



MUNDO
TECNOLÓGICO

EXPEDIENTE**Publicação Anual****ISSN 2238-2011****Temática: Tecnologia****Revisão Português**

Tereza Barbosa Rocha

Capa

Marketing Faculdade Multivix São Mateus

Elaborada pela Bibliotecária Alexandra B. Oliveira CRB06/396

M965 Mundo Tecnológico/ Faculdade Multivix São Mateus – v.15, n.17, 2023 –
São Mateus: MULTIVIX, 2023.

Semestral
ISSN 2238-2011

1. Pesquisa acadêmica – periódicos. 2. Gestão. 3. Exatas. I. Faculdade
Multivix São Mateus

CDD 001.891
CDU: 001.891(05)

Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem,
necessariamente, os pensamentos dos editores.

Correspondências: Coordenação de Pesquisa e Extensão Faculdade Multivix São Mateus
Rod. Othovarino Duarte Santos, 844, Resid. Parque Washington, São Mateus/ES | 29938-015

MUNDO TECNOLÓGICO

Faculdade Multivix São Mateus
v. 15 n. 17 janeiro/dezembro – 2023 - Anual

Diretor Geral
Sandrélia Cerutti Carminati Grippa

Coordenadora Financeiro
Amábile Marinato Camilo Marchi

Coordenadora Acadêmica
Elen Karla Trés

Conselho Editorial
Elen Karla Trés
Josete Pertel
Rafaella Rangel do Rosario

Assessoria Editorial
Josete Pertel
Mariana Lima de Jesus
Pedro Junior Zucatelli
Rafaella Rangel do Rosario

Assessoria Científica
Elen Karla Trés
Josete Pertel
Mirelle Christine Corona
Rafaella Rangel do Rosario
Sandrélia Cerutti Carminati

EDITORIAL

A revista científica Mundo Tecnológico é uma iniciativa da Faculdade Multivix São Mateus que possibilita a divulgação de artigos e resumos de contribuições relevantes para a comunidade científica das diversas áreas de estudo que abrange a Instituição. Portanto, trata-se de um veículo de publicação acadêmica anual, cujo público-alvo são professores e alunos de graduação e pós-graduação.

Diante disso, a Instituição almeja que a revista científica Mundo Tecnológico contribua para o fomento contínuo da prática da investigação, e promova o crescimento educacional.

MUNDO TECNOLÓGICO

SUMÁRIO

APLICAÇÕES DA METODOLOGIA 5 S NO SETOR AUTOMOTIVO	6
Henrique de Oliveira Lobo, Jorge Daher Netto, Vinicius Rangel Costa, Judson Barcelos Gonçalves	
PROPOSTA DE UM PROJETO PARA USO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIAS DOMÉSTICAS	26
Gabriela Araújo Bitti, Larissa Cabalini da Silva Barros, Josete Pertel	
IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....	48
Ana Claudia Dietrich, Katrine Conchavo, Mariana de Jesus Lima	
PROJETO DE ESTRUTURAÇÃO E MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO AEROMODELO CONSTRUÍDO A PARTIR DOS CONHECIMENTOS DE ENGENHARIA MECÂNICA.....	67
Alisson Bom Denoni, Reinaldo Alves de Oliveira Júnior, Josete Pertel	
USO DE ENERGIA SOLAR NA UNIDADE DE RECICLAGEM DE SÃO MATEUS- ES.....	90
Camila Clemente da Silva Cruz, Daniel Alves Zandomenego, Gabriel Pereira de Souza, Béverson Beltrame Reis	
PATOLOGIAS EM FUNDAÇÕES E ALVENARIAS DEVIDO À FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS RESIDENCIAIS.....	107
Douglas de Laia Fidelis, Gilsilani de Sousa Bortolotti, Moisés Rogério, Lucas Fernandes da Silva Goltara	
ESTADO DE CONSERVAÇÃO E SEGURANÇA DE UMA BARRAGEM EM JAGUARÉ- ES.....	128
Breno Sanches de Lima, Flávio Martins da Silva, Julia Celeste Sousa da Silva, Carlos Alexandre Seruti	
ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DO USO DE BIODIGESTOR NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO DE RESIDÊNCIAS POPULARES DA CIDADE DE CONCEIÇÃO DA BARRA- ES.....	145
Kelly Coutinho Ferreira, Rodrigo Carvalho Barbosa, Sergio dos Santos Olegário, Béverson, Beltrame Reis	
ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS EM VIAS VICINAIS.....	168
Clarice da Silva Gava, Clevison da Silva Jardim, Heloisa Costa Rodex, Béverson Beltrame Reis	

APLICAÇÕES DA METODOLOGIA 5S NO SETOR AUTOMOTIVO

Henrique de Oliveira Lobo¹, Jorge Daher Netto¹, Vinicius Rangel Costa¹, Judson Barcelos Gonçalves²

¹Acadêmicos de Engenharia Mecânica - Multivix – São Mateus-ES

²Engenheiro Mecânico – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

O presente artigo expõe estudos de aplicações da metodologia 5S em empresas do setor automotivo, focando em trabalhos em oficinas de pequeno e médio porte. A metodologia dos cinco sentidos "5S", apresenta uma sequência de ações e medidas a serem tomadas baseadas nos pilares: Utilização, ordenação, limpeza, saúde e autodisciplina, cada qual representando um senso. A aplicação dos 5S consiste na cooperação de todos colaboradores de uma empresa em uma busca pela promoção da qualidade, ponto essencial em um mercado cada vez mais competitivo. Observou-se que seguindo os critérios de implementação da metodologia 5S, todos estudos de casos apresentaram resultados positivos. No que se refere as atividades dentro das empresas, pode-se concluir que a implantação da metodologia propiciou uma maior agilidade na execução das tarefas, maior segurança para os colaboradores e também um ambiente mais agradável para se trabalhar

Palavras-chave: 5S; automotivo; qualidade; oficinas; mecânica.

ABSTRACT

This article presents studies of application of the 5S methodology in companies in the automotive sector, focusing on work in small and medium-sized workshops. The methodology of the five senses "5S", presents a sequence of actions and measures to be taken based on the pillars: Use, ordering, cleaning, health and self-discipline, each one representing a sense. The application of 5S consists of the cooperation of all collaborators of a company in a search for the promotion of quality, an essential point in an increasingly competitive market. It was observed that following the criteria for implementing the 5S methodology, all case studies showed positive results. With regard to activities within companies, it can be concluded that the implementation of the methodology provided greater agility in the execution of tasks, greater security for employees and also a more pleasant environment to work in.

Keywords: 5S; automotive; quality; workshops; mechanics.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados apresentados pelo SINDIREPA (2021), no anuário da indústria de reparação de veículos de 2021, evidencia-se o quão importante é o mercado de oficinas de automotores. Mesmo com toda turbulência causada pela pandemia global do Coronavírus, a modalidade conseguiu ser considerada atividade essencial, mantendo-se em funcionamento em seus mais diversos setores, atendendo uma frota no ano de 2020 de mais de 62 milhões de veículos automotores.

Ainda segundo o SINDIREPA (2021), as oficinas de reparação de automotores podem receber as seguintes subclassificações: oficinas de acessórios e serviços, borracharia, colisão, mecânica e convertedoras para GNV. Sendo realizada uma projeção de 108.024 empresas em funcionamento no Brasil envolvendo todas

subclasses, movimentando cerca de 61,4 bilhões de reais no ano de 2020. Mesmo com uma redução de empresas atuantes e redução no faturamento global, existe uma perspectiva de crescimento do mercado.

Atualmente, o mercado se posiciona em um *status* de alta competitividade entre as empresas, demandando cada vez mais a busca por alternativas que demonstrem diferenciação perante a concorrência. Ter um negócio estruturado permite que uma empresa possa ofertar serviços mais atrativos aos seus clientes, tornando-se conseqüentemente mais competitiva.

Em diversas cidades observa-se uma vasta oferta de serviços referentes a oficinas de reparação de automotores. Com tanta concorrência é de suma importância a busca constante pela eficácia e eficiência produtiva, visando assim resolver problemas que no final podem gerar perda de qualidade ao serviço/produto ofertado ao cliente, assim como o afastamento do consumidor.

Ferramentas de gestão tanto pessoal quanto organizacional, a busca por melhoria contínua, tornaram-se fundamentais para elevar o grau de qualidade do trabalho executado pelas empresas, buscando uma utilização eficiente dos recursos disponíveis, não somente isso, mas também uma consciência sustentável.

Além de um diferencial, a qualidade se estabelece como uma necessidade, pois deve ser trabalhada no dia a dia. Pontos como um ambiente motivador e limpo, métodos de trabalho padronizados, organização, treinamento e segurança influenciam diretamente em um resultado final satisfatório.

Oficinas de automotores são julgadas muitas vezes por serem ambientes sujos, desorganizados e inseguros. Nesse sentido, diversas ferramentas podem ser aplicadas para ajudar na estruturação da empresa e na busca pela entrega da qualidade. O presente trabalho tem por objetivo apresentar os principais resultados obtidos através da implementação do programa 5S em oficinas de automotores. Por meio de revisão bibliográfica busca-se evidenciar a eficiência de tal metodologia para o setor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUALIDADE: DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Existem diversas definições para o termo qualidade. De modo geral as pessoas compreendem a mesma como uma ou mais características desejáveis que um produto

ou serviço necessite ter. Apesar desse conceito ser correto, é possível realizar a descrição deste termo de maneira mais precisa e útil (MONTGOMERY, 2016).

Segundo Garvin (2002) a qualidade surgiu há milhares de anos, e recentemente foi instituída como função de gerência formal. Sendo anteriormente voltada para inspeção e atualmente é considerada essencial para o sucesso estratégico.

A qualidade está ligada a atributos essenciais de um bem, por exemplo, a resistência. Para muitos, um produto com melhor performance teria mais qualidade que um produto semelhante, porém de performance inferior, como também, há ainda aqueles que associam a qualidade diretamente à satisfação dos clientes de determinado produto (CARPINETTI, 2016).

A qualidade é um agregado de qualificações que um determinado serviço ou produto deve conter, entretanto este mesmo pode estar propício a alterações no estado que confere qualidade em determinada época, ou seja, qualidade está diretamente relacionada com melhoria contínua (LOBO, 2020).

Segundo Maximiano (2000), a qualidade está contida em todos os procedimentos que rodeiam os artigos e serviços de uma determinada empresa ou instituição. Sendo um aspecto de preocupação dos pesquisadores durante décadas até a atualidade. Nasceu da necessidade de resolver a questão da conformidade, da busca pela padronização, devido à produção elevada.

