicos (processos que dependem de condições ideais de temperatura e pressão ao longo de milhões de anos) (EPE, 2019). São exemplos destas fontes, a nuclear e as fontes fósseis, como petróleo, gás natural, carvão mineral.

Em escala global a eletricidade gerada por fontes convencionais ainda são as principais, com carvão mineral, o gás natural e a nuclear, representando, respectivamente, 37,04%, 22,22% e 11,11% das fontes mais usadas para produção desta energia (Figura 1). Esta realidade aponta para a grande dependência que o desenvolvimento humano continua a ter de fontes não renováveis de energia.

Figura 1 – Gráfico da geração de Energia Elétrica por fonte em 2018 (mil TWh), escala global.



Fonte: adaptação de IEA (2019).

Para além da preocupação com o uso de recursos tidos como não renováveis, o uso de fontes convencionais, principalmente, de origem fóssil, promove uma outra discussão, as mudanças climáticas. Esta associação entre o uso de fontes fósseis e o clima se dá, pelo fato de recursos fósseis liberarem altas quantidades de CO₂.

Tal afirmativa se torna válida ao considerar que no ano de 2018, o aumento da demanda de energia elétrica, no contexto mundial, promoveu um recorde de emissão de CO₂ no setor elétrico, que atualmente, ainda tem como principais recursos geradores, as fontes convencionais fósseis (IEA, 2019), como demonstrado no gráfico acima.

2.3.2. Energia de fontes alternativas

Fontes de energias consideradas alternativas, também conhecidas como renováveis, são aquelas que tem como principal característica serem inesgotáveis, uma vez que sua reposição é constante, sendo os principais exemplos as energias: hídrica, eólica, solar, biomassa, geotérmica, oceânica, hidrogênio (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Além de se renovarem a uma taxa constante, outra vantagem destes tipos de fontes são as baixas emissões de gases do efeito estufa, o que permite classificá-las como energias limpas (EPE, 2019). Estas fontes alternativas passaram a ser consideradas na matriz energética mundial em um contexto de crise, especificamente, durante a crise do petróleo na década de 1970 (BORGES et al., 2016), através de um esforço por construir uma segurança energética, além de diminuir os problemas ambientais e de abastecimento (SILVA; RODRIGUES, 2015).

Nesta perspectiva, no decorrer dos anos, as fontes alternativas para obtenção de energia elétrica vêm ganhando espaço na matriz energética mundial, alcançando no ano de 2018, um percentual de 25,91% na produção de energia elétrica, com a energia hidrelétrica apresentando maior peso dentro deste cenário (14,81%), como expresso no Gráfico 1.

2.3.3. **Produção de energia no contexto nacional**

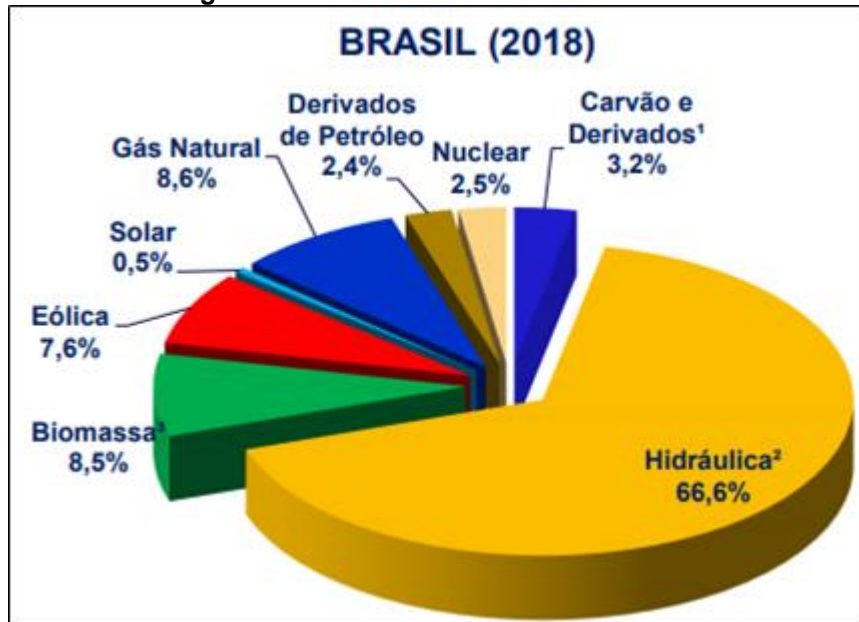
O Brasil já vivenciou uma grande crise relacionada a energia elétrica na primeira década do século XXI, causada por diversos motivos (GOLDEMBERG; LUCON, 2007; SAUER, 2015; HAGE, 2019). Pode-se destacar a seca prolongada, irregularidade na distribuição de energia e o preço da tarifa como os principais fatores climáticos e políticos que foram responsáveis pelos “apagões” de 2001, trazendo prejuízos econômicos a vários setores, além de deixar uma parcela da população brasileira, principalmente, do Norte e Nordeste sem acesso à energia elétrica (CORREIA; MOURA, 2018).

Em um contexto mundial de matriz energética, o Brasil se diferencia como um país que desde a criação de seu Sistema Elétrico Nacional (SEN) possui fontes renováveis na geração da eletricidade, sendo a energia proveniente de hidroelétricas a principal responsável por esta conquista (FORQUIM; MUNDO NETO, 2018).

Esta afirmativa se fortalece ao considerar dados apresentados no relatório de Balanço Energético Nacional, do ano de 2018, em que se verifica que 45,3% da matriz energética brasileira é oriunda de fontes alternativas/renováveis (EPE, 2019b). Dentro desta porcentagem, as principais fontes alternativas utilizadas no país são a biomassa da cana-de-açúcar (17,4%), hidráulica (12,6%), lenha e carvão vegetal (8,4%) e lixiviados e outras renováveis (6,9%).

Ao considerar o setor elétrico, este é composto majoritariamente por fontes renováveis, com 83,2% da energia elétrica produzida em 2018, provenientes de energias alternativas, com destaque para hidrelétricas (66,6%), biomassa (8,5%), eólica (7,6%) e solar (0,5%) (EPE, 2019b) (Figura 2).

Figura 2 - Matriz elétrica brasileira em 2018.



Fonte: EPE, 2019

Este cenário reafirma a ideia defendida por Goldemberg e Moreira (2005) de que a geração de energia brasileira é, relativamente, “limpa”. Porém, é evidente a grande dependência do Brasil quanto a energia hidráulica, que pode torna-se um problema se considerar as oscilações pluviométricas existentes no país (CORREIA; MOURA, 2018).

Dentro desta perspectiva, é preciso investimentos e apoio para que outras fontes de energias alternativas cresçam e diminuam a disparidade ainda existente na matriz brasileira. Principalmente ao considerar que o Brasil possui um dos maiores potenciais para energia eólica do mundo (HODGE, 2011), além de radiação solar favorável a produção de energia solar (MENDES; ERTHAL JÚNIOR; HOSKEN, 2013).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Domingas da Costa Sousa, localizada na zona rural do município de Bragança, estado do Pará. As atividades foram desenvolvidas com 19 alunos de uma turma de terceiro ano do ensino médio, durante o segundo semestre do ano letivo de 2019.

Como metodologia científica optou-se pela Pesquisa-ação por seu caráter participativo. Este método tem como principal característica o envolvimento direto dos sujeitos da pesquisa ao promover um processo reflexivo, análise da realidade, além de produzir conhecimentos e solucionar problemas, exigindo uma maior relação entre a teoria e a prática no desenvolvimento de novos saberes (TOLEDO; JACOBI, 2013).

Ainda para os autores supracitados a Pesquisa-ação na educação tornou-se um ponto chave na busca de uma postura mais investigativa dos professores capaz de promover mudanças políticas e institucionais na educação, como defende educadores como Paulo Freire.

Nessa perspectiva, ao desenvolver um trabalho por meio da Pesquisa-ação é preciso aliar objetivos práticos e de conhecimento, uma vez que existe uma interrelação entre teoria e prática, em que os objetivos práticos conduzem a solução dos problemas, enquanto os de conhecimento possibilitam o esclarecimento destes problemas, promovendo também atitudes transformadoras no processo (THIOLLENT, 2011). Portanto, ao se utilizar deste método na educação é possível encontrar novas trajetórias para o educar, novas metodologias transformadoras da realidade, além de permitir reflexões sobre as práticas e suas finalidades, possibilitando continuidade do seu desenvolvimento ao passo que se entende sua importância (CAMPOS, 2017).

Para Lewin (1946) a Pesquisa-ação para ser realizada precisa de três etapas essenciais: planejamento, ação e encontro de fatos sobre os resultados da ação. No entanto, estas fases não devem ser desenvolvidas como sendo começo, meio e fim, mas sim como um espiral cíclico, em que a fase do planejamento deve ser realizada novamente após o encontro dos fatos, para que as ações sejam cada vez mais adequadas às necessidades coletivas (LEWIN, 1946). Nesse sentido, este trabalho foi organizado de forma que o planejamento ocorresse constantemente, com possibilidade de modificação, a partir da observação, para que fosse possível refazê-lo, adequando as atividades ao contexto e aos sujeitos participantes, para que assim a ação se ajustasse às necessidades encontradas na realidade.

Diante do exposto, a etapa do planejamento nesta pesquisa consistiu na escolha do tema e elaboração das atividades para a sequência didática e das avaliações que foram desenvolvidas. A ação se refere na aplicação das sequências didáticas (atividades desenvolvidas). Por fim, o encontro dos fatos sobre os resultados das ações foi constituído através das observações do dia-a-dia, das avaliações e da reação dos alunos diante das ações e na própria dificuldade do professor-pesquisador.

Assim, neste processo de investigação e ação, todos os sujeitos envolvidos ao mesmo tempo que aprendem também ensinam, haja vista que, de acordo com Tozoni-Reis (2007), para além dos conhecimentos existentes que são compartilhados, também são gerados novos conhecimentos no processo. Salienta-se que para a produção deste conhecimento é preciso promover o diálogo entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa, para que a troca de saberes seja possível, reforçando ainda que a valorização do conhecimento popular neste diálogo é de extrema importância para que as trocas ocorram (DEMO, 2007).

3.1. Escolha do tema

A primeira etapa do planejamento foi a escolha do tema e dos assuntos que seriam abordados no ensino da Matemática a partir deste tema central. A escolha da temática de energia elétrica se ancora na BNCC, que traz a energia elétrica nas habilidades propostas para o eixo Matemática e suas tecnologias, quando trata da elaboração e resolução de problemas (EM13MAT314) (BRASIL, 2018).

Para além da BNCC a escolha pelo tema energia elétrica com foco nas energias alternativas também se fundamenta nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que em seu objetivo sete pretende “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e todas” (ONU, 2020).

Tratar o ensino da Matemática a partir desta temática parte do pressuposto de uma educação libertadora que proporcione a interação entre os indivíduos e suas condições de existência (FREIRE, 1987). Além do ensino da Matemática, abordar as fontes energéticas para geração de energia também encontra-se dentro de temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) elencados por autores como Santos (2002), Bybee e Mau (1996), Towse(1986) e Merrryfield (1991).

Nesta perspectiva, a escolha de se trabalhar a energia elétrica, com base em fontes alternativas, além de proporcionar a abordagem dos conteúdos matemáticos, possui uma grande relevância social e tem abrangência a nível local, nacional e global, como defende Freire (1996) e Boff (1996) quanto a escolha de temas a serem abordados em sala de aula.

3.2. Sequência didática

Para Leal (2013) uma sequência didática é composta por um conjunto de atividades, estratégias e intervenções que são desenvolvidas com a orientação de um professor, não se tratando apenas de um plano de aula, mas sim de uma sequência de aulas construídas com o objetivo de estudar um tema ou assunto em um intervalo de tempo.

A sequência didática proposta neste trabalho fugiu do tradicional, não usando apenas aulas expositivas, em que no processo de aprendizagem o professor seria ativo e os alunos passivos. Assim, o que pretendeu-se foi tornar o professor-pesquisador um mediador deste processo, ocorrendo de forma dialógica, em que buscou-se realizar além da transferência de saberes, uma comunhão de ideias, para a transformação da realidade, como propõe Paulo Freire (1970).

Nesse sentido, a sequência didática planejada buscou a partir da problematização e do diálogo facilitar o entendimento da Matemática e, principalmente, de como ela está ligada ao dia-a-dia, nos aspectos sociais, culturais, econômicos, políticos e ambientais.

Para tanto, Santos (2007) afirma que uma educação pautada neste formato deve para além de modificar os conteúdos programáticos, promover também mudanças nas metodologias usadas e nas formas de avaliação, sendo preciso usar meios informais de divulgação de conteúdos científicos em sala de aula e realizar visitas programadas em espaços não formais.

Partindo destes pressupostos, a sequência didática desta pesquisa foi composta por 8 atividades distribuídas em 27 aulas com duração de 45 minutos. No dia 23 de setembro de 2019, foi utilizada uma aula para primeira atividade que consistiu na elaboração de frases sobre energia para avaliar a concepção dos alunos sobre o assunto. Após este momento, foi utilizada duas aulas para exibição do documentário “Geração de Energia”, que teve por objetivo permitir a familiaridade dos

estudantes com as atuais fontes geradoras de energia e como ela se dá no dia-a-dia, com debate sobre o tema no final do vídeo.

A segunda parte da pesquisa foi iniciada no dia 30 de setembro de 2019 totalizando 4 aulas, sendo as duas primeiras utilizadas para exibição do documentário “A batalha de Belo Monte” e análise da fatura de energia de cada aluno. O documentário teve como objetivo apresentar a principal fonte energética do Brasil e as problemáticas envolvidas, bem como entender como funciona a geração, transmissão e consumo, para que posterior ao vídeo os alunos conseguissem realizar a análise das faturas de energia elétrica de suas casas a partir de um questionários contendo perguntas que envolviam o consumo (Apêndice A). O objetivo desta análise foi trabalhar com os alunos os conteúdos: operações fundamentais com números decimais, estatística (média, moda, mediana), porcentagem, análise de gráficos e função polinomial do primeiro grau (função afim).

As duas últimas aulas deste dia foram utilizadas para explicar de forma resumida todos os conteúdos trabalhados na análise do consumo residencial dos alunos, para que eles pudessem compreender como a matemática encontra-se inserida no seu dia-a-dia.

Para que fosse possível realizar a terceira atividade avaliativa da pesquisa, no dia 03 de outubro de 2019, os alunos assistiram ao documentário “Dimensionamento do sistema solar fotovoltaico” (utilização de duas aulas), e também ocorreu a explanação dos conteúdos (em duas aulas também) de porcentagem, regra de três simples, cálculo de área de figuras planas e trigonometria do triângulo retângulo.

A partir dessas atividades, no dia 07 de outubro de 2019 ocorreu a visita ao sistema fotovoltaico da Igreja Matriz de Bragança, localizada na sede do município. A partir deste ambiente não formal de ensino foi explicado a eles, na prática (durante o período de quatro aulas), como funciona um sistema de energia solar, como as placas estão conectadas. Durante a visita os alunos foram divididos em duas equipes e receberam um questionário (Apêndice B) com perguntas e informações referentes ao sistema da igreja, para que pudessem analisar a eficiência do sistema implantado. A partir desse questionário os alunos também realizaram o dimensionamento do sistema da igreja (com base na tarifa de energia do local) para descobrir se o sistema implantado supre a demanda de energia da instituição.

No dia 14 de outubro de 2019 (durante uma aula), para se executar o projeto de Matemática e Educação Ambiental que desenvolva atividades metodológicas para

o Ensino Médio explorando o uso das energias renováveis, os alunos foram divididos em grupos para estudarem a demanda elétrica de uma malharia (Apêndice C), e a partir disso dimensionaram um sistema fotovoltaico para suprir as necessidades do empreendimento. Neste dia foi apenas repassada a atividade e marcada a sua entrega para o dia 04 de novembro de 2019. O objetivo desta atividade para além de fortalecer a aprendizagem dos conteúdos matemáticos a partir da realidade de uma empresa, era também possibilitar aos alunos um contato com o empreendedorismo e reforçar as etapas do dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Assim, no dia da entrega, no período de três aulas, os grupos apresentaram suas propostas de empresas e o dimensionamento realizado.

Como forma de repasse de conhecimento sobre todas as etapas supracitadas, no dia 11 de novembro de 2019, no período de uma aula, foi repassada a tarefa aos alunos de construção de maquetes que retratassem a produção de energia eólica, hidráulica e solar, que foram apresentadas aos alunos do 1º e 2º ano da escola, no dia 02 de dezembro de 2019, durante três aulas.

3.3. Avaliação discente e análise dos resultados

As avaliações dos alunos ocorreram a partir das análises das frases criadas por eles no início da sequência didática, dos dois questionários repassados a eles (análise da fatura residencial de cada um e análise em grupo do sistema fotovoltaico da Igreja Matriz de Bragança), da criação da empresa fictícia e do seu sistema fotovoltaico, bem como da confecção e apresentação das maquetes.

Ambas as atividades de avaliação supracitadas também irão compor os resultados desta pesquisa, bem como as observações realizadas na aplicação de toda a sequência didática.

4. A MATEMÁTICA E A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA

Neste primeiro capítulo de resultados buscou-se apresentar a forma como foi dinamizada e contextualizada a temática energia para os alunos, de modo que os mesmos percebessem a sua importância no cotidiano. Este capítulo foi dividido em dois momentos que, didaticamente, foi estruturado seguindo o preceito do questionamento, informação e contextualização. A princípio, os alunos foram levados a se questionar sobre a importância da temática energia e, com base nisso, elaborar frases que envolvessem a palavra. Posteriormente, o termo energia foi abordado com alunos em situações cotidianas, onde eles foram submetidos a utilizarem a matemática para visualizar seus consumos diários residenciais de eletricidade.

As frases elaboradas pelos alunos possibilitaram a compreensão de suas percepções sobre o conceito energia. Percebe-se que a maioria dos alunos tem a energia como algo essencial para o desenvolvimento da sociedade, esboçando como algo extremamente importante no cotidiano. Frases criadas como “O mundo gira em torno da energia”, “O mundo não vive sem energia”, “Energia é vida”, “Na minha casa preciso sempre de energia” e “Energia fonte da luz” demonstra tais perspectivas. Além disso, alguns alunos optaram por mostrar a importância da energia parafraseando um comercial televisivo, retratando o conceito energia como: “Energia é pop”, “Energia é tec”, “Energia é agro” e “Energia é tudo”.

Outros alunos trataram a energia como algo ligado a geração de eletricidade, elaborando frases como “Sem energia não há eletricidade” e “Sem água não há eletricidade”. Assim como, a sua necessidade para o uso de equipamentos movidos a eletricidade, permitindo o surgimento de frases como “Sem energia não uso WiFi”.

Por fim, alguns alunos ligaram o conceito de energia ao consumo diário da sua residência e a cobrança financeira pelo consumo. Por meio disso, percebeu-se frases do tipo “Pague a sua energia”, “Fique atento ao consumo de energia”, “Menos gasto de energia e menos consumo” e “Pague seu talão de energia, se não cortamos sua luz”.

O encontrado nas frases está de acordo com outros estudos que abordaram o tema energia no ensino formal, onde as percepções normalmente estão ligadas a hábitos do cotidiano e a abordagens fragmentadas, o que demonstra a fragilidade na

escolarização básica com ausência de interdisciplinaridades (BARBOSA; BORGES, 2006; COIMBRA; GODOI; MASCARENHAS, 2009).

Todavia, o conhecimento prévio dos estudantes é do ponto de vista da ciência escolar, fragmentado, e não pode ser substituído por aquilo que desejamos que eles aprendam. Segundo Coimbra, Godoi e Mascarenhas (2009), o ensino da ciência não deve almejar a substituição das ideias prévias dos estudantes pelas noções científicas, mas sim, deve promover uma multiplicidade de interpretações da realidade. Dessa forma, as frases permitem um diagnóstico dos alunos e, com base nisso, a elaboração de um plano de aula que utilize essas perspectivas encontradas, amplie o perfil conceitual em torno da energia e sua interdisciplinaridade.