Assim, uma definição moderna e que pode ser aplicada é de que qualidade é inversamente proporcional à variabilidade, sendo essa variabilidade não-desejada ou danosa ao processo, produto ou serviço. Nesse aspecto, é evidente a diminuição de retrabalho e redução no gasto de tempo e dinheiro. A variabilidade excessiva no desempenho de um processo resulta, em geral, em desperdício (MONTGOMERY, 2016).

2.2 QUALIDADE: HISTÓRIA E EVOLUÇÃO

A busca pela qualidade sempre esteve presente na vida do ser humano, onde opiniões e gostos por certos tipos de ambientes, aromas e climas são definidos por critérios próprios. A pré-história descreve o homem se esforçando para conseguir certos alimentos e abrigos específicos, ou seja, sempre esteve presente a busca pela qualidade, pode-se assim dizer (MIRANDA, 2014).

Existe uma grande chance dos primeiros conceitos administrativos terem sua origem na alta fase da pré-história, tendo as mulheres como detentoras de certo

conhecimento administrativo das moradias, principalmente no que se refere ao planejamento da preparação das refeições. Já nos séculos XVIII e XIX, o artesão era responsável por cumprir os requisitos impostos por seus clientes e executava o serviço até atingir seu objetivo (SANTOS, 2007).

A Tabela 1 descreve a cronologia da história e evolução da qualidade.

Tabela 1 – Cronologia e evolução da qualidade.

Antes de 1900.	Quando as indústrias de produção em massa começaram a se desenvolver, Frederick W. Taylor começou a introduzir alguns conceitos de gerenciamento científico. Sendo o pioneiro na divisão de trabalho em tarefas, buscando modos em que o produto pudesse ser manufaturado e montado de maneira mais fácil.
Entre 1900 e 1930.	Henry Ford implementou em sua linha de montagem um maior refinamento dos métodos de trabalho para melhorar a produtividade e qualidade. Desenvolvendo conceitos de auto inspeção, e inspeção durante o processo.
Em 1924.	Surge o conceito de gráfico de controle, criado por W. A. Shewhart, sendo aplicado em um memorando técnico do Bell Laboratories.
1932.	Shewhart vai até Londres e ministra conferências sobre métodos estatísticos na produção de gráficos de controle.
1946 e 1949.	W. E. Deming é convidado pela indústria japonesa para ministrar seminários sobre controle estatístico da qualidade. Já em 1950 K. Ishikawa introduz o diagrama de causa e efeito.
1957.	É lançada a primeira edição do manual de controle da qualidade de J. M. Juran e F. m. Gryna.
Década de 60.	Os programas zero defeito são inseridos em algumas indústrias americanas.
Década de 70.	Surgem os livros de planejamento de experimentos para engenheiros e cientistas.
1989.	Um grande marco é o surgimento da iniciativa seis-sigma na Motorola.
Década de 90.	Crescem as atividades em torno da certificação ISO 9000 na indústria americana e muitos programas de graduação em engenharia colocam como requisito cursos formais sobre técnicas estatísticas tendo ênfase em métodos básicos de caracterização e melhoria do processo.

Fonte: Adaptado de Montgomery (2016)

2.3 QUALIDADE TOTAL

Com o desenvolvimento das empresas, a implementação da qualidade tornou-se fundamental, não somente para o produto final oferecido, mas para o funcionamento interno das organizações, na gestão dos recursos e pessoas, implementando o conceito de qualidade total, a fim de buscar a minimização dos custos, maximização de recursos e motivação dos funcionários (MISQUIATTI, COSTA; POLIONI, 2013).

Segundo Falconi (1999) o controle da qualidade total é baseado na participação de todos colaboradores de determinada empresa em suas respectivas áreas, buscando entender o controle da qualidade e que seu impacto não vislumbra somente suas funções, mas todas à sua volta. Com essa aplicação, são implementados métodos onde todos possam caminhar no mesmo sentido dos objetivos a serem alcançados, fazendo com que todos envolvidos tenham consciência do que estão fazendo e o motivo por estarem fazendo aquilo, sendo motivados pelos resultados.

Para Misquiatti, Costa e Polioni (2013) o termo Qualidade Total se caracteriza por um conjunto de programas, ferramentas e métodos aplicados no controle de produção, com a finalidade de garantir o menor custo e melhor qualidade. Apresenta como fatores primordiais para o processo de qualidade: Melhoria contínua, bom relacionamento entre cliente e fornecedor e o envolvimento de todos os funcionários. Observa-se a relação entre a comunicação entre todas as áreas de uma empresa, que a Qualidade Total é diretamente dependente do conhecimento geral dos colaboradores, do aprendizado e utilização das ferramentas desenvolvidas, e sua aplicação em qualquer área tende a trazer melhorias contínuas.

De acordo com Aguilar (2016), podemos separar os benefícios a serem alcançados com a qualidade total em grupos de interesse, sendo eles clientes, acionistas, empregados e vizinhos da empresa. No que se refere aos clientes, os benefícios são relativos a preço atrativo, qualidade dos produtos, qualidade dos serviços. Para os acionistas, um maior valor agregado à empresa. Já para os empregados, satisfação no trabalho, valorização profissional e vantagens e benefícios. Já para os vizinhos que circundam a empresa os benefícios estão voltados para ações comunitárias e defesa do meio ambiente.

Com o entendimento da Qualidade Total é possível implementar de forma eficiente uma das metodologias baseada nesse conceito, chamada de metodologia 5S,

que tem por alguns princípios: limpeza do espaço físico, eliminar desperdícios, identificar e utilizar recursos com economia e eficiência (AGUILAR, 2016).

2.3.1 Metodologia 5S

A metodologia 5S surgiu no Japão após uma grande crise econômica que o país sofreu por volta de 1950. Já no Brasil, começou a ser utilizada de maneira formal através de trabalhos da fundação Chistiano Ottoni após a década de 90. Esta metodologia é um programa de qualidade que se baseia no princípio de que tudo pode ser sempre melhorado, ou seja, existe um processo de melhoria contínua que possui o objetivo de eliminar os desperdícios e tornar o ambiente de trabalho um local limpo, organizado e agradável (SILVA, 1994; MARSHALL JUNIOR et al., 2005).

A metodologia 5S também é conhecida em sua abreviação como 5 sentidos, sendo que a palavra senso se dá com o propósito de aperfeiçoar a ideia de uma profunda mudança comportamental, ou seja, é preciso fazer com que as pessoas sintam a necessidade de fazer acontecer (SILVA, 1994).

De acordo com Pinto Filho e Souza (2019) o 5S é um conjunto de cinco palavras de origens japonesas todas iniciadas com a letra S, sendo elas: Seiri (utilização), seiton (ordenação), seiso (limpeza), seiketsu (saúde) e shitsuke (autodisciplina), sendo essas palavras os pilares para uma metodologia que têm o objetivo de simplificar a melhora dos hábitos dentro de uma empresa, a fim de obter um aumento significativo em seus resultados. Para tal, a interação com todos os setores é um fator de extrema importância para o sucesso. A execução do programa 5S proporciona aprendizado e melhora não só a qualidade do serviço, como também na vida do profissional dentro da organização.

A metodologia 5S pode ser aplicada em corporações dos mais diversos tamanhos, ao ser implantado busca conscientizar todos os funcionários da empresa a sua responsabilidade em prover e manter a área de trabalho limpa e organizada, buscando estabelecer uma mentalidade proativa. A implantação do programa auxilia na redução de desperdício e maior agilidade na busca pelas ferramentas utilizadas para realizar as atividades a serem desenvolvidas. (LICHTENBERG, 2017; SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009).

1º senso: Seiri

De acordo com Santos *et al.* (2006) seiri (senso de utilização) é o primeiro passo a ser executado no programa 5S. Onde busca-se levantar e retirar tudo que é

desnecessário na empresa. Para que esse senso realmente seja efetivo é necessário decidir de forma assertiva e ágil, o que não é utilizado na empresa, o que é e o que provavelmente será usado. Os itens que não são utilizados devem ser descartados, tendo sempre a preocupação de não agredir o meio ambiente.

Nesse senso busca-se utilizar de forma adequada os recursos disponíveis, tais, equipamentos, ferramentas, materiais de consumo, etc. É primordial evitar excessos e desperdícios (DE OLIVEIRA, 2020).

Para Santos *et al.* (2006) por meio desse senso diversas vantagens são garantidas, tais como: aumentar a área vazia na empresa, o que propicia uma melhor circulação, aumenta a segurança dos colaboradores, ajuda a melhorar a higienização e conservação, torna o controle de estoque e inventário mais eficientes. Este senso deve ser trabalhado de maneira assídua, visto que muitos colaboradores possuem uma relação de posse com materiais, principalmente ferramentas e que muitas vezes não são utilizadas na rotina de trabalho (TONIAZZO, 2016).

2º senso: Seiton

De acordo com Campos *et al.* (2005) o próximo passo a ser dado após a implementação do primeiro senso, é desenvolver um arranjo físico sistemático para organizar o local de trabalho, utilizando os recursos de forma eficiente e eficaz, facilitando o trabalho realizado no local estabelecido, estabelecendo uma ordem de controle visual do ambiente. Dessa forma, o segundo senso (seiton) se classifica como de ordenação, e por isso otimiza o local de trabalho, utilizando dos melhores métodos a serem definidos, com objetivo de acesso aos recursos de forma ágil e segura.

Segundo Santos *et al.* (2006) é indispensável no contexto deste senso a ordenação dos profissionais, onde os trabalhadores devem pensar e planejar sua rotina de atividades.

Este senso busca a criação de um hábito nos colaboradores para poder manter a ordem do local de trabalho, sendo que somente a arrumação não garante eficiência no trabalho, assim deve-se utilizar uma metodologia sistemática, que utilize da classificação dos procedimentos a serem implementados (CAMPOS *et al.*, 2005).

Quanto à classificação, tem como finalidade a ordenação e acesso rápido aos recursos disponíveis, utilizando cores diferentes, para cada recurso, etiquetas de identificação, sempre em fácil visualização, pois também garante segurança quando falamos de locais de trabalho com risco consideráveis, fazendo com que tenha

segurança tanto para o trabalhador quanto para as máquinas ou ferramentas ali utilizadas (MISQUIATTI; COSTA; POLIONI, 2013).

3º senso: Seiso

Para Santos *et.al* (2006), seiso (senso de limpeza), visa excluir qualquer tipo de sujeira, sobras inutilizáveis, para conservar o local de forma higiênica. Este senso abrange não só a limpeza de um local já sujo, mas também inclui a mudança de mentalidade para justamente para se evitar sujar o ambiente. Por depender da mudança de atitude dos colaboradores, esse senso pode ser um pouco mais difícil de ser implementado.