Para além da compreensão dos discentes se fez o uso de 3 vídeos que mostravam conceitos e origem das fontes de energia convencional, o uso do ambiente para a produção energética e sobre o dimensionamento de um sistema de energia renovável. Esses vídeos auxiliaram na aprendizagem dos discentes, principalmente no que tange a diversidade de metodologias usadas pelo professor para envolver o aluno. Moreira (2006) afirma que, a aprendizagem integra interesse, motivação, habilidades e a interação de vários contextos. Neste sentido o desafio dos professores é despertar no aluno uma motivação para aprender, tornar as aulas interessantes e trabalhar através dos recursos tecnológicos os conteúdos relevantes para que possam ser compartilhados em experiências extracurriculares.

Os questionários passados após os vídeos foram respondidos por 19 alunos que responderam a 13 questões referentes ao consumo de energia elétrica em suas casas, com faturas de diferentes meses. É importante ressaltar que todos os alunos residem na zona rural do município de Bragança, com a maioria das faturas cadastradas como baixa renda e o tipo de tensão fornecida de 127 volts, monofásica.

Os consumos das faturas analisadas pelos alunos foram variados, com o menor valor de 30 kWh e o maior de 291 kWh, sendo a maioria das faturas acima de 100 kWh. O estudo de funções aplicou-se na análise do valor a pagar por cada 1 kWh que pela análise feita pelos alunos variou de acordo com faixas de consumo. A maioria dos alunos conseguiu analisar que o valor cobrado por kWh variava de acordo com um intervalo.

Todos os alunos que possuem tarifa classificada como baixa renda (16 discentes) verificaram que o valor de 1 kWh é igual a R\$ 0,2294 para consumo em até 30 kWh. O valor de R\$ 0,3932 foi identificado por 14 destes alunos para um consumo

entre 30 e 70 kWh. No entanto, houve uma divergência em outros valores encontrados por 11 destes discentes no valor de R\$ 0,5899 para consumos que variaram de 39 a 120 kWh. Apenas 3 alunos possuíam fatura não classificada como baixa renda, e todos apresentaram o valor de R\$ 0,6709 na cobrança de 1 kWh.

Encontrar este valor (como variável independente na função de custo da energia) foi fundamental para mostrar aos alunos a importância dos estudos das funções no cotidiano deles, neste caso, na compreensão das tarifas presentes nas suas contas de energia elétrica. A equação para o valor a pagar pela energia consumida pode ser definida:

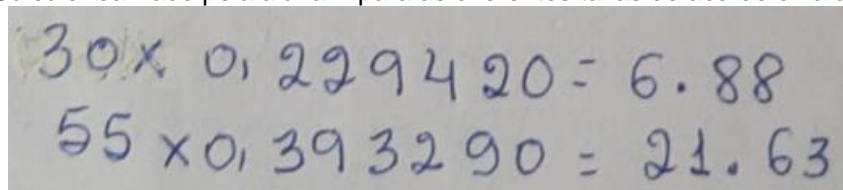
$$C = E \times V \quad (1)$$

Onde C = consumo em reais; E = energia consumida em kWh; V = valor cobrado em reais. Ao responder a questão “esboce o cálculo do consumo de como foi obtido este resultado” (taxa paga por 1 kWh), os alunos utilizaram a função de primeiro grau acima (1) isolando a variável V, uma vez que eles possuíam o valor de consumo (C) e a energia consumo (E), obtendo a Equação 2:

$$V = \frac{C}{E} \quad (2)$$

A partir da obtenção dos valores de 1 kWh para os diferentes intervalos encontrados acima descritos, os alunos esboçaram o cálculo multiplicando os kWh consumidos com o valor de 1 kWh para apresentar o valor apresentado no consumo da conta de energia, utilizando, assim, a função de primeiro grau, como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Cálculo realizado pela aluna B para as diferentes taxas de acordo o valor consumido.



Handwritten calculations showing two multiplication problems:

$$30 \times 0,229420 = 6.88$$

$$55 \times 0,393290 = 21.63$$

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Além das taxas obtidas para os valores consumidos, todos os alunos identificaram cobranças de bandeiras, amarela e vermelha nas contas, no entanto, nenhum deles conseguiu determinar a forma como foi cobrado os valores presentes na fatura.

A abordagem da função afim no contexto de consumo de energia dos alunos, evidencia que é preciso quebrar o tradicional ensino da matemática, tida por Campiteli e Campiteli (2006, p. 15) como não adequado, uma vez que “não se dá um lugar de destaque à relação da matemática com a realidade”. A própria BNCC aponta que uma das habilidades dos alunos ao estudar funções polinomiais de 1º e 2º grau é a identificação das relações entre os números e quando a equação representa uma função afim (BRASIL, 2018).

A nova Base Nacional Comum Curricular ainda aponta para a importância dessas inter-relações ao justificar que elas:

estão presentes em muitas situações reais nas quais se aplica a Matemática. As relações estão presentes em problemas que envolvem a proporcionalidade entre duas ou mais grandezas, escalas, divisão em partes proporcionais etc. que tratam da interdependência entre grandezas. Dessas relações, evolui-se para a noção de função, uma noção integradora da Matemática (BRASIL, 2018, p. 97).

Nesta perspectiva, o ensino de funções a partir do consumo de energia elétrica caminha para uma aplicação que promove uma inserção da matemática na vida dos alunos, no seu cotidiano, o auxiliando no entendimento deste assunto e na importância de compreender ele, para que, questões como a cobrança pelo uso de energia elétrica, seja de fácil leitura ao se analisar suas faturas mensais.

Nos questionários foram trabalhados dois conceitos de estatística: Média aritmética e porcentagem.

A prévia do comportamento de um conjunto de dados pode ser expressa por uma só medida. Esta é referência para representar os dados que pertence as denominadas medidas de tendência central. As medidas como a média aritmética, a moda e a mediana, representam a tendência central de localização de dados estatísticos e são consideradas de grande importância, pois podem auxiliar na análise de dados e se tornam indispensáveis (LEITE, 2010).

Para Carvalho (2011), o conceito de média aritmética possui formulação matemática que consiste em somar todos os valores da variável e dividir pelo número de observações, ou seja, o tamanho do conjunto de dados, então, sejam x_1, x_2, \dots, x_n a relação dos valores assumidos por uma determinada variável x . definimos média aritmética – indica-se por \bar{x} – como razão entre a soma de todos esses valores e o número total de valores:

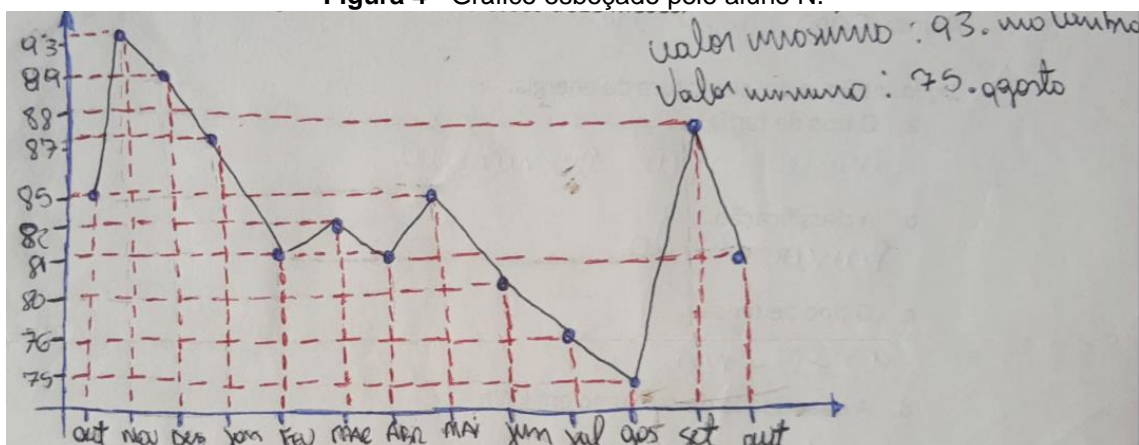
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (3)$$

A aplicação da média aritmética foi passada aos alunos por via de um questionamento (Apêndice A): “Qual a média aritmética deste consumo no período de um ano”. Os 19 alunos conseguiram entender este conceito e efetuaram o cálculo de média aritmética a partir da soma do consumo de energia dos 12 meses que entregam o último ano, ao fim do cálculo os alunos obtiveram a média de consumo energético anual de suas residências.

Já as noções de porcentagem foram trabalhadas pelos alunos a partir do valor de tributos cobrados em cima do consumo de cada residência. Os alunos identificaram qual a porcentagem de ICMS, PIS e COFINS cobrada em cada conta de energia.

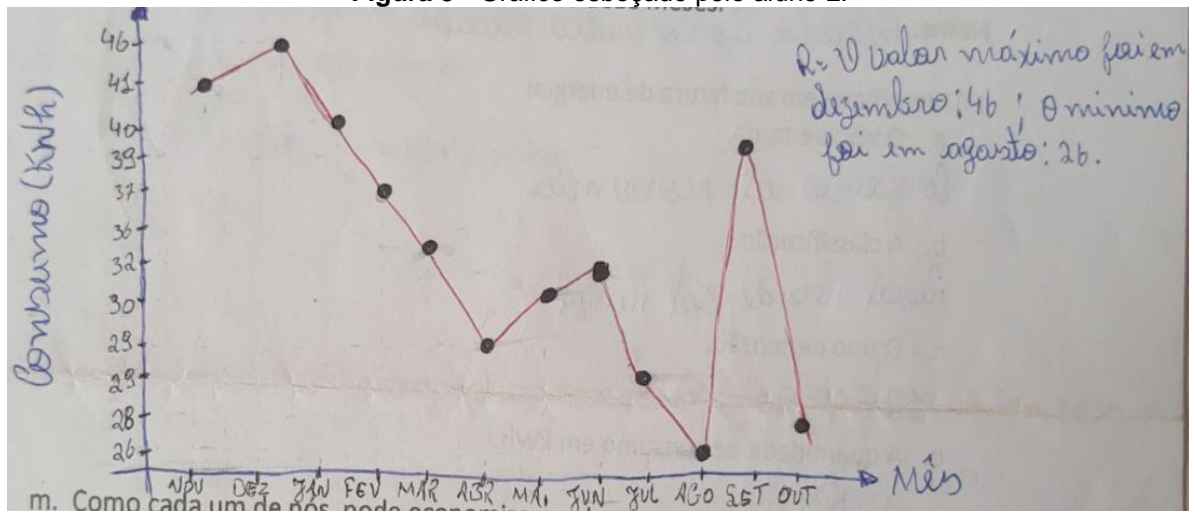
Em todos os questionários a abordagem de gráficos e suas análises foram bem sucedidas, ao considerar que todos os alunos conseguiram esboçar o consumo anual de energia de suas residências, destacando o menor e o maior mês de consumo, como demonstrado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Gráfico esboçado pelo aluno N.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 5 - Gráfico esboçado pelo aluno L.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