Segundo Da Silva (2011) para implementar um sistema eficiente de qualidade é necessária uma metodologia de limpeza, feita pelos próprios colaboradores do ambiente, ou por quem ali passa por curto período de tempo, como equipe de manutenção. O foco está em listar os problemas que presentes no ambiente, se eles são fontes de sujeira ou ausência de zelo, identificando e atacando as causas desses problemas, fazendo da limpeza uma espécie de manutenção preventiva, consciente dos problemas que a limpeza é capaz de corrigir. A manutenção da limpeza realizada pelos próprios usuários quebra o paradigma de que a limpeza é uma atividade essencialmente mecânica a ser desenvolvida por pessoas de menor valor (RIBEIRO, 2015).

De acordo com Santos *et al.* (2006) o senso de limpeza garante um ambiente onde o trabalho torna-se prazeroso e acaba aperfeiçoando as relações entre os colaboradores. Também melhora a manutenção de itens mobiliários e a preservação de ferramentas/utensílios, diminuindo os gastos desnecessários.

4º senso: Seiketsu

Tem por característica o senso de saúde, baseando-se no saneamento, limpeza, saúde fisiológica, saúde psicológica, buscando eliminar fatores, contaminantes e situações que contribuem para atrapalhar, impedir, influenciar negativamente o ambiente de trabalho. Não existe bom rendimento sem saúde, por isso condições favoráveis nesse sentido favorece a qualidade do trabalho, assim a saúde mental também tem atenção especial, pois todo trabalho existe uma ideia por trás, desenvolvida por alguém e que será implementada por uma equipe, assim um ambiente pacífico, positivo, com auto estima associada ao ambiente seguro e limpo tende a trazer bons resultados. Com menos fatores degradantes ou que influenciam negativamente, abre espaço para o

investimento de energia para realização das tarefas. Somente podendo ser executado o seiketsu depois da aplicação dos sentidos anteriores para que tenha o efeito esperado, sendo dependente desses (DA SILVA, 2011).

No seiketsu os sentidos anteriores serão efetivados, ações de sinalização e identificação em geral devem ser revisadas. Podendo ser feitas melhorias em itens de sinalização como faixas de travessia de pedestres, itens de segurança coletiva como (hidrantes, chuveiros, extintores), sinalização em escadas, dentre outros (RIBEIRO, 2015).

Para Ribeiro (2015) após a aplicação dos 3 primeiros sentidos, cria-se um ambiente onde pode-se fazer uma avaliação e detecção de problemas que possam comprometer a saúde dos colaboradores a longo prazo, chamados de problemas ergonômicos. Apesar de ser uma prática comum em diversas empresas o combate a tais problemas, com a aplicação do seiketsu a partir de uma análise crítica dos trabalhadores em relação às suas atividades e dos recursos disponíveis para execução das mesmas, o processo é aperfeiçoado.

Outras estratégias importantes que podem ser implementadas para que haja evolução deste sentido são: aplicação de exercícios de relaxamento físico/mental; motivação visual; combate ao sedentarismo e campanhas de educação alimentar; criação de áreas de lazer (RIBEIRO, 2015).

5º sentido: Shitsuke

Segundo Aguilar (2016) para que o 5S funcione, é necessário um fator muito importante, apresentado pelo último sentido, chamado de sentido da autodisciplina, pois apesar de existir hierarquia nas instituições, a autocrítica e a auto avaliação de cada pessoa é fundamental, pois ela tem que ser capaz de cumprir o que foi estabelecido, tanto por leis ou procedimentos, mas por consequência do que foi determinado por um grupo no qual esteja envolvido, capaz de desenvolver as atividades e os procedimentos de cuidado do ambiente de trabalho, além do desenvolvimento pessoal, na atitude em executar as atividades, contribuindo para evolução da organização em que esteja inserido.

Este sentido provê treinamento para os colaboradores conseguirem adquirir conhecimento, tanto teórico como moral, para os funcionários aprenderem a ter respeito e compromisso com toda equipe e com si próprio. Assim, estabelecendo uma cultura organizacional agradável (SANTOS *et al.*, 2006).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho trata-se de um artigo de revisão bibliográfica, apresentando três estudos de casos de aplicação da metodologia 5S em empresas do setor automotivo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTUDO DE CASO 1

Os autores Misquiatti, Costa e Polioni (2013) aplicaram a metodologia 5S em uma funilaria automotiva de pequeno porte na cidade de Pederneiras (SP). A imagem 1 evidencia de uma forma geral o ambiente de trabalho.

Imagem 1 – Funilaria automotiva antes da aplicação da metodologia 5S.



Fonte: Misquiatti, Costa e Polioni (2013).

Misquiatti, Costa e Polioni (2013), relatam que após treinamento da equipe sobre a metodologia 5S iniciou-se a aplicação do primeiro senso (utilização). Evidenciando nas imagens 2 e 3 a quantidade de materiais que estavam acumulados no ambiente de trabalho sem utilização:

Imagem 2 – Aplicação do senso de utilização.



Fonte: Misquiatti, Costa e Polioni (2013).

Imagem 3 – Aplicação do senso de utilização.



Fonte: Misquiatti, Costa e Polioni (2013).

Misquiatti, Costa e Polioni (2013) descrevem que esse senso contou com a colaboração da equipe de trabalhadores para definirem os materiais que possuíam utilidade. Além disso, os materiais sem utilização foram descartados, sendo direcionados para reciclagem. Com a aplicação do primeiro senso, observou-se diminuição do tempo de procura de ferramentas e melhor visualização do local.

Já na aplicação do segundo senso (ordenação), o *layout* foi redefinido afim de ter um melhor aproveitamento do espaço, com as ferramentas e materiais sendo alocados e classificados de forma adequada. Tal ação garantiu uma maior facilidade em encontrar as ferramentas para realizar os serviços, disponibilidade de espaço físico e maior segurança (MISQUIATTI, COSTA, POLIONI, 2013).

Na imagem 4 a seguir, é possível visualizar a aplicação do segundo senso:

Imagem 4 – Organização de materiais e liberação de espaço.



Fonte: Misquiatti, Costa e Polioni (2013).

Misquiatti, Costa e Polioni (2013), relatam que no terceiro senso (limpeza), foram realizadas a limpeza do chão, equipamentos, ferramentas, e pintura do barracão. A imagem 5 a seguir ilustra parte de tal processo:

Imagem 5 – Ações de limpeza no ambiente de trabalho.



Fonte: Misquiatti, Costa e Polioni (2013).

Já na aplicação do quarto senso (saúde/padronização), a empresa contou com auxílio de um profissional da área de Segurança do trabalho, onde o mesmo pode

observar o local e instruir os colaboradores sobre os riscos presentes. Sugerindo posteriormente o uso adequado dos equipamentos de proteção individual, o armazenamento adequado das ferramentas de trabalho, a necessidade de deixar uma passagem de livre acesso entre os postos de trabalho, e dispor dos objetos que mais utilizam em lugares próximos, contribuindo com a ergonomia (MISQUIATTI; COSTA; POLIONI, 2013).

No quinto senso (autodisciplina), o proprietário da empresa foi instruído a verificar se os outros sentidos estão sendo praticados no dia a dia, buscando incentivar os funcionários a praticarem o 5S, fazendo com que essa prática faça parte da rotina de todos (MISQUIATTI COSTA; POLIONI, 2013).

Misquiatti, Costa e Polioni (2013) concluíram que o trabalho a implementação do 5S como forma de aprimoramento da empresa, propiciou a mesma um lugar de destaque frente ao mercado competitivo.

4.2 ESTUDO DE CASO 2

No estudo de caso 2 os autores Pinto Filho e Souza (2019) relatam a implementação da metodologia 5S em um centro automotivo que oferece produtos e serviços na cidade de São Gonçalo no Rio de Janeiro.

Pinto Filho e Souza (2019) descrevem que após a aplicação do senso de utilização (seiri) foi possível identificar os itens necessários para realização dos serviços prestados pela empresa, como apresenta o Quadro 1:

Quadro 1 – Itens de verificação do senso de utilização.

Nº	Verificação	Sim	Não
1	Ferramentas no devido lugar?		
2	Materiais não utilizados foram descartados?		
3	Cliente cadastrado no sistema?		
4	Os colaboradores realizam a higiene local?		
5	Espaço produtivo possui área para descarte?		
6	Utensílios separados por setor ?		
7	Estoque de materia prima e produtos acabados devidamente organizado?		
8	Kit de segurança devidamente instalado?		
9	Todos os equipamentos de campo são utilizados diariamente?		

Fonte: Pinto Filho e Souza (2019).

Segundo Pinto Filho e Souza (2019) a organização perante o senso de utilização não se apresentava como um problema relevante na empresa, partindo assim para a aplicação do senso de ordenação (*seiton*). O Quadro 2 apresenta os itens abordados nesse senso:

Quadro 2 – Itens de verificação do senso de ordenação.

Nº	Verificação	Sim	Não
10	Equipamentos identificados ?		
11	Quadro de aviso atualizado?		
12	Facilidade de acesso a objetos ou informações?		
13	Fios soltos pelo campode trabalho?		
14	Sinalização das áreas de trabalho por setor?		
15	Pastas e documentos etiquetados?		
16	Ferramentas organizadas ?		

Fonte: Pinto Filho e Souza (2019).

De acordo com Pinto Filho e Souza (2019) após análise dos resultados obtidos com o Quadro 2 pode-se perceber inexistência de preocupação com o tempo de prestação de serviço devido, a desorganização das ferramentas faz com que a execuções das tarefas sejam mais demoradas. Além disso o quadro de informações desatualizado suprime informações que poderiam ser necessárias no dia a dia.

Já no terceiro senso o de limpeza (*seisou*) foram abordados os seguintes pontos evidenciados no Quadro 3:

Quadro 3 – Itens de verificação do senso de limpeza.

Nº	Verificação	Sim	Não
17	Local para higienização das mãos?		
18	Área de trabalho com boa iluminação?		
19	Os uniformes encontram-se limpos?		
20	Ações de limpeza são realizadas sempre?		
21	Janelas, paredes, teto e chão encontram-se limpos?		

Fonte: Pinto Filho e Souza (2019).

Pinto Filho e Souza (2019) destacam que a higienização no local apresenta-se de forma deficiente. Sendo encontradas sujeiras e presença de insetos no ambiente de trabalho por causa de resíduos que não foram retirados de forma correta. Os funcionários não utilizam uniformes apresentáveis.

No quarto senso o de saúde (*seiketsu*) Pinto Filho e Souza (2019) apresentam itens que foram estudados visando a saúde dos trabalhadores e clientes, sendo estes apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 – Itens de verificação do senso de saúde.

Nº	Verificação	Sim	Não
22	Instruções de limpeza para uso de material coletivo		
23	Material de Primeiros Socorros		
24	Vistoria da Validade dos Produtos, como tintas e afins?		
25	Estoque segue layout minimizando esforço e transposte de materias pesados ?		
26	Saída de Emergência de Fácil Acesso?		

Fonte: Pinto Filho e Souza (2019).

A partir dos resultados encontrados Pinto Filho e Souza (2019) relatam que os trabalhadores não possuem o hábito de limpar os equipamentos de uso coletivo, podendo gerar problemas de saúde para todas as pessoas que fazem utilização do ambiente.

No estudo apresentado por Pinto filho e Souza (2019), o último senso o de autodisciplina busca colocar em prática o monitoramento contínuo dos quatro sentidos anteriores, sendo estudados os seguintes pontos apresentados no Quadro 5:

Quadro 5 – Itens de verificação do senso de utilização.

Nº	Verificação	Sim	Não
27	Identificação dos produtos encontra-se em bom estado?		
28	A limpeza do local de trabalho vem sendo feita?		
29	Ambiente para recepção do cliente encontra-se em bom estado?		
30	Estoque segue com identificação de todos os produtos e separados por prioridades de uso?		
31	Funcionários cuidam dos materiais de sua responsabilidade?		

Fonte: Pinto Filho e Souza (2019).

Após analisar os dados obtidos Pinto Filho e Souza (2019) destacam que a limpeza apresenta-se como um ponto a ser melhorado, assim esse senso necessita de uma atenção especial.

Após a aplicação dos 5S, o autor conclui que empresa obteve bons resultados, apresentando redução no tempo de identificação dos serviços a serem prestados e aumento na busca pelos serviços. De maneira geral, a aplicação dos 5S mostrou-se benéfica para o dono da empresa, colaboradores e clientes.

4.3 ESTUDO DE CASO 3

O autor Mizdal (2017) aplicou a metodologia 5S em uma oficina automotiva de pequeno porte na cidade de Panambi (RS). Para o primeiro senso de utilização, peças, ferramentas obsoletas e resíduos descartáveis foram identificados e feito um planejamento de separação e destinação destes. Os materiais classificados como úteis foram limpos e aplicando o segundo senso, reorganizados como mostra a imagem 6:

Imagem 6 – Antes (A) e depois (B) da aplicação dos sentidos de utilização/ordenação.

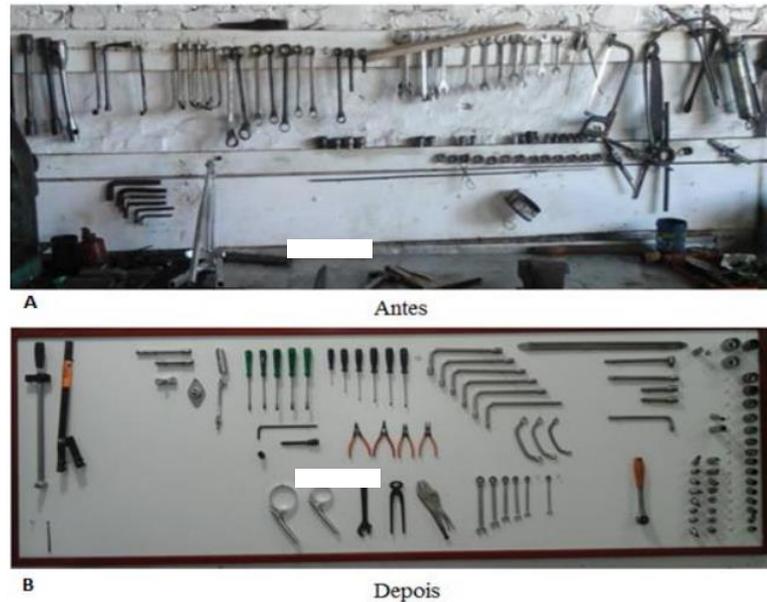


Fonte: Mizdal (2017).

Também no segundo senso (ordenação), o *layout* das ferramentas foi redefinido a fim de ter um melhor aproveitamento do espaço, com as ferramentas sendo organizadas e classificadas de forma adequada. Tal ação garantiu uma maior facilidade em encontrar as ferramentas para realizar os serviços, disponibilidade de espaço físico e maior segurança (MIZDAL, 2017).

A imagem 7 retrata a ação:

Imagem 7 – Antes (A) e depois (B) do quadro de ferramentas.



Fonte: Mizdal (2017).

Para o Senso de Limpeza, depois do treinamento com os colaboradores, Mizdal (2017) descreve que foram criados locais de destinação correto para descarte de cada material, além de uma limpeza total no local para deixar mais apresentável.

Mizdal (2017), destaca na execução do senso de saúde a demarcação no piso para disposição dos equipamentos, além da delimitação das áreas de risco, saídas de emergências e melhora da iluminação.

Imagem 8 – Visão geral da oficina após melhorias.



Fonte: Mizdal (2017).

Após aplicados os 4 primeiros sentidos, implementou-se o sentido de autodisciplina, onde os funcionários foram orientados sobre a responsabilidade em manter as melhorias, mudando hábitos que antes prejudicavam o ambiente de trabalho (MIZDAL, 2017).

Com a implementação do 5S, tendo em vista todo investimento para as reformas e alterações do ambiente, a empresa constatou um crescimento de 22% no faturamento no último trimestre do ano em relação ao período anterior, mostrando de maneira positiva o impacto da qualidade do serviço e gestão dos recursos disponíveis (MIZDAL, 2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos observar que seguindo os critérios de implementação da metodologia 5S, todos os estudos de casos apresentaram resultados positivos. No que se refere às atividades dentro das empresas, pode-se concluir que a implantação da metodologia propiciou uma maior agilidade na execução das tarefas, maior segurança para os colaboradores e também um ambiente mais agradável para se trabalhar. Quanto aos clientes, o nível de satisfação com os serviços prestados aumentou, refletindo diretamente no aumento do faturamento das empresas.

Em um mercado extremamente competitivo como o automotivo, buscar formas de melhorar a eficácia e eficiência se faz necessário. Com os resultados expostos, a metodologia 5S apresenta-se como uma possibilidade real na busca por esses objetivos, de tal modo, o mercado de automotivo oferece inúmeras possibilidades para melhorias, sendo o artigo apresentado uma base para possíveis novos trabalhos.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, P. R. **Proposta de implantação da metodologia 5s como base para melhoria da qualidade em uma oficina de veículos automotores do município de Viana/ES**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Centro Universitário Católico de Vitória, Vitória, 2016.

CAMPOS, R. et al. A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 12, 2005, Bauru. **Anais...** São Paulo: SIMPEP, 2005.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

DA SILVA, M. C. **Programa 5S – qualidade total**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2011.

DE OLIVEIRA, M. **Programa 5s: manual completo para implantação e manutenção do programa 5s**. 2020. E-book (22 p.). Disponível em: <https://www.amazon.com.br/PROGRAMA-5S-Implanta%C3%A7%C3%A3o-Manuten%C3%A7%C3%A3o-Oliveira-ebook/dp/B08CY5GXQL>. Acesso em: 23 set. 2021.

FALCONI, V. **TQC – Controle da qualidade Total: no estilo japonês**. 8 ed. Belo Horizonte - MG, 1999.

GARVIN, D. A. **Gerenciando da qualidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

LICHTENBERG, E. **Metodologia de implantação e avaliação do programa 5s na seção de manutenção de uma empresa metalúrgica**. Monografia (Tecnólogo em Fabricação Mecânica) – Tecnologia em Fabricação Mecânica, Instituto Federal de Santa Catarina. Jaraguá do Sul, p. 86. 2017.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2020.

MARSCHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da qualidade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da escola científica à competitividade na economia globalizada**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MIRANDA, F. J. **O impacto da implantação da norma ISO 9001: 2008 na gestão de empresas do setor de prestação de serviços**. Dissertação (pós-graduação) – Funda Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2014.

MISQUIATTI, F.; COSTA, M. F. M.; POLIONI, T. T. **Implantação do programa 5s em uma empresa do ramo automotivo: um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Faculdade G&P, Pederneiras, 69 p., 2013.

MIZDAL, R. H. **Aplicação da ferramenta 5S no setor de manutenção automotiva**. Monografia (pós-graduação) – Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2017.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

PINTO FILHO, C.G.; SOUZA, S. A. **Importância da aplicação da ferramenta 5S de qualidade em um centro automotivo**. In: Simpósio de pesquisa operacional e logística da marinha, 19, 2019, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SPOLM, 2019, p. 1-11.

RIBEIRO, H. **5s: você sabe o que é 5s (ou pensa que sabe)?**. 1. vol. São Caetano do Sul: PDCA, 2015.

SANTOS, N. C. R. et al. Implantação do 5S para qualidade nas empresas de pequeno porte na região central do Rio Grande do Sul. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13, 2006, Bauru. **Anais...** São Paulo: Simpep, 2006.

SANTOS, S. B. **Certificação ISO 9001/2000: uma avaliação sobre o processo de implementação no IV juizado especial cível do Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, J. M. da. **5S o ambiente da qualidade.** 2. ed. Belo Horizonte: Littera Maciel, 1994.

SINDIREPA. **Anuário da indústria de reparação de veículos do Brasil 2021.** Rio de Janeiro: 2021.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TONIAZZO, R. **5S muito além da limpeza e organização.** Caxias do Sul, 2016. E-book (86 p.). ISBN 978-85-7978-340-1. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/MUITO-LIMPEZA-ORGANIZA%C3%87%C3%83O-pequenos-neg%C3%B3cios-ebook/dp/B01GD9X9RM>. Acesso em: 23 set. 2021.

PROPOSTA DE UM PROJETO PARA USO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIAS DOMÉSTICAS

Gabriela Araújo Bitti¹; Larissa Cabalini da Silva Barros¹; Josete Pertel²

¹Acadêmicas de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus-ES

²Doutora – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

A falta de água potável é um problema mundial que tem se agravado, devido ao consumo excessivo todos os dias, mudanças climáticas, poluição da água e consumo insustentável de recursos hidráulicos. Este estudo tem como objetivo geral propor um projeto viável para o uso da água pluvial em residências domésticas, delimitando-se em buscar uma forma de causar menor impacto ao meio ambiente, apontando os benefícios que um sistema eficiente pode trazer aos moradores das residências a fim de se ter uma melhor qualidade de vida a todos. Para que isso fosse possível, foram utilizados a pesquisa bibliográfica, o estudo de caso, buscando dados qualitativos e quantitativos por meio da aplicação de um questionário. Tendo como propósito propor estratégias de melhorar a eficiência da água, com base em medidas técnicas e mudanças de comportamento. É de grande importância diminuir o consumo da água tratada nas casas e indústrias, desta maneira, trabalhando na sociedade seus hábitos e costumes. Por fim o objetivo é propor um projeto que seja viável com o intuito de realizar o uso da água pluvial em residências domésticas, com isso mostrar como a engenharia civil pode contribuir para a resolução da crise hídrica. O projeto demonstrou a viabilidade e a facilidade da implantação do mesmo em residências domésticas. É possível perceber a importância do projeto proposto de captação de águas pluviais nas residências para o uso em atividades domésticas, para assim contribuir com a solução da crise hídrica. Uma vez que ao fazer o uso dos recursos pluviais é possível mitigar o consumo dos recursos disponibilizados pela concessionária de água.