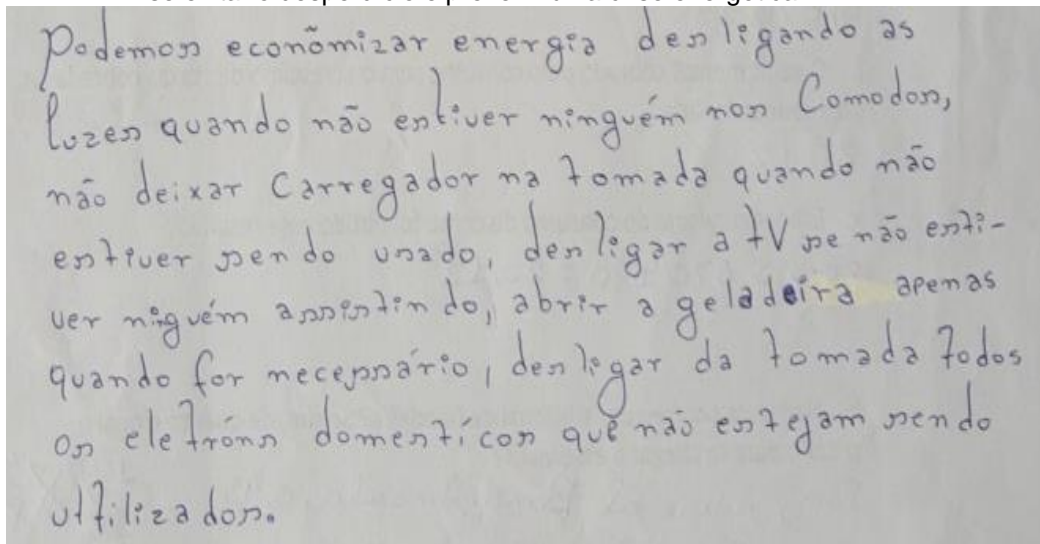
O ensino por meio dos gráficos está presente como uma das habilidades necessários na Matemática, exposta na BNCC como necessária para interpretar os dados das funções que são representadas em diferentes situações, sejam elas econômicas, sociais ou das ciências naturais (BRASIL, 2018).

O ensino de função afim e construção e análise de gráfico a partir do uso consumo de energia elétrica também foi foco de pesquisa de Trevisan (2016) que apresentou vários planos de aula para estudos de gráficos e função de 1º grau para o ensino médio, no qual obteve resultados positivos ao perceber que os alunos a partir das atividades com a tarifa de energia conseguiram encontrar a função que modelava a consumo, bem como conseguiram esboçar o consumo em gráficos a partir de softwares.

Para além do ensino da matemática buscou-se diagnosticar a percepção ambiental dos alunos quanto ao consumo sustentável de energia, questionou-se quais medidas podem ser tomadas para se evitar o desperdício e prevenir uma crise energética.

Dentre as respostas mais citadas temos (Figura 6): Desligar as luzes de cômodos inabitados no momento e retirar utensílios domésticos da tomada quando não estiverem em uso.

Figura 6 - Resposta do aluno Q quando questionados sobre quais medidas podem ser tomadas para se evitar o desperdício e prevenir uma crise energética.



Podemos economizar energia desligando as luzes quando não estiver ninguém nos Comodos, não deixar Carregador na tomada quando não estiver sendo usado, desligar a TV se não estiver ninguém assistindo, abrir a geladeira apenas quando for necessário, desligar da tomada todos os eletrônicos domésticos que não estejam sendo utilizados.

Fonte: dados da pesquisa (2019).

Os alunos da turma de forma geral apresentaram medidas para que se previna o desperdício de energia, porém quando questionados quantos realmente aplicam essas medidas na sua vida diária, a grande maioria respondeu que não põe em prática as medidas citadas, o que demonstra a realidade quando se fala de uso racional de energia, onde a maioria das pessoas tem uma percepção ambiental no que se refere ao uso da energia, no entanto não colocam em prática na sua rotina diária tais atitudes.

5. ENERGIAS ALTERNATIVAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO

Neste capítulo buscou-se mobilizar e articular conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática para a compreensão e contextualização das energias de fontes alternativas, possibilitando inserção dos alunos nos aspectos ambientais, especialmente na importância das energias alternativas. Este capítulo se baseou nas competências da Base Nacional Comum Curricular e foi dividido de modo que os alunos pudessem utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, propor ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e contextualizar a realidade.

Para isso, o capítulo foi dividido em três etapas: Visita técnica e dimensionamento de um sistema de solar que abastece eletricamente uma igreja, a fim de utilizar os procedimentos matemáticos para diagnosticar a uso dessa energia alternativa na igreja; criação de uma empresa fictícia pelos alunos e a proposta, a partir dela, de um sistema de alimentação elétrica para uma residência, utilizando procedimentos e linguagens da matemática para propor ações que visem a sustentabilidade ambiental; e, por fim, a confecção de maquetes de fontes de energias alternativas, buscando a contextualização dos alunos e fixação das diferentes formas de geração de energia.

5.1. Visita e dimensionamento do sistema fotovoltaico da igreja.

A visita técnica a estação fotovoltaica da igreja matriz da cidade de Bragança-PA (Figura 7) promoveu a integração entre a teoria e a prática relacionado às energias alternativas, especialmente a energia solar. Para Monezi e Almeida Filho (2005), a visita técnica é de extrema importância como ferramenta de ensino para o professor, um apoio que o ampara na condução das aulas e, principalmente, possibilita ao aluno o contato com a aplicação prática dos conteúdos aprendidos em sala de aula.

Figura 7 - Visita técnica a estação fotovoltaica da Igreja matriz de Bragança-PA.



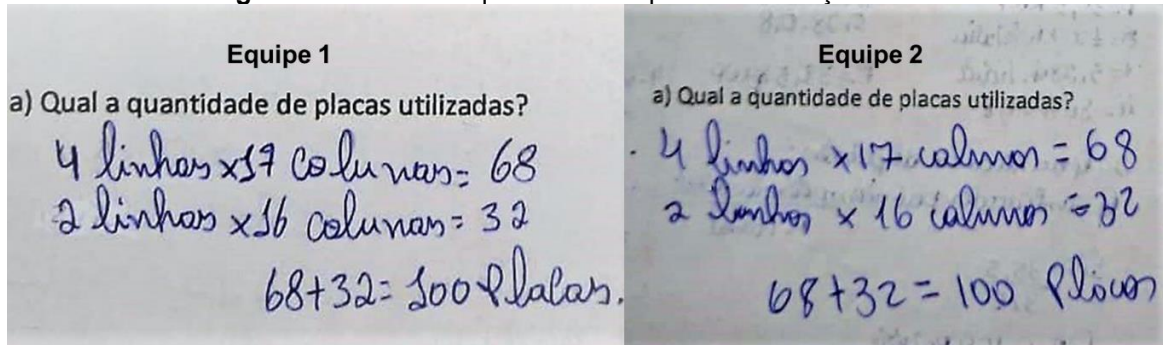
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A partir da visita técnica os alunos tiveram contato com toda estrutura de um sistema fotovoltaico, observando alguns componentes como: as placas fotovoltaicas, a estrutura metálica de sustentação, cabeamento que interliga as placas, o inversor do sistema. Nessa oportunidade foram repassados os conceitos de pontos cardeais e a utilização da bússola, tais conceitos são importantes para definir a orientação dos painéis de modo a aproveitar o máximo possível os raios solares, no caso do sistema da igreja os alunos observaram que as placas estão voltadas para o norte. Também foi realizada uma atividade de dimensionamento dividindo a turma em duas equipes para diagnosticar o projeto de energia solar da igreja utilizando métodos e procedimentos matemáticos, para essa atividade foi repassado os valores do consumo em kwh da igreja antes da instalação do sistema, assim como, a potência elétrica gerada e dimensões da placa (atividade apêndice B). Nesta etapa, os alunos utilizaram propriedades básicas de multiplicação e divisão, conversão de unidades e cálculo de área e potência.

Primeiramente, os alunos deveriam calcular, considerando a quantidade de linhas e colunas de placas da estação (4 linhas de placas com 17 colunas e 2 linhas de placas com 16 colunas), a quantidade de placas utilizado na estação fotovoltaica.

Ambas as equipes concluíram que a estação possui um total de 100 placas, como mostra a Figura 8.

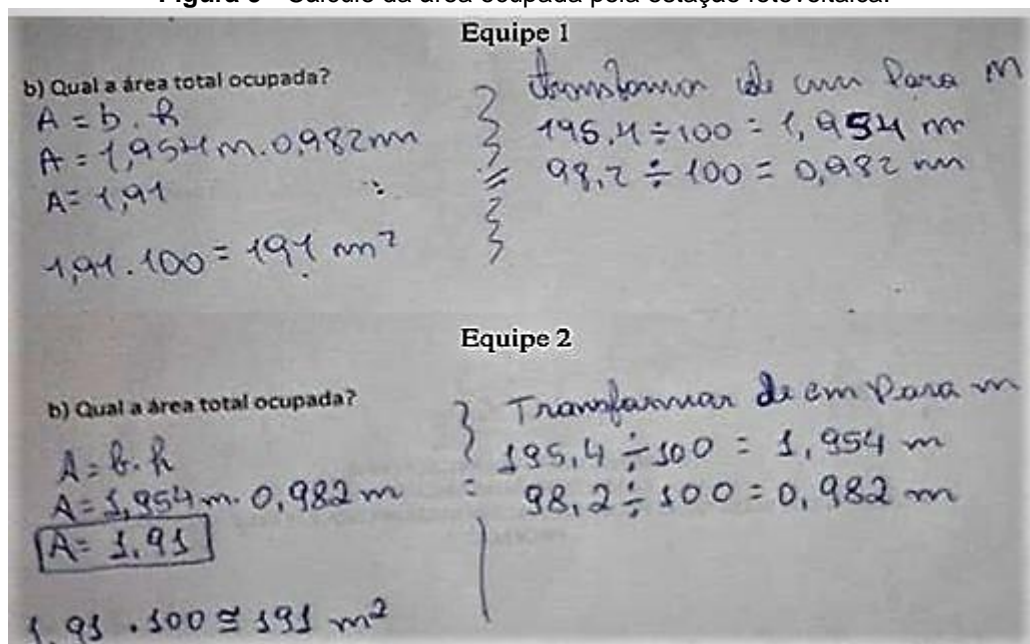
Figura 8 - Cálculo da quantidade de placas na estação fotovoltaica.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Por conseguinte, as equipes, desprezando os espaços entre as placas e considerando as dimensões de uma placa retangular (98,2 cm de largura e 195,4 cm de comprimento), foram levadas a calcular a área em m^2 que essas placas ocupam na estação. Os alunos converteram as dimensões das placas de centímetros para metros e, posteriormente, calcularam a área de uma placa baseado na área do retângulo e multiplicaram pela quantidade de placas existentes. As equipes chegaram à conclusão que as placas ocupam uma área total, aproximadamente, de 191 m^2 (Figura 9).