Palavras-Chave: sustentabilidade; águas pluviais; crise hídrica.

ABSTRACT

The lack of potable water is a worldwide problem that has worsened due to excessive consumption every day, climate change, water pollution and unsustainable consumption of hydraulic resources. This study has the general objective of proposing a viable project for the use of rainwater in domestic residences, delimiting itself in seeking a way to cause less impact on the environment, pointing out the benefits that an efficient system can bring to the residents of the residences in order to to have a better quality of life for everyone. For this to be possible, bibliographic research was used, the case study, seeking qualitative and quantitative data through the application of a questionnaire. With the purpose of proposing strategies to improve water efficiency, based on technical measures and behavioral changes. It is of great importance to reduce the consumption of treated water in homes and industries, in this way, working in society its habits and customs. Finally, the objective is to propose a project that is viable in order to carry out the use of rainwater in domestic residences, thereby showing how civil engineering can contribute to the resolution of the water crisis. The project demonstrated the viability and ease of implantation in domestic residences. It is possible to perceive the importance of the proposed project of capturing rainwater in the residences for use in domestic activities, in order to contribute to the solution of the water crisis. Since by making use of rainwater resources it is possible to mitigate the consumption of resources made available by the water concessionaire.

Key Words: Sustainability Rainwater; Water Crisis.

1 INTRODUÇÃO

O ecossistema tem se inserido em diversas áreas da pesquisa econômica, uma vez que a natureza é a fonte de matéria-prima e de energia, e tem se tornado um depósito de rejeitos de atividades de produção e coopera de forma significativa no conforto da população. Observando o conceito de sustentabilidade, pode-se denominá-lo como a solução dos problemas causados por interferência do ser humano em áreas protegidas, tem como base a reconciliação, proteção ambiental, igualdade social bem como a renda econômica. Esta situação proporciona a integração social pessoal ligada à produção, cidadania e consumo.

O propósito de hoje é encontrar maneiras de melhorar a eficiência da água, por exemplo, com base em medidas técnicas e mudanças de comportamento, educação e outras medidas de incentivo, normatização de leis e estruturas tarifárias. Conquanto, é de grande importância melhorar a eficiência da água na sociedade, ou seja, diminuição do consumo de água tratada em casa ou nas indústrias, desta maneira, trabalhar na sociedade seus hábitos e costumes.

Em primeiro lugar, é bom esclarecer que desenvolvimento sustentável não se restringe apenas a uma ação, como reduzir as emissões de gases que causam o efeito estufa. Se realizarmos apenas ações no sentido de reduzir as emissões dos gases estufa, tememos que o planeta seja alterado de tal forma que, possivelmente, muitas espécies como as conhecemos agora deixarão de existir (TORRESI; PARDINI; FERREIRA, 2010, p.1).

Deste modo, a proposta de pesquisa buscou métodos de engenharia para responder a problemática apresentada: Como a estruturação de projetos pode promover o aproveitamento de águas pluviais para uso em residências domésticas?

Por meio de um estudo de caso, realizou-se a observação em uma residência, para analisar as possíveis formas de aproveitamento de águas pluviais, sua viabilidade, bem como as possíveis soluções técnicas adotadas.

Delimitando-se em buscar informações e conhecimentos relacionados à reaproveitamento das águas pluviais, visando um menor impacto ao meio ambiente, os benefícios que um sistema eficiente pode trazer aos moradores das residências a fim de se ter uma melhor qualidade de vida a todos.

Deve-se deixar bem claro o grande problema e custo que se tem em tornar a água potável para simplesmente desperdiçá-la em uma bacia sanitária, lavamento de calçadas e carros, banhos de animais domésticos e outros usos.

A água potável é um bem que no mundo hoje, pode ser considerado limitado, assim devemos aproveitar ao máximo as águas da chuva que simplesmente vão embora pelo simples fato de não se pensar em aproveitar essa água que temos e podemos facilmente utilizar. (LAMAISON; MURUSSI; EDLER, 2017, p.2).

Esta pesquisa tem como objetivo geral propor um projeto viável visando o uso da água pluvial para residências domésticas, permitindo o aproveitamento das águas pluviais, pensando em uma alternativa de torná-lo mais acessível, buscando um menor impacto ao meio ambiente, os benefícios que um sistema eficiente pode trazer aos moradores das residências a fim de se ter uma melhor qualidade de vida a todos.

Tendo também como objetivos específicos realizar a análise em uma residência para verificar as possíveis formas de aproveitamento de águas pluviais e sua viabilidade econômica bem como as soluções técnicas adotadas; propor um sistema de utilização de águas pluviais; estimar as condições técnicas para a reutilização das águas pluviais na edificação estudada; examinar a eficiência da sustentabilidade desse sistema proposto; estruturar um projeto viável visando o uso da água pluvial para residências domésticas e permitir o aproveitamento das águas pluviais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BENEFÍCIOS E CRITÉRIOS PARA REÚSO DA ÁGUA PLUVIAL

Levando em conta o sistema de utilização de águas pluviais, e estimando as condições técnicas para a reutilização das águas pluviais na edificação estudada, foi examinada a eficiência da sustentabilidade para que as vantagens e desvantagens do sistema de forma que se mostrem verídicas. Ao realizar a captação de águas pluviais terá uma diminuição do consumo de águas tratadas, contudo essa alternativa ainda é pouco utilizada devido à falta de mão de obra especializada.

Segundo Nosé (2008) muitos são os benefícios para o reuso das águas pluviais, destacando a economia e a falta de desperdício, já que ocorre uma diminuição na utilização da demanda subterrânea e superficial.

Muitos são os benefícios para o reuso das águas pluviais, destacando a economia e a falta de desperdício, já que ocorre uma diminuição na utilização da demanda subterrânea e superficial.

O reaproveitamento de água segue padrões que devem ser observados e atendidos para evitar estritamente os riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Além

disso, a reutilização feita fora dos padrões estabelecidos, pode causar danos aos materiais e aos equipamentos que fazem a liberação dessa água.

Neste sentido, padrões de qualidade para planos de reutilização de água no tocante à qualidade de fornecimento, destacam-se o reuso realizado sem oferecer riscos sanitários; não podendo constar características como turbidez para evitar a rejeição pelo usuário; também não pode ocorrer danos ambientais nem desequilíbrio.

De acordo com Cunha (2008) a água deve atender o padrão de qualidade exigido para do uso a que será indicado; no caso do uso de efluentes estes necessitam passar por tratamento que assegure a segurança da sua reutilização; devem ser aplicados sistemas de tratamento com tecnologia capaz de prezar pela qualidade da água; realização de exames que comprovem a qualidade da água e concordância dos custos utilizados no tratamento da água de reuso.

É importante acompanhar o reservatório, observando como está a qualidade daquela água. Sendo de suma importância lembrar, que a água adquirida por meio de captação pluvial, não deve ser usada para consumo humano. Ela deve ter como objetivo o uso para atividades externas, como jardinagem e podendo ser usada também na rotina de limpeza da residência.

Segundo Cunha (2008) a água da chuva é reaproveitada para habitação, neste caso, só pode ser utilizada em máquinas de lavar, banheiros e irrigar jardins. Seu consumo não é aconselhado mesmo se sujeitado a tratamentos.

Fazer a utilização das águas pluviais, é uma forma de colaborar com o meio ambiente. Uma vez que diversos benefícios são causados por essa prática, entre eles podemos citar a economia na conta de água, não só gerando um ambiente mais sustentável, mas também promovendo o bem-estar do planeta e a preservação de seus recursos hídricos.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Proteção Animal do Distrito Federal (SEMA, 2012) afirmou que, o reaproveitamento da água da chuva na edificação é muito importante, para isso, o projeto de engenharia civil deve ser especificado em detalhes para atingir o objetivo, evite armazenar a água no mesmo local onde a água tratada se encontra, na qual o sistema de reuso é evidente.

Por fim, o uso das águas pluviais traz diversos benefícios, não apenas a curto prazo, trazendo uma economia na tarifa de água ao mitigar o uso da água disponibilizada pela concessionária. As vantagens também podem ser observadas a

longo prazo, visto que a retirada de água nos leitos dos rios vai diminuir, ajudando a preservar o meio ambiente.

2.2 SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A reciclagem das águas pluviais, apesar de ser simples, requer muitos cuidados que podem facilitar na sua manutenção e garantir mais segurança ao seu reuso.

Segundo Rebouça, Braga e Tundisi (2006) o reaproveitamento da água da chuva deve receber alguns cuidados, como a inspeção regular de sua qualidade através do tratamento; manutenção adequada do sistema usado para realizar as seguintes tarefas; garantir a segurança para o consumidor final e da pessoa que realizará esta operação; emitir um aviso informando que a água não é potável, e utilizar sistema de tubulação de cores diferentes para representar o seu uso é destinado a água reuso.

Neste caso, a água pluvial é uma espécie de recurso hídrico que não possui muito reaproveitamento, embora apresente um potencial elevado para o uso, possuindo uma acessibilidade para a população, independentemente das suas condições sociais ou econômicas. Seu aproveitamento pode tornar a construção sustentável, economizar custos e reduzir a demanda por água escassa na superfície existente quanto no subsolo.

Neste contexto existem quatro etapas que são necessárias para produzir um sistema eficiente capaz de suprir as exigências habitacionais:

Quando chove nas áreas urbanas e até mesmo em áreas próximas, a água acaba sendo contaminada por diversos poluentes, presentes no ar devido a indústria e a emissão de gases poluentes liberados pelos automóveis. A água também pode ser contaminada ao entrar em contato com as superfícies onde a chuva cai. Assim, quando ocorre uma precipitação, o primeiro volume de água que cai é o mais sujo, pois arrasta as impurezas presentes no ar e nas superfícies.

Oliveira (2005) disse que, devido à poluição urbana, a água da chuva usada em edifícios deve ser desprezada por cinco minutos para remover a sujeira restante depositada no telhado e eventualmente no reservatório, caso não possua filtro.

Apesar dos cuidados que é necessário ter na hora de utilizar a água pluvial, a utilização dela traz diversos benefícios. Além de ajudar diretamente a mitigar os impactos ambientais e a crise hídrica, ainda é possível ver a diferença na tarifa de água. Para quem tem jardim, ainda é possível ver uma melhora nas plantas, uma vez que a água pluvial não contém cloro e nenhum outro aditivo químico.

2.3 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

Segundo Orzenn (2016), a drenagem urbana de águas pluviais é um problema constante apresentado por diversas cidades do país. Os riscos desses problemas são elevados devido ao aumento da urbanização junto com a falta de planejamento das cidades.

Grandes centros vão surgindo e pouco se é pensado quanto ao saneamento desses locais. Se uma cidade não se preocupa em utilizar meios de preservar o meio ambiente enquanto ainda são pequenas, também irão desprezar a urbanização consciente de acordo com o que forem crescendo. O ideal é que a reutilização da água pluvial, que pode ser usada na arborização do perímetro urbano, que é uma forma de tornar as cidades mais frescas, diminuindo também o uso da energia, entre outras ideias que também podem ser implantadas.

Para Orzenn (2016) um planejamento urbano se faz necessário, principalmente em relação à drenagem e as alterações que o meio sofre devido ao uso inadequado do solo, pois estes, criam um meio propício a geração de problemas urbanos e que muitas vezes requer soluções de engenharia de difíceis soluções, ocasionando intervenções estruturais com obras muito onerosas.

Sistema geral de coleta e uso de água pluvial, consiste no recolhimento da água que cai no telhado ou no chão das edificações. A água é transportada para o local de armazenamento pelas calhas, condutores horizontais e verticais, passando pelo equipamento de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas, dispositivos divisores são utilizados na primeira chuva, depois de passar pelo filtro, a água geralmente é armazenada em um tanque enterrado (cisterna), então bombeado para um segundo tanque de armazenamento (elevado), que a partir de tubulações específicas de águas pluviais serão alocadas para consumo não potável (TOMAZ, 2003).

Segundo Jabur, Benetti e Siliprandi (2011) o sistema de captação de baixo custo, a coleta é realizada por valas de drenagem que direcionam a água por condutores verticais para um reservatório instalado acima do solo. Por esse motivo pode ocorrer a aparição de algas, recomenda-se o uso de um clorador como o de piscinas, mesmo que a água não seja para beber.

De acordo com Lee *et al.* (2000) o sistema de coleta de água na superfície do telhado é considerado o mais simples e, na maioria dos casos, a qualidade da água produzida é melhor do que a do sistema que coleta a água da superfície do solo.

Os materiais de cobertura usados para coletar a água da chuva podem variar: telhas, fibrocimento, zinco, vidro, plástico e até mesmo concreto armado. Revestimentos com menor absorção de água, ou seja, ladrilhos com maior escoamento superficial podem minimizar as perdas, pois nem toda a água depositada é coletada e, por tanto, apresenta maior eficiência. Hagemann (2009) afirmou que, a captura no telhado também na maioria dos casos, permite que a água alcance o reservatório por gravidade, assim beneficiando o projeto.

Alguns cuidados devem ser tomados na área onde ocorrerá a captação, como limpeza frequente e matérias que possam obstruir a passagem, como por exemplo, galhos, folhas, além de obstruir a passagem também pode ocorrer a poluição da água, sendo assim diminuindo a qualidade do material coletado (AGÊNCIA AMBIENTAL, 2002, s.p.).

De forma geral, a captação das águas pluviais em residências domésticas é simples, uma vez que o sistema não se mostra complexo tanto para execução, como também para manutenção. A depender do formato do telhado, contando com a quantidade de águas que ele possui, pode ser usado mais ou menos calha, uma vez que só é necessário colocá-la no final da queda. Telhados embutidos normalmente contam com a queda apenas em uma direção, o que contribui para um menor gasto na hora de implantar a calha.

2.4 USO DA ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

A aplicação de fontes alternativas de abastecimento é uma das soluções para crise hídrica, com isso destaca-se o aproveitamento da água da chuva, sendo uma das fontes mais viáveis para a preservação da água potável, essa técnica pode ser utilizada em residências domésticas.

A agência nacional de águas falou sobre a crise hídrica, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), para se obter uma redução no consumo, é necessário que os indivíduos se conscientizem do uso razoável da água, por isso também é necessário tomar medidas que possibilitem o reaproveitamento ou reuso da água para outros fins não-potáveis.

A falta de água potável é um problema mundial e agravou-se, devido ao consumo excessivo todos os dias, mudanças climáticas, poluição da água e consumo

insustentável de recursos hídricos. Com esse problema, amplia-se o escopo de encontrar maneiras de preservar a água potável, por meio de novos avanços nas tecnologias e por meio da revisão do uso da água populacional.

Sant'ana e Medeiros (2017) mostrou que, no desenrolar das últimas duas décadas, houve um aumento na procura e na oferta de sistemas hidráulicos que facilitem o aproveitamento de águas pluviais e o reuso de águas cinzas em diversos usos não-potáveis, nas mais variadas tipologias de edificações.

A fim de alcançar um sistema eficiente de reutilização de água recuperada, para expandir seu uso em edifícios residências deve inicialmente ter o conhecimento sobre o consumo estimado de água para o uso doméstico.

Segundo Jabur, Benetti e Siliprandi (2011) o consumo doméstico pode ser dividido em: chuveiro 55%, pia 18%, lavadora de roupas 11%, lavatório 8% e tanque apenas 3%.

Levando em conta que as residências fazem o consumo diário de água, Louly (2008) propôs que, as edificações podem aproveitar estratégias que lhes permitam armazenar a água da chuva e, posteriormente utilizá-las nas atividades, como por exemplo, limpar quintais e calçadas, regar jardins e dentre vários outros usos, esses investimentos exigem dinheiro para promover o tratamento de reutilização.

Aproveitar a água da chuva de telhados ou até mesmo reutilizar água do enxágue de máquinas de lavar roupa para molhar jardins e lavar pisos, é uma prática comum que vem sendo realizada há anos em muitas residências brasileiras de maneira rústica, como alternativa para reduzir os gastos com a conta de água.

Além de se ter uma colaboração para o futuro, ainda se tem uma grande diferença no custo da água potável, tendo em vista que o custo pode ser reduzido de 70% a 80% dependendo de cada residência e situação de chuvas locais (LAMAISON; MURUSSI; EDLER, 2017).

Os dados apontam para uma melhor qualidade de vida, uma vez que a vida no planeta depende da preservação do meio ambiente. A utilização das águas pluviais é uma forma de ajudar nessa preservação. A água pluvial pode ser usada nos cuidados domésticos para a limpeza de garagens, calçadas e limpeza geral. Também pode ser utilizada no jardim para regar as plantas, pode ser usada no banheiro para descarga, banho entre outros usos. Não podendo ser utilizada apenas para fins alimentícios, como cozinhar e para beber.

2.5 CENÁRIO ATUAL DA SITUAÇÃO HÍDRICA DO ESPÍRITO SANTO E ARACRUZ

Segundo Basso (2018) o planejamento urbano é um grande problema para as cidades, principalmente quando se refere à drenagem urbana, junto a esta falta de planejamento, o meio ambiente sofre grandes alterações devido ao uso inadequado do solo, contribuindo assim para a geração de problemas urbanos, muitas vezes de difíceis soluções em que são necessárias grandes quantidades de recursos e grandes obras. Para alcançar o entendimento de alguns fatores ligados à engenharia, como o saneamento e a drenagem urbana, é importante o entendimento de patologias nas drenagens de cidades, e entender as causas de constantes alagamentos causados em períodos com precipitações maiores.

A falta de água tem sido um dos grandes desafios enfrentados pela população. A água doce, que é utilizada para manter o abastecimento de residências e indústrias, tem gradualmente deixado de suprir as necessidades de cada indivíduo por causa do desperdício. Este fato tem afetado diretamente vários setores da economia e tem feito com que vários pesquisadores busquem meios alternativos que contribuem para a diminuição do desperdício de água. Além de criação e aplicação de leis, a conscientização é fundamental para os mananciais. Nesta sequência, propostas que possuem foco em reuso de água têm ganhado destaque cada vez maior nos projetos de construção civil. Diante destas comprovações, a presente pesquisa justifica-se a partir desta a carência do reuso de águas pluviais para meios não potáveis, gerando uma redução no consumo e garantido a prevenção das nascentes. Para isso, a utilização de tecnologias simples pode ajudar no desenvolvimento de projetos de engenharia civil, com foco para a construção de residências sustentáveis.

Basso (2018) descreve que, várias cidades do Brasil apresentam problemas referentes à drenagem urbana, estes problemas têm impacto direto no meio ambiente e conseqüentemente na sociedade que está inserida no mesmo. Esses impactos são originados muitas vezes pela má qualidade da drenagem urbana realizada e ocasionam diversos problemas e prejuízos, principalmente à população urbana.

A cada ano a crise hídrica tem sido mais intensa e trazendo maiores problemas, pois a falta de água é um problema grave. O Espírito Santo, localizado na região Sudeste do Brasil, apesar de ser conhecido pelas praias tropicais e por suas áreas naturais preservadas, não é diferente. As notícias acerca da crise hídrica chegam de

forma recorrente. A seca no estado é uma realidade vivida há alguns anos, e o período de chuva é escasso em algumas regiões do estado.

Aracruz é um município localizado no interior do Espírito Santo e segundo Barcelos e Machado (2017), inserido nesta problemática está o município de Aracruz que, de igual forma tem sofrido com a escassez de água bruta para tratamento. Tendo por base tal realidade, faz-se necessário a adoção de várias medidas, visando à economia da água tratada pelo poder público, armazenagem da água das chuvas, reaproveitamento da água em nossos lares, medidas ambientais visando o reflorestamento de nascentes, córregos e rios, com isso, se faz o uso consciente e evita-se o desperdício da água.

3 METODOLOGIA

É um estudo descritivo e tem como base a pesquisa bibliográfica. Para Gil (2009) o levantamento e seleção bibliográfica concernente é um pré-requisito essencial para construção e apresentação das características do objeto de pesquisa de estudo permite aos pesquisadores formularem de forma mais clara, enriquecendo também o seu embasamento teórico.

Para a obtenção de dados foram utilizados dados de pesquisa bibliográfica, trabalhos acadêmicos, projetos de engenharia, com o propósito de se obter informações referentes a precipitação de cada região para a obtenção de água pluvial. Também foi apresentado o resultado de uma pesquisa realizada com o público sobre o tema aqui abordado por meio de um questionário com perguntas fechadas e abertas.

Os resultados dessa pesquisa visam fornecer informações para agregar na proposta do projeto. A análise dos dados está relacionada ao possível reuso de água pluvial em residências. Com isso foi apresentado a proposta a fim de ressaltar a importância do uso de um sistema pluvial como uma opção sustentável.

Por fim, buscou-se juntar de forma clara e objetiva com dados verídicos os resultados da pesquisa, para melhor esclarecer o tema abordado, trazendo uma solução para a problematização, de forma que contribuísse para uma sociedade mais consciente e um meio ambiente mais saudável.