Figura 9 - Cálculo da área ocupada pela estação fotovoltaica.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Na última etapa os alunos foram conduzidos a calcular a potência elétrica do sistema em kwh e questionados, baseado no consumo mensal médio da igreja, se a quantidade de placas solares era suficiente para atender a demanda de consumo. A energia de qualquer sistema elétrico em kwh pode ser definida a partir da potência e o tempo de uso, conseqüentemente, a potência elétrica seria a quantidade de trabalho (energia) realizado em um intervalo de tempo (NOGUEIRA,2011).

Dessa maneira, os alunos concluíram que, a partir do consumo médio dos meses que antecederam a implantação do sistema, a igreja tinha um consumo médio de 4500 kwh/mês, o que equivale a 150 kwh/dia. Seguindo as etapas de dimensionamento que foram trabalhadas em sala de aula, concluíram que necessitaria de 109 placas de 325w para atender a demanda da igreja, diferentemente da atual situação que corresponde a apenas 100 placas; essa diferença entre o número de placas encontrado pelos alunos em relação ao número de placas do projeto foi explicada pelo responsável do setor de finanças, que relatou que o projeto era pra 110 placas para poder ter uma pequena sobra de energia, porem por questões orçamentarias não foi possível fazer a instalação de todas. Sendo assim, os alunos puderam na prática diagnosticar, utilizando procedimentos e linguagens da matemática, problemáticas envolvendo a energia solar e verificar sua aplicabilidade, permitindo-os a resolução de questões reais.

Para Peruzzi e Fofonka (2014), o docente deve utilizar diferentes recursos, com o objetivo de tornar o conteúdo teórico mais interessante, motivador e próximo da realidade. O uso de apresentações de slides, vídeos, debates, feiras, atividades práticas, entre outros, possibilita um melhor aprendizado e compreensão dos conteúdos programáticos. Especialmente nas disciplinas da área de Ciências da Natureza, como a matemática, as saídas de estudos e as aulas práticas são importantes instrumentos de pesquisa, permitindo ao aluno experimentar situações problematizadas e vivenciar a teoria trabalhada em sala de aula (PERUZZI; FOFONKA, 2014).

5.2. Trabalhando o empreendedorismo através da criação de uma empresa do ramo fotovoltaico.

O ensino da matemática, apesar de alguns esforços, continua com fortes traços do sistema tradicional, que dá mais valor à memorização, e é preso à rotina que não

corresponde às expectativas e anseios dos alunos, com pouca aplicação no cotidiano (OLIVEIRA, 2011). Buscando sanar essa deficiência foi determinado aos alunos à criação de uma empresa fictícia com o intuito de dimensionar um sistema fotovoltaico para suprir a necessidade energética de uma determinada malharia e vender tal projeto fotovoltaico para o professor, em um formato típico de licitação empresarial, onde cada empresa expõe seu projeto apresentando o valor da implantação do sistema, o tempo de retorno do investimento, o número de placas que serão necessárias para suprir a necessidade energética do empreendimento, a área necessária para fixação das placas, assim como os benefícios ambientais que o sistema fotovoltaico ocasiona, essa prática possibilitou os alunos trabalharem a matemática na prática.

A turma foi dividida em duas equipes e ambas tiveram acesso à mesma fatura de energia da empresa “malharia” (figura 10), para de posse desta, fazerem os cálculos de dimensionamento, aonde nesse processo é necessário verificar na fatura o consumo dos últimos 12 meses e calcular a média aritmética, obtendo assim o consumo médio mensal em kWh desse empreendimento. Para o dimensionamento deve se levar em consideração a taxa de disponibilidade de rede que corresponde a um valor em reais equivalente: 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) e 100 kWh (trifásico), ou seja, dependendo do tipo de tensão o consumidor ira pagar obrigatoriamente o respectivo valor, assim se faz necessário fazer a subtração do referente valor da média aritmética encontrada, de posse desse valor que corresponde a media mensal se faz necessária dividir o valor por 30 dias obtendo o valor do consumo em kWh por dia esse valor mais as variáveis horas de sol a pico (HSP) que corresponde ao número de horas que a irradiância solar deve ser constante e igual a 1000w/m²/dia sendo que o valor do HSP tem variação de acordo com a região e pode ser encontrado pelo endereço eletrônico do global solar atlas <http://globalsolaratlas.info/> e a outra variável corresponde a eficiência do sistema sendo que está se não tivesse perdas durante o processo de geração teria um rendimento de 100%,porém durante o processo ocorre perdas como orientação, inclinação, sombreamento das placas, eficiência do inversor, temperatura, entre outras. A equação 4 será usada para determinar a potência total do sistema.

$$\text{Potência total}_{\text{painéis}} = \frac{\text{consumo (kwh/dia)}}{\text{HSP} * \text{eficiência}} \quad (4)$$

Ao chegar à potência total do sistema se faz necessária a escolha do inversor componente este que tem como função adaptar e transformar a energia do sistema fotovoltaico que está em Corrente Contínua (CC) para a energia da rede que esta em corrente alternada (CA) esta escolha deve estar em consonância com a potência total gerada pelas placas podendo oscilar em mais ou menos 20%. Realizado todas essas etapas as equipes devem pesquisar o melhor valor de mercado para a aquisição do kit que contemple o dimensionamento feito e assim montar sua proposta de venda, dando ênfase na elaboração da proposta de orçamento ao tópico payback (tempo de retorno), este tem por objetivo mostrar para o cliente que o sistema no primeiro momento aparenta um gasto, mas através dos cálculos cria um embasamento forte mostrando que não se trata de um gasto e sim de um investimento, pois com o passar do tempo o sistema por si só se paga passando a gerar lucro para o investidor. Para a elaboração do projeto de dimensionamento foi entregue aos grupos um roteiro de atividades (APÊNDICE C).

Figura 10 - Conta de energia da malharia, usada como base pelos alunos.

R. TRIZE DE FATO 100 B/ CENTRO (AMAZON GRAFF) BRAGANCA 68600-000 BRAGANCA - PA			
Nr Parceiro de Negócio: 1000367290		CNPJ: 11.087.686/0001-16	
Grupo e Subgrupo de Tensão: B/B3		Tensão Nom.: 127 V - TRI	
Tipo de Tarifa: CONVENCIONAL MONOFASIA		UL/Seq: BR0/B002 3390	
Classificação: Comerc. Outros Serviços e Ativ		Nr Medidor: 1343006426	
Perdas no Ramal(kWh): 0,00		Fator de Potencia: 0	
Datas			
Emissão	11/09/2019	Apresentação	11/09/2019
		Previsão próxima leitura:	11/10/2019
Demonstrativo de Faturamento			
Fornecimento	Quantidade	Tarifa	Valor
Consumo	4,966	0,683600	3.391,74
Adicional Band. Vermeilha			198,64
ICMS			1.338,68
PIS			75,39
COFINS			377,26
Itens Financeiros			
Cip Hum Pub Prod Eletric			251,91
Multa			96,05
Juros			27,21
		Total a pagar:	R\$ 5.729,88
Informações de tributos			Reservado ao Fisco
Tributos	Base de cálculo	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	5.391,74	25,000000	1.338,68
PIS	5.391,74	1,400000	75,39
COFINS	5.391,74	6,980000	377,26
			123014808/A62431081044/A 2B1648/0
			Período Fiscal
			Número do Programa Social
			11/09/2019
Histórico do Consumo (kWh)			
	SET	AGO	MAI
CONSUMO	5.322	4.186	4.204
	DEZ	JAN	FEB
	4.145	3.353	3.404
	MAR	ABR	MAI
	4.834	3.308	3.043
	JUN	JUL	AGO
	5.059	3.961	4.620
	SET		
			4.966

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ao seguir a primeira etapa do roteiro dado, os discentes divididos em duas equipes, criaram logomarcas para suas respectivas empresas Figura 11 e 12. A empresa 1 foi nomeada como “Sol Light Energy” que fez uso de um programa de computador para criar sua logomarca e a empresa 2 como “Companhia Tec” fez a opção de criação através de papel e caneta.

Figura 11 - Logomarca da empresa fictícia 1.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 12 - Logomarca da empresa fictícia 2.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na atividade de empreendedorismo foram utilizados os conceitos matemáticos de função polinomial do primeiro grau, média aritmética, cálculo de área, transformação de unidades de medidas de comprimento e porcentagem. Para o dimensionamento, primeiramente as equipes calcularam o consumo médio mensal em kWh (figura 13).

Figura 13 - Cálculos da etapa I do dimensionamento.

ETAPA I - Calcular: consumo em kWh. Equipe 1	ETAPA I - Calcular: consumo em kWh. Equipe 2
Média mensal anual: 4533	Média mensal anual: $5322 + 4186 + 4204 + 4145 + 3353 + 3904 + 4834 + 3308 + 3043 + 5059 + 3961 + 4620 = 49439$
Média mensal anual com desconto referente a tensão nominal: $4533 - 100 = 4433 \text{ kWh/mês}$	Média mensal anual com desconto referente a tensão nominal: $4119 - 100 = 4019 \text{ kWh/mês}$
Observação: Custo de disponibilidade da rede - valor em reais equivalente a 30kwh (monofásico), 50 kWh (bifásico) e 100 kWh (trifásico).	Observação: Custo de disponibilidade da rede - valor em reais equivalente a 30kwh (monofásico), 50 kWh (bifásico) e 100 kWh (trifásico).
Média diária: $4433 \div 30 = 147,76 \text{ kWh/dia}$	Média diária: $4019 : 30 = 133,96 \text{ kWh/dia}$

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

As equipes chegaram a um valor diferente de média mensal anual, sendo que a equipe 1 não fez o registro de seu cálculo, colocando apenas o resultado final de 4533 kWh, em quanto que a segunda equipe esboçou o cálculo chegando ao valor médio de 4110 kWh, essa diferença de 423 kWh entre as médias se deu em decorrência de algum erro no cálculo da equipe 1, tal erro teve como consequência direta no orçamento final a ser repassado ao cliente, haja vista, com uma demanda energética maior os custos para implantação do projeto aumentam de maneira direta, ocasionado em um orçamento maior a ser passado ao contratante.

As etapas seguintes do projeto de dimensionamento foram: Encontrar o valor de horas a pico; Cálculo das perdas do sistema; Cálculo da potência necessária; Cálculo da quantidade de painéis; Escolha do inversor; Cálculo de área para a instalação dos painéis; Escolha do kit fotovoltaico; Preço final do sistema repassado ao cliente e; Cálculo do tempo de retorno do valor investido.

Deste modo a equipe 1 apresentou um projeto com custo de implantação de R\$ 157149,09 (cento e cinquenta e sete mil cento e quarenta e nove reais e nove centavos) e apresentou um tempo de retorno de 2 anos e 4 meses, ou seja, considerando as mesmas condições atuais em relação ao consumo, o cliente terá o retorno de seu investimento, assim a partir desse período o sistema passa a ser gerador de lucro. Já a equipe 2 apresentou um projeto que custaria R\$ 109763,65 (cento e nove mil setecentos e sessenta e três reais e sessenta e cinco centavos) com o tempo de retorno de 2 anos. Pode se observar em relação ao orçamento da equipe

2 para equipe 1 uma diferença de R\$ 47385,44 que pode ter sido motivada pelo erro da equipe 1 ao efetuar a média mensal do consumo do cliente, assim como na aquisição no valor do kit e porcentagem de lucros embutidos no orçamento.

Para além dos cálculos e conceitos matemáticos, as equipes deveriam ser empreendedores, para Liberato (2007, p.1), empreendedorismo pode ser definido:

Como o tipo de comportamento que favorece a interferência criativa e realizadora no meio, em busca de um crescimento pessoal e coletivo, através do desenvolvimento da capacidade intelectual para investigar e solucionar problemas, tomar decisões, ter iniciativa e orientação inovadora, competências essas, cada vez mais exigidas na formação profissional e valorizadas no mundo do trabalho.

Usando este pressuposto os discentes apresentaram seus projetos, considerando a inovação, o custo (orçamento), equipamentos que seriam utilizados pela empresa, bem como suas artes visuais (nome da empresa e logotipo). Tal atividade foi fundamental para que os alunos unissem a matemática, os conceitos de energia e o empreendedorismo.

5.3. Atividade de educação ambiental com construção das maquetes

As discussões envolvendo as questões ambientais normalmente não conseguem alcançar o plano do ensino escolar e, ocasionado pela falta de infraestrutura ou certas limitações, o ensino em sala de aula desta temática acaba não sendo atrativo aos alunos (PELEGRINI; VLACH, 2011; FERNANDES et al., 2018). Para sanar este problema, a Educação Ambiental deve estar pautada em uma didática dinâmica e diversificada que permita a construção do conhecimento baseado em problematização dos conteúdos (RODRIGUES et al., 2019). Sendo assim, buscando melhorar o processo de ensino-aprendizagem sobre as energias alternativas, conectando a educação ambiental ao plano de ensino da matemática, nesta etapa destaca-se o uso de maquetes produzidas pelos discentes.

A maquete é a representação de um objeto de forma tridimensional em escala reduzida, real ou ampliada, com a intenção artística, de estudo, de planejamento ou comercial, que permite ao observador apropriar-se do objeto através de sua manipulação e visualização (PITANO; ROQUÉ, 2015). Para Oliveira e Malanski (2008), a maquete possibilita uma real manipulação e visualização de diferentes

temáticas, possibilitando ao professor explicar os mais diversos conteúdos, dentre eles as energias renováveis.

A maquete como metodologia de ensino, forma, uma interação dos alunos com a temática, o que permite realizar análises que antes eram abstratas, e que na maquete se tornam visíveis, e aproximam os saberes dos alunos com os conteúdos. E, o aluno no papel de construtor da maquete, se vê como o real agente manipulador do espaço que está estudando (URBANCK, 2015, p.5).

Em relação ao ensino da Matemática, os alunos apresentam dificuldades em relacionar os conteúdos aprendidos com sua realidade, e esta questão pode ser minimizada utilizando-se maquetes, ao qual viabiliza a interação da matemática com a realidade (Brandão, Valdez, 2009). Haliski, Rutz, Pilatti (2009) e Cunha, Silva e Silva (2012) desenvolveram atividades práticas por meio da confecção de maquete, possibilitando que o aluno perceba o científico e a aplicação da matemática no seu cotidiano, motivando-o para o seu aprendizado. Constatou-se em ambos estudos que o aluno interage com o objeto de estudo de forma ativa na construção do conhecimento.

As maquetes, neste estudo, foram propostas de modo que os alunos buscassem enfatizar e apresentar os impactos positivos e negativos dos sistemas hidráulico, eólico e solar. Na energia solar, os alunos apresentaram um dimensionamento para uma cidade e enfatizaram o tempo de retorno do investimento e como essa tecnologia vem ganhando espaço no setor de geração de energia; na energia hidráulica, os alunos apresentaram uma usina hidrelétrica e fizeram um paralelo sobre a fatura de energia e os valores nela discriminado e também deram ênfase aos impactos negativos que esse tipo de geração ocasiona; na eólica, demonstraram um local remoto onde essas usinas podem ser implantadas, assim como enfatizaram a tecnologia utilizada nesse tipo de geração.

Na primeira maquete produzida pelos alunos, abordando a energia solar (Figura 14), os discentes procuram dimensionar uma cidade baseado nesse tipo de energia renovável, onde casas e empreendimentos majoritariamente têm sua energia elétrica gerada a partir das radiações solares. Para a construção das maquetes os alunos usaram intuitivamente a noção de proporcionalidade na confecção das casas, e mostraram que os painéis são fixados geralmente em áreas ociosas como telhados que dependendo de sua orientação em relação ao sol já facilitam no que diz respeito à inclinação para melhor captação da irradiação solar. Outro ponto explicitado pelos

alunos foi em relação ao cálculo da área aonde vai ser fixadas as placas, pois só assim pode ser obtido a quantidades de placas e a disposição que elas iram ser conectadas, além de fazer o cálculo do peso de toda a estrutura do sistema, fazendo assim uma vistoria no telhado para verificação se o mesmo está apto a receber a estrutura.

Em relação a essa tecnologia foram destacados alguns pontos positivos como: A energia solar não polui durante seu uso, os sistemas precisam de manutenção mínima, valorização do imóvel, a energia solar é viável para implantação em lugares remotos e de difícil acesso. Para os pontos negativos foram destacados: Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a variação climática, além de no período da noite não existir produção, o alto investimento para a implantação do sistema fotovoltaico.

Figura 141 - Maquete sobre energia solar.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em outra maquete, os alunos abordaram a geração de energia elétrica para lugares de difícil acesso baseado no aproveitamento da energia oriunda dos ventos. Para isso, elaboraram uma maquete retratando um parque eólico para o abastecimento elétrico de propriedades rurais (Figura 15). Foi destacado pela equipe que ao passar dos anos e o avanço da tecnologia a eficiência para geração de energia

proveniente dos ventos vem aumentado, entre os fatores que contribuíram para o aumento da geração é a relação direta com a altura das torres e o diâmetro das palhetas, ou seja, quanto maior a altura e diâmetro maior a geração de energia. Outro ponto importante a se destacar foi a observação em relação ao movimento das hélices que formam um círculo que pode ter sua área calculada através da equação 5:

$$A = \pi r^2 \quad (5)$$

Onde A = Área do círculo; π (pi) = aproximadamente 3,14; r = raio da circunferência.

Dentre os pontos positivos destacados temos: o fato de se tratar de uma energia renovável o que indica que não promoverá o esgotamento do recurso e é considerada uma energia limpa. Porém um dos pontos negativos desse tipo de geração é o ruído e a mortalidade de pássaros e morcegos.

Figura 15 - Maquete sobre energia eólica.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Na última maquete os alunos se basearam no principal componente da matriz energética do Brasil, elaborando uma maquete que se divide em dois momentos antes da implantação da usina e depois da construção da barragem para geração de energia hidráulica. A Figura 16 representa o primeiro momento em que mostra a

representação em maquete de um vilarejo representando o ambiente antes da implantação da usina, pode se observar as casas à margem do rio, plantações, árvores, animais, uma ponte interligando as margens e também uma canoa representando um meio de transporte e ferramenta para atividade pesqueira, nesse contexto está representada uma relação de equilíbrio entre homem e natureza.

Figura 16 - Maquete antes da implantação da barragem da hidrelétrica.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A Figura 17 vem mostrando a estrutura da barragem já implantada de maneira a represar o curso natural do rio, aumentando significativamente o seu nível, impactando toda uma biodiversidade que antes estava em equilíbrio, assim como a vida da população ribeirinha e dos povos indígenas, ocasionando problemas de cunho ambiental, social e cultural.

Figura 17 - Maquete após a implantação da barragem da hidrelétrica.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em sua explanação a equipe também citou que por mais que as hidrelétricas sejam consideradas uma fonte de energia renovável e limpa, os impactos negativos de sua implantação são muito grande; O que nos faz refletir em medidas de uso racional de energia e também a importância de conhecer como são compostos os valores da fatura de energia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver e aplicar uma proposta de metodologia interdisciplinar e contextualizada sobre Fontes de Energia e Ambiente na disciplina de Matemática através de pesquisa e interação, visando o desenvolvimento de temas transversais que possibilitasse o aluno enxergar a Matemática no seu dia a dia.