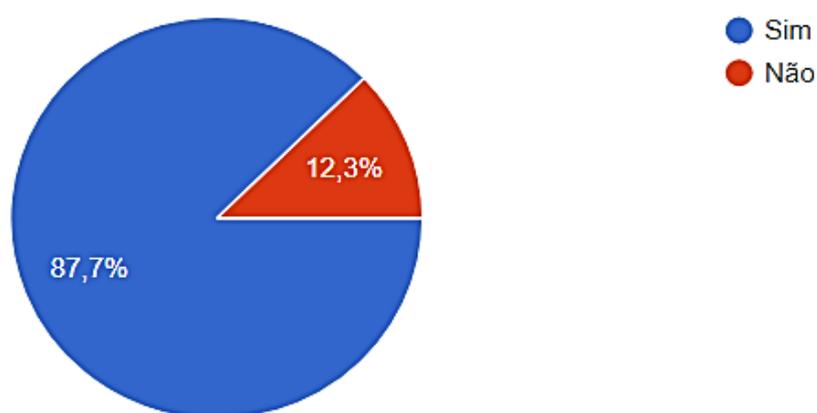
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento de dados obtido por meio de um questionário no *google forms*, foram realizadas perguntas abertas e fechadas com o intuito de entender a realidade dos indivíduos, levando em conta a região onde eles moram, o conhecimento deles em relação à utilização da água pluvial e as condições de abastecimento de água no local. Em muitos locais a água potável é um bem de difícil acesso, muitas pessoas não recebem o abastecimento por meio de uma concessionária, ou então o abastecimento é feito de forma precária.

“A estreita relação da saúde e bem-estar das comunidades humanas com o acesso à água segura e com eficazes sistemas de saneamento constitui um fator determinante para o desenvolvimento econômico e social da sociedade.” (VIEIRA, 2018, p.33).

A partir da análise dos dados obtidos através do questionário, foi possível perceber que das 179 pessoas que participaram da pesquisa, 174 são moradoras de alguma cidade do estado do Espírito Santo. O Gráfico 1 abaixo mostra que 87,7% das pessoas moram em um bairro onde o abastecimento de água é realizado por meio de uma concessionária.

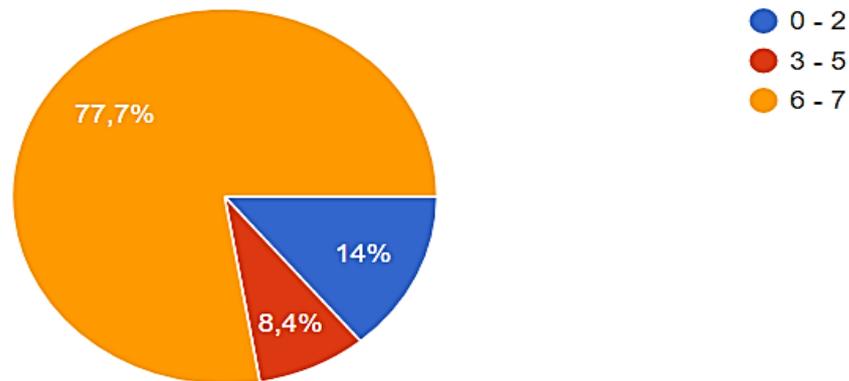
Gráfico 1 - Abastecimento de água por meio de uma concessionária



Fonte: Produzido pelo autor.

Em seguida perguntamos quantos dias da semana em média é fornecida água pela concessionária para o bairro onde o indivíduo mora (Gráfico 2). O resultado pode ser observado no gráfico a seguir:

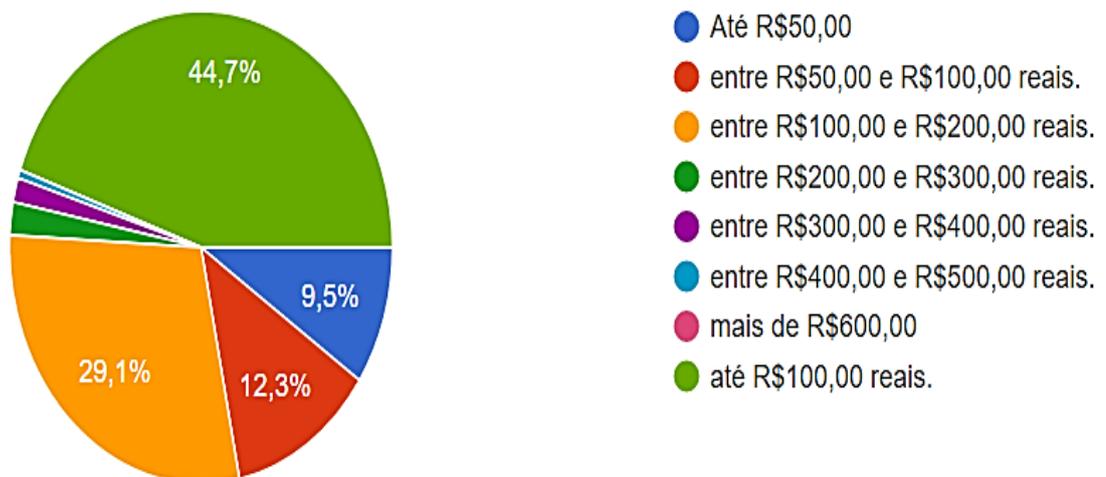
Gráfico 2 - Média de quantos dias da semana é fornecido água pela concessionária



Fonte: Produzido pelo autor.

O valor da tarifa de água é uma questão importante, e o gráfico a seguir mostra o consumo médio de água mensal da residência dos indivíduos que participaram da pesquisa (Gráfico 3).

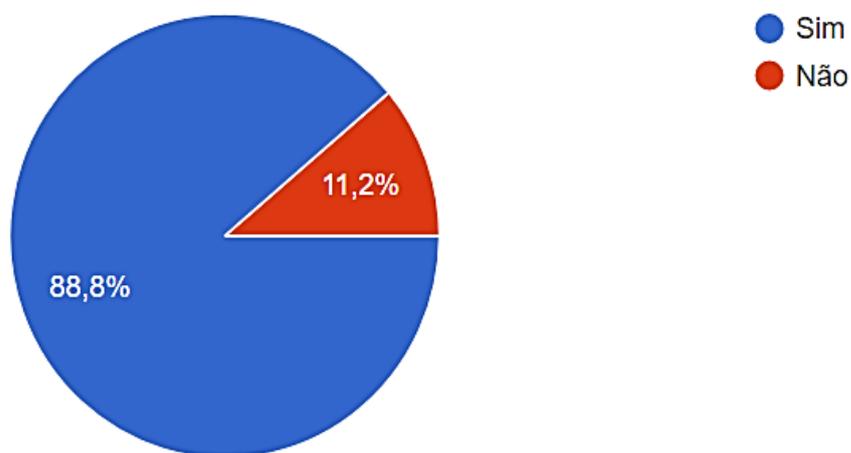
Gráfico 3 - Consumo médio de água mensal



Fonte: Produzido pelo autor.

Também foi perguntado se eles conheciam um sistema chamado cisterna, e de acordo com as respostas a maioria conhece, como pode ser observado no Gráfico 4, representado abaixo:

Gráfico 4 – Pessoas que conhecem o sistema chamado cisterna

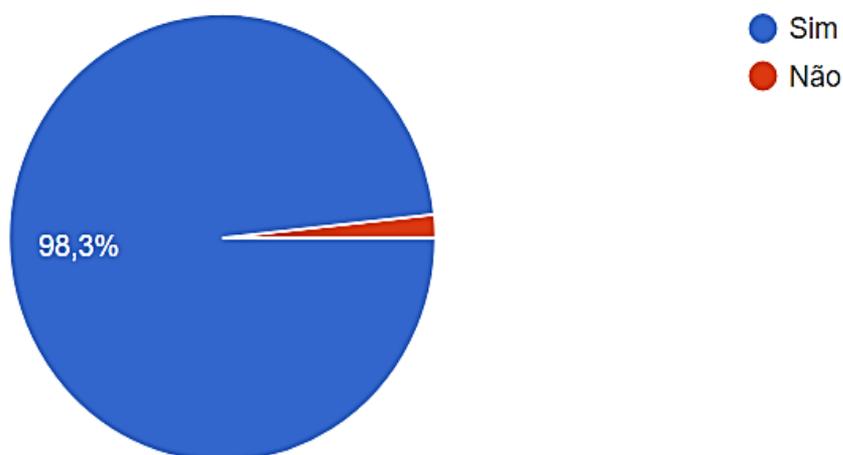


Fonte: Produzido pelo autor.

“A maioria dos moradores entende que é a concessionária a responsável em garantir qualidade, não têm a percepção de que após o hidrômetro, cessa a responsabilidade da concessionária e começa a responsabilidade do morador.” (FERREIRA, 2017, p.90).

A seguir, podemos observar no Gráfico 5, o qual foi perguntado se as pessoas acreditam que é importante fazer a utilização da água da chuva, e 98,3% respondeu que sim

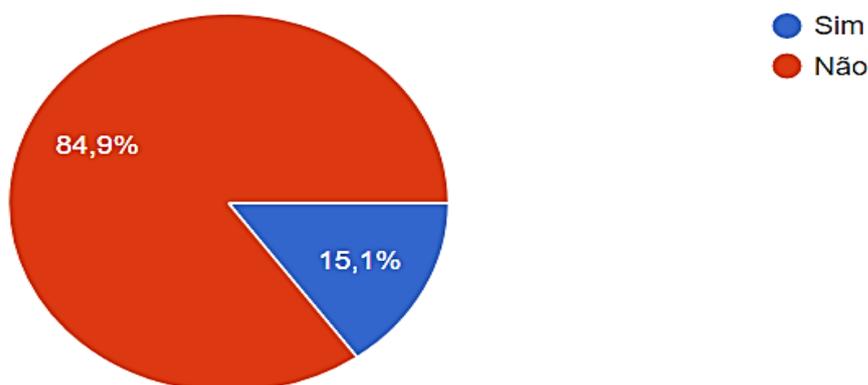
Gráfico 5 – Açam importante o uso da água da chuva em residências domésticas



Fonte: Produzido pelo autor.

Logo após foi perguntado aos participantes da pesquisa se eles fazem a utilização da água da chuva em suas residências, conforme Gráfico 6, observa-se que 84,9% respondeu que não.

Gráfico 6 – Faz o uso da água da chuva em atividades domésticas



Fonte: Produzido pelo autor.

Fizemos algumas perguntas abertas direcionadas às pessoas que fazem a captação e a utilização da água pluvial em suas residências, assim foi observado a forma que as pessoas fazem o armazenamento da água captada, os métodos utilizados variam entre o uso de baldes, caixa d'água, cisterna, vasilhas, galão, bacia, tonel, tanques, entre outros.