A metodologia de ensino aplicada aos alunos de 3º de ensino médio obteve grande aceitação e envolvimento dos alunos em relação à proposta. A interdisciplinaridade e a contextualização tornaram o aprendizado mais significativo, participativo e atraente. A proposta de ensino estabeleceu maiores relações com o cotidiano dos estudantes, de modo que lhes despertou maiores interesses na área, levando-os a utilizar a matemática para analisar, construir hipóteses, refletir e a tirar suas conclusões sobre o tema proposto. Tais características estão de acordo com o instituído pela Base Nacional Comum Curricular, que tem como base de ensino a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver problemáticas do cotidiano.

Diante do pressuposto, da problemática na aprendizagem da Matemática e na Educação como um todo, pensa-se que o ensino da Matemática, assim como as demais áreas do conhecimento, deve vislumbrar metodologias que possibilitem novas maneiras de construir as ideias, tornando o aluno mais participante, estimulando a troca de ideias, a problematização, o questionamento e o pensamento crítico.

A partir da abordagem realizada com os alunos do 3º ano todos os alunos mostraram ter algum entendimento sobre energias, as quais foram aprofundadas durante as aulas.

A matemática e seus conceitos auxiliaram os alunos a terem conhecimento sobre como se dá a cobrança de energia, permitindo que estes adquirissem um posicionamento crítico sobre o uso de energia no cotidiano, tomando conhecimento não só do consumo, como das taxas que se paga a concessionária energética, essa prática os alunos tiveram seus conhecimentos aprofundados principalmente nos assuntos de porcentagem, estatística e função polinomial do primeiro grau, assim como a habilidade de extrair dados de uma fatura e utilizá-los de maneira correta.

Uma das etapas da execução do projeto de Matemática e Educação Ambiental foi realizada por meio da criação das empresas, essa atividade foi de grande valia aos

alunos que estão no último ano do ensino médio e muitos passam pelo dilema de não saber o que fazer ao fim dessa etapa, com essa atividade os alunos trabalharam a sua criatividade ao criar a logomarca da empresa, fizeram análise da fatura de energia de um contratante extraindo as informações necessárias para efetuarem os cálculos de dimensionamento do sistema, realizaram pesquisa de mercado pra estimar o melhor valor para aquisição do kit fotovoltaico, elaboraram um projeto de venda que seja viável no quesito custo/benefício de maneira a chegar a um orçamento competitivo no mercado, trabalhou o espírito de equipe qualidade essa fundamental para o sucesso de uma empresa, ou seja, essa atividade, deu para esse jovem, que está terminando o ensino médio mais uma opção de ingresso no mercado de trabalho que é seguir no empreendedorismo.

Nas atividades de confecção de maquetes teve como culminância a apresentação dessas fontes de energias aos alunos do primeiro e segundo ano do ensino médio da escola Domingas da Costa Sousa, aonde foi dado o destaque de como funciona essas tecnologias e sua importância no contexto mundial como fontes renováveis de energia.

O conjunto de atividades propostas pelo professor e desempenhadas pelos alunos fez com que estes, além de absorverem os conteúdos matemáticos e as percepções de energia e meio ambiente, também estarem aptos a debater sobre esses temas trabalhando assim na construção do aprendizado.

Deste modo, concluímos que as atividades de matemática quando trabalhada entrelaçada com tema transversal energia e meio ambiente, proporciona ao aluno uma vivência satisfatória na aplicação dos conteúdos matemáticos fazendo que o aluno vivencie a matemática e seja protagonista na construção do conhecimento. Assim, os alunos construíram novas percepções a respeito de fontes de energias alternativas e utilizaram os procedimentos e linguagem própria da Matemática para diagnosticar e solucionar problemáticas no consumo de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- ANGOTTI, J. A. P. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e ensino de ciências**. 1991. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BARBIERI, J. C.; DA SILVA, D. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 3, p. 51-82, 2011.
- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 182-217, 2006.
- BOFF, L. **Ecologia: grito da terra, grito dos pobres**, 2.ed. São Paulo: Ática, 1996.
- BORGES, A. C. P. et al. Energias Renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 2, 2017.
- BRANDÃO, P.C.R.; VALDEZ, R.M. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**, 2009.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Biblioteca Digital. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992: Rio de Janeiro)**: Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995. 472p.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente e saúde**. v. 9. Brasília, 1997. 128p.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. - Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - Ensino médio**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaix_a_site_110518.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.
- BYBEE, R. W., MAU, T. Science and technology related global problems: na international survey of science educators. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, n. 7, p.599-618, 1986.
- CAMPITELI, H. C; CAMPITELI, V. C. **Funções**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2006. 130p.
- CAMPOS, L.B. de. **Proposta de abordagem temática com enfoque CTS no ensino de física: Produção de energia elétrica**. 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2017.

CÂNDIDO, G. A. **Desenvolvimento sustentável e sistemas de indicadores de sustentabilidade**. Campina Grande: Ed. UFCG, 2010. CARVALHO, I. C. M. **Em direção ao mundo da vida: interdisciplinaridade e educação ambiental**. IPÊ, 1998.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CARVALHO, J. E. F. **Média aritmética nos livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

COIMBRA, D.; GODOI, N.; MASCARENHAS, Y. P. Educação de jovens e adultos: uma abordagem transdisciplinar para o conceito de energia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 628-647, 2009.

CORREIA, F. F. de B.; MOURA, D. de A. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O ABASTECIMENTO ELÉTRICO NO NORDESTE. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 9, **Anais...**São Bernardo dos Campos, São Paulo, 2015.

CUNHA, N. de S.; SILVA, K. S. da; SILVA, I. R. da. Modelagem Matemática: Maquete na Aprendizagem do ensino de Matemática. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2012, João Pessoa. **Anais...** . João Pessoa: Universidade do Vale do Paraíba, 2012. p. 1 - 9.

DEMO, P. Pesquisa-participante: usos e abusos. In: TOZONI-REIS, M.F.C. (Org.). **A pesquisa-ação-participativa em educação ambiental: reflexões teóricas**. São Paulo: Annablume, 2007. p. 57-81.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9.ed. São Paulo: Gaia, 2004.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2019**: Ano base 2018. Rio de Janeiro: EPE, 2019b. 303 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Fontes de Energia**. 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia#FONTES-RENOVAVEIS>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

FERNANDES, T. G. et al. A construção de maquetes como recurso didático no ensino de geografia. **Revista Equador**, v. 7, n. 2, p. 96-109, 2019.

FORQUIM, A. D.; MUNDO NETO, M. FONTES RENOVÁVEIS E O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 172-182, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
- GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. Política energética no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 19, n.55, p. 215 – 228, 2005.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, São Paulo, n. 72, p. 6-15, 2007.
- HAGE, J. A.A. A CONSTRUÇÃO DA POLÍTICA ENERGÉTICA NO BRASIL: Avanços e Impasses em um Estado em Desenvolvimento. **Revista de Geopolítica**, v. 10, n. 2, p. 100-118, 2019.
- HALISKI, A.M., RUTZ, S. C., PILATTI, L.A. **Uma Experiência com a Essência da Modelagem Matemática Através da Construção de Maquete**. IN: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia – 2009.
- HENNEMANN, N. R. **FONTES DE ENERGIA E AMBIENTE: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**. 2012. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2012.
- HODGE, B. K. **Sistema e aplicações de energia alternativas**. São Paulo: LTC, 2011. 324 p.
- IEA – International Energy Agency. **World Energy Outlook 2019**. Paris, 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- LEAL, C. A. **Vamos brincar de quê? Os jogos cooperativos no ensino de ciências**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Instituto Federal do Rio de Janeiro. Nilópolis, 2013.
- LEITE, A. P. F. **Estimativa de Medidas de Tendência Central: uma intervenção de ensino**. (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2010.
- LEWIN, K. Action research and minority problems. **Journal of Social Issues**, Malden, v. 2, n. 2, p. 34-36, 1946.
- LIBERATO, A. C. T. **EMPREENDEDORISMO NA ESCOLA PÚBLICA: DESPERTANDO COMPETÊNCIAS, PROMOVENDO A ESPERANÇA!**. **Biblioteca SEBRAE**, p. 1-13, 2007.
- MARKUS, O. **Circuitos elétricos** – Corrente contínua e corrente alternada. São Paulo: Editora Erica, 2004. 288 p.
- MAUÉS, J. A. **Comparação de Fontes Primárias para Geração de Energia Elétrica no Brasil baseada em conceito de risco**. 2008. Tese de Doutorado, PUC/Rio.
- MENDES, L. F. R.; ERTHAL JÚNIOR, M.; HOSKEN, L. A. L. Seleção de sistema de fornecimento de energia elétrica para propriedades rurais litorâneas localizadas no

Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 4, n. 1, p. 338-345, 2013.

MERRYFIELD, M. M. Science-Technology-Society and Global Perspectives. **Theory into Practice**, v. 30, n. 4, p.288-293, 1991.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 185p. 2006.

NOGUEIRA, L. **Energia: conceitos e fundamentos. Conservação de Energia eficiência energética de instalações e equipamentos**. Itajubá: Editora da EFEI, 2001.

OLIVEIRA C. A. O Ensino-Aprendizagem Da Matemática No Ensino Médio voltado para o cotidiano. In: CNEM- Congresso Nacional de Educação Matemática, II, 2011, Ijuí. **Anais**. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2011. p. 1-12.

OLIVEIRA, B. R.; MALANSKI, L. M. O uso da maquete no ensino de geografia. **Extensão em Foco**, Curitiba, n. 2, p. 181-189, 2008.

OLIVEIRA, S. C. N. de. **USANDO TEMAS TRANSVERSAIS PARA O ENSINO DE REGRA DE TRÊS SIMPLES**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: Objetivo 7 - Energia limpa e acessível**. 2020. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods7/>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

PELEGRINI, D. F.; VLACH, V. R. F. As múltiplas dimensões da educação ambiental: por uma ampliação da abordagem. **Sociedade & Natureza** (Online), Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 187-196, ago. 2011.

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das ciências da natureza. **Educação Ambiental em Ação**, n. 47, 2014.

PITANO, S, C.; ROQUÉ, B. B. O uso de maquetes no processo de ensino-aprendizagem segundo licenciandos em Geografia. **Educação Unisinos**. n. 19 p. 273-282, 2015.

ROCHA, J. M. Política internacional para o meio ambiente: avanços e entraves pós conferência de Estocolmo. **Revista Ciências Administrativas**, v. 9, n. 2, p. 229- 240, 2003.

RODRIGUES, P. F. et al. A UTILIZAÇÃO DE MAQUETES EM SALA DE AULA NO ENSINO DE GEOGRAFIA. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCENCIA, 5., 2019, João Pessoa. **Anais...** . João Pessoa: Uepb, 2019. p. 1 - 6.

SANTOS, W. L. P. dos; Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez. 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2. Dezembro, 2002.

SAUER, I.L. A gênese e a permanência da crise do setor elétrico no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 104, p. 145-174, janeiro/fevereiro/março de 2015.

SILVA, A. C.; RODRIGUES, T. F. A segurança energética e um modelo para o futuro da Europa. **Relações Internacionais**, v. 46, p. 11–24, 2015.

SILVEIRA, J. F. Porto da. Usando o Passado para Entender o Presente. Encontro Gaúcho de Educação Matemática, 2. **Anais**. Porto Alegre, out. 1993.

SILVEIRA, R. B. **ENERGIA SOLAR NO ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO**. 2003. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2003.

SOUSA, M. C.; KHAN, A. S.; PASSOS, A. T. B.; LIMA, P. V. P. S. Sustentabilidade Da Agricultura Familiar Em Assentamentos De Reforma Agrária No Rio Grande Do Norte. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, nº 1, p. 96-120, jan-mar. 2005

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-Ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLEDO, R. F.; JACOBI, P. R. Pesquisa-Ação e Educação: Compartilhando princípios na construção de conhecimentos e no fortalecimento comunitário para o enfrentamento de problemas. **Educação & Sociedade**, v. 34, n. 122, p. 155-173. Campinas, jan/mar, 2013.

TOWSE, P. J. **International Newsletter on Chemical Education - IUPAC**, n. 2, p.2-3, 1986. (Tradução de: International Newsletter on Chemical Education - IUPAC, n. 26.)

TOZONI-REIS, M.F.C. A pesquisa-ação-participativa e a educação ambiental: uma parceria construída pela identificação teórica e metodológica. In: TOZONI-REIS, M.F.C. (Org.). **A Pesquisa-ação-participativa em educação ambiental: reflexões teóricas**. São Paulo: Annablume, 2007. p. 121-161.

TREVISAN, M. **A matemática na conta de energia elétrica um estudo sobre gráficos e função afim aplicado no ensino médio**. 2016.38 f. Monografia (Especialização) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática no Ensino Médio, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

URBANCK, L. F. Maquetes como recurso didático no ensino de geografia: Relato de experiência no Colégio Estadual Teotônio Vilela em Campina do Simão-PR. In: VII

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE GEOGRAFIA, Catalão (GO), 2015. **Anais...**
Catalão, 2015.

**APÊNDICE A –Questionário referente ao consumo elétrico residencial dos
alunos**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS DE BRAGANÇA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL – PROFMAT**

Questionário referente à fatura de energia elétrica das residências dos alunos da turma do 3º ano/tarde da Escola Estadual de Ensino Médio Domingas da Costa Sousa, localizada na vila do Acarajo/Bragança-PA.

Identificação:

Nome: _____

1ª) Identifique em sua fatura de energia:

- a. O tipo de tarifa.
- b. A classificação.
- c. O tipo de tensão.
- d. A quantidade de consumo em kWh.
- e. A tarifa a pagar por um kWh.
- f. O valor mensal cobrado pela quantidade de kWh consumido, sem o acréscimo das taxas cobradas pela concessionária.
- g. Esboce o cálculo do valor mensal cobrado sem o acréscimo das taxas multiplicando a quantidade de kWh pela tarifa.
- h. Na fatura ocorreu um adicional de bandeira? Se sim, de quanto?
- i. Qual a porcentagem cobrada de ICMS,PIS,COFINS?
- j. Qual o valor da taxa de iluminação pública?
- k. Qual a média aritmética de consumo nesse período de um ano?
- l. No período de 12 meses. Qual o valor do consumo máximo e mínimo alcançados? Esboce o gráfico referente a esses doze meses.

m. Como cada um de nós, pode economizar pode economizar energia elétrica diante da sua provável falta em nível nacional?

APÊNDICE B – Questionário referente ao sistema solar fotovoltaico da Igreja Matriz de Bragança, Pará



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS DE BRAGANÇA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL – PROFMAT**

Equipe:

Atividade sobre a visita dos alunos da turma de 3º ano/tarde da Escola Estadual de Ensino Médio Domingas da Costa Sousa na estação fotovoltaica da igreja matriz da cidade de Bragança-Pa.

Sobre o projeto da igreja é dada a seguinte informação:



- I- Painel utilizado: solar canadian CSGU-325 P 72 células policristalino 6 polegadas 325 W, com as dimensões ilustrada na figura, e sabendo que as placas estão dispostas na posição de paisagem e formando 4 linhas de placas com 17 colunas e 2 linhas de placas com 16 colunas e desprezando o espaçamento entre placas
- II- A irradiação do local a onde está localizado o sistema é de 5.28 h/dia.
- III- Para seus cálculos utilize a eficiência do sistema igual a 80%.

Responda:

- a) Qual a quantidade de placas utilizadas?
- b) Qual a área total ocupada em m²?

c) Qual a potência do sistema em kWh?

d) Dado o consumo dos 12 meses que serviram de referência para o dimensionamento do projeto da igreja, faça os cálculos para verificar se a quantidade de placas utilizadas foi suficiente para reduzir ao máximo a conta de energia. Sabendo que o sistema é trifásico, faça seus cálculos com base no mesmo tipo de placa que foi utilizada, se houver diferença no número de placas calcule a área que seria ocupada, assim como a potência do inversor com um intervalo de +- 20%.

Consumo de energia da Catedral em kWh no ano de 2017.

Mês	Ano	Consumo (kWh)
Fevereiro	2017	4223
Março	2017	4715
Abril	2017	4615
Maio	2017	4600
Junho	2017	4920
Julho	2017	3640
Agosto	2017	3960
Setembro	2017	4360
Outubro	2017	4838
Novembro	2017	5560
Dezembro	2017	5760
Janeiro	2017	4018

APÊNDICE C – Questionário referente a criação de uma empresa e dimensionamento de um sistema fotovoltaico



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ CAMPUS DE BRAGANÇA PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT

Proposta de elaboração de um projeto para dimensionamento e venda de um sistema fotovoltaico realizado pelos alunos da turma de 3º ano da Escola Estadual de Ensino Médio Domingas da Costa Sousa, localizada na vila do Acarajo/Bragança-PA.

Equipe:

Atividade Proposta: Dimensionamento Fotovoltaico.

Crie uma marca de empresa que trabalhe com projetos de dimensionamento e venda de sistema fotovoltaico e receba um cliente com sua fatura de energia solicitando um orçamento, elabore o projeto e exponha sua proposta em sala de modo a efetivar a venda.

Observação: Incluir em seus argumentos os benefícios ambientais que o sistema ocasiona assim como o tempo de retorno do investimento.

Nome da empresa:

Logo marca:

Para o dimensionamento segue as etapas:

ETAPA I – Calcular: consumo em kWh.

Média mensal anual:

Média mensal anual com desconto referente a tensão nominal:

Observação: Custo de disponibilidade da rede – valor em reais equivalente a 30kwh (monofásico), 50 kWh (bifásico) e 100 kWh (trifásico).

Média diária:

ETAPA II – Encontrar o valor de horas de sol a pico (HSP)

A irradiação do local aonde vai ser instalada o sistema, pode ser obtida pelo endereço eletrônico do global solar atlas <http://globalsolaratlas.info/>

No caso da fatura do cliente que se refere a cidade de Bragança-PA utilize irradiação igual a **5.28 h/dia**

ETAPA III – Se o sistema não sofresse perdas ele teria 100% de eficiência, porem este sofre algumas perdas, considere as seguintes:

Orientação 5%, inclinação 5%, sombreamento 2%, eficiência do inversor 3% e Temperatura 5%.

Qual a eficiência do sistema?

ETAPA IV – Calcular a, potência necessária para esse sistema.

Utilize a seguinte relação:

$$\text{Potência total}_{\text{painéis}} = \frac{\text{consumo (kwh)}}{\text{HSP} * \text{eficiência}}$$

ETAPA V – Calcular a quantidade de painéis.

Utilize a seguinte relação:

$$\text{Quantidade de painéis} = \frac{\text{potência total}}{\text{potência do painel}}$$

Observação: faça a projeção para placas de 250 w e 340 w.

Qual a potência total gerada nesse sistema?(calcular para ambos os casos).

ETAPA VI – Escolha do inversor.

A potência do inversor (kW) deve ser entre +- 20% da potência total gerada pelo conjunto de painéis. Qual a potência mínima e máxima para o inversor satisfazer esse sistema?

ETAPA VII – Calcular a área necessária para fixação das placas e o peso do conjunto de placas utilizadas.

Sabendo que cada placa de 250 w deve ocupar uma área de 2m² e tem peso igual a 18 kg, as placas de 340 w deve ocupar uma área de 2,5m² e tem peso de 22 kg.

ETAPA VIII – Escolha do kit fotovoltaico.

Pesquisar na internet e escolher o kit que se encaixe no seu projeto, de acordo com a quantidade e características da placa do kit faça os seguintes cálculos:

Calcular a área necessária para a instalação do sistema, assim como o peso do conjunto de placas.

Ocorreu diferença entre a potência total calculada e a potência do kit? Se sim de quanto?

IX – Valor do preço á vista a ser repassado para o cliente.

Preço do kit:

Projeto detalhado do memorial de acesso a concessionária (de R\$ 2000,00 à R\$ 5000,00)

Instalação (R\$ 0,50 por watt)

Comissão da empresa (de 15 % á 25 % sobre o kit + projeto + instalação)

X – Cálculo do tempo de retorno, sabendo que ocorre um aumento anual médio de 10% na tarifa de energia. (para á situação onde se mantem o mesmo consumo anual médio do dimensionamento).