Podemos observar no Quadro 1, algumas das possíveis utilidades que eles encontraram para a água pluvial em suas residências:

Quadro 1 – Para que a água armazenada é utilizada

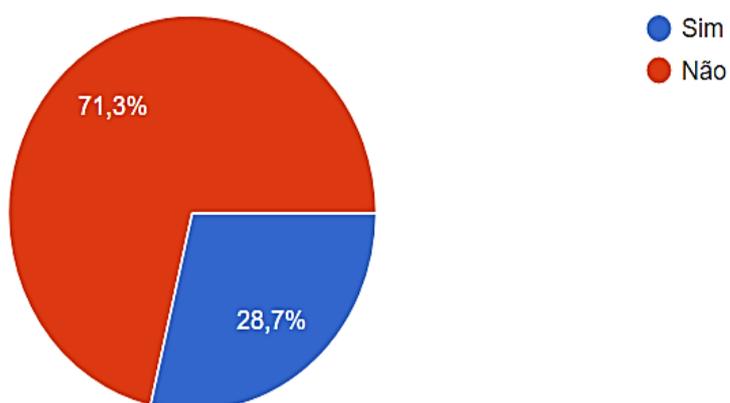
RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES	
Limpeza	Calçada e jardim
Plantas	Banho e limpeza
Para beber	Limpar a varanda
Lavagem de garagem e quintal	Regar as plantas na fase seca, o verão
Jogar no vaso e limpar o chão	Lavar a varanda e molhar as plantas
Lavar as calçadas	Lavar a varanda entre outras coisas.
Lavar banheiro, lavar garagem	Molhar plantas, lavar calçada e varanda, lavar tapetes
Para limpeza do chão e descarga	Lavara carro e varanda

Limpar casa e quintal	Lavar calçada ou para passar pano na casa
Lavar varanda, calçada, e até roupa	Molhar plantas
Lavar garagem, varanda	Molhar as plantas que ficam dentro de casa
Lavar o quintal e molhar as plantas	Lavar varandas e plantas
Lavar a varanda e o chão	Molhar as plantas, lavar a calçada
Molhar plantas e encher a piscina	Lavar varandas
Limpeza de áreas externas, regar as plantas	Molhar plantas dos vasos que não podem ser carregados para fora, lavar varandas
Molhar plantas, lavar garagem	Molhar plantas e lavar as partes externas.

Fonte: Produzido pelo autor.

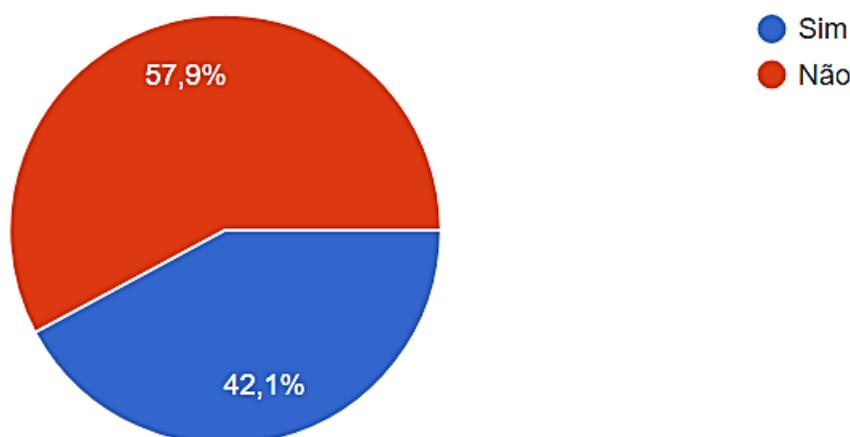
Em seguida fizemos a seguinte pergunta (Gráfico 5): A falta de água é um problema na sua realidade? E 28,7% dos participantes responderam que sim. Logo em seguida (Gráfico 6) perguntamos se eles fazem racionamento de água em suas residências. E apenas 42,1% das pessoas disseram fazer o racionamento de água, como podemos observar abaixo.

Gráfico 5 - A falta de água é um problema na sua realidade?



Fonte: Produzido pelo autor.

Gráfico 6 - Você faz racionamento de água?



Fonte: Produzido pelo autor.

No questionário aplicado foi solicitado que as pessoas que adotam algum método de racionamento de água falassem um pouco se adotam alguma estratégia. A maioria falou que fazem o racionamento adotando métodos de racionamento, como desligar a torneira ao escovar os dentes e ao tomar banho, além de diminuir o tempo do banho. Algumas outras falaram que reutilizam a água da máquina de lavar roupas. Uma pessoa afirmou que para economizar água e evitar o desperdício ela usa o seguinte método: “Lavar roupas, todas, uma vez na semana, lavar calçadas, varandas e sanitários com a água do enxágue das roupas; tomar banho abrindo o chuveiro por etapas; lavar louças abrindo a torneira por etapas (molhar, ensaboar e enxaguar) ”.

Também observou que mencionaram: “Água de lavagem de folhagens é utilizada para regar plantas. Durante a noite o xixi é armazenado para economizar descargas. Utilização de garrafas pet dentro das descargas para diminuir quantidades de água. Utilização da água da máquina de lavar para lavar varandas, limpezas de casa e para dar descarga. Utilização de água que ferveu alimentos para regar plantas. Troca de água dos cachorros utilizada para regar plantas. ”

5 PROPOSTA DO PROJETO DE USO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS DOMÉSTICA

O reuso eficiente da água da chuva não possui dificuldades, entretanto são necessários alguns cuidados que garantem a segurança e facilitam a manutenção.

Abaixo encontram-se as etapas a serem seguidas durante a montagem do sistema de reaproveitamento de água (AQUASTOCK, 2008).

1ª Etapa – Delimitação do Sistema: O primeiro passo para a reutilização mais eficaz das águas pluviais é delimitar o sistema modelo para cada caso, de acordo com as necessidades e objetivos de cada usuário, do local onde ocorrerá a captação e das características da construção. As características como a dimensão e posição do reservatório é particularmente importante, pois este é o elemento mais oneroso do projeto e sua especificação correta pode retratar uma importante economia. É de suma importância a obtenção de informações por meio de entrevista com o cliente e levantamentos no local. Na imagem 1 podemos observar.

Imagem 1 - Esquema básico da captação da água da chuva para residências



Fonte: Casa Arquitetura, 2016.

2ª Etapa – Amostra do Sistema: A segunda etapa é a escolha do modelo do sistema de reciclagem, que pode ser executado de várias formas, dependendo da firma contratada. Eles podem variar desde linhas que utilizam cisternas e filtros subterrâneos que apontam resultados mais completos de reciclagem de água de chuva, às linhas menos elaboradas, que utilizam filtros de descida e caixas d'água acima do nível do solo.

3ª Etapa – Fornecimento de Componentes: Com base na delimitação e na decisão dos objetivos e atributos do sistema a ser implantado, o fornecedor especifica, integra e fornece os integrantes necessários. O componente primordial a ser citado nesta etapa será o filtro por onde a água passará antes de ir para o reservatório;

4ª Etapa – Instalação do Sistema: A instalação fica por conta do fornecedor, que deve dispor de trabalhadores especializados para executar a instalação de todos os segmentos hidráulicos e elétricos (se necessário o emprego de bombas) dos sistemas.

Na imagem 2 observamos um sistema de cisterna vertical instalado:

Imagem 2 - Cisterna Vertical Modular de 1000 litros com filtro e clorador



Fonte: Casa Arquitetura, 2016.

Observamos que são sistemas que podem ser bem estruturados em pequenos espaços das residências.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reaproveitamento de águas pluviais tem sido considerado uma contribuição para a sustentabilidade ambiental. A utilização deste recurso que possibilita reutilização da água para fins não potáveis, demonstra um grande potencial de redução no gasto de consumo de água, como consequência, os benefícios em relação ao custo se mostrou muito vantajoso.

O projeto demonstrou a viabilidade e a facilidade da implantação do mesmo em residências domésticas. A partir dos dados apresentados acima, é possível perceber a importância do projeto proposto de captação de águas pluviais nas residências para o uso em atividades domésticas, para assim, contribuir com a solução da crise hídrica. Uma vez que ao fazer o uso dos recursos pluviais é possível mitigar o consumo dos recursos disponibilizados pela concessionária de água.

Com isso, comprovou-se, que as vantagens em reaproveitar as águas pluviais são de alcance social muito grande e que os benefícios são muitos e reais. Dito isso, é

de suma importância que sejam criadas normas para esse recurso e políticas que apoiam e incentivam a sociedade a fazerem esse sistema em suas residências.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V. John, V. M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. São Paulo: Blucher, 2011. ANA – Agência Nacional de Água. **Conservação e reuso da água em edificações**. Ministério do Meio / Ambiente. Brasil. 2005. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-de-aguas-em-edificacoes-2005/>. Acesso em: 23 mai. 2020.

ANNECCHINI K. P. V. **Aproveitamento da Água da chuva para fins não potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. Dissertação. 2005. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2005.

AQUASAVE. **Economia de Água**. 2010. Disponível em: <http://www.aquasave.com.br/>. Acesso em: 12 maio. 2020.

AQUASTOCK. **Água da Chuva: Sistema de Reaproveitamento da Água da Chuva**. S. PAULO, 2008. Disponível em: <<http://www.engeplasonline.com.br>> Acesso em: 21 mai. 2020.

ARQUITETURA, Casa &. **Como reaproveitar a água da chuva em residências**. 2016. Disponível em: <https://casaearquitectura.com/como-reaproveitar-agua-da-chuva/>. Acesso em: 29 out. 2021.

BARCELOS, Emely Costa; Machado, Fabio. **Crise Hídrica**. Uma realidade atual no município de Aracruz. 2017. Disponível em: http://www.pma.es.gov.br/arquivos/noticias_arquivos/CRISE_HDRICA._UMA_REALID

ADE_ATUAL_NO_MUNICPIO_DE_ARACRUZ_-_Acadmicos_Emely_Costa_Barcelos_-_Fabio_Machado.pdf. Acesso em: 25 out. 2021.

BASSO, Leandra et al. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Um desafio multidisciplinar e multissetorial. Trabalho acadêmico (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Faculdade Integrada de Três Lagoas, 2018. 14p.

CATUCIANO Neto, R. Ocorrência de oocistos de *Cryptosporidium* spp. E cistos de *Giardia* spp. em diferentes pontos do processo de tratamento de água, em Campinas, São Paulo, Brasil. 2004. 99f. **Dissertação** à obtenção (Mestre em Parasitologia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia Campinas, São Paulo, 2004.

CIOCCHII, Luiz. **Para utilizar água de chuva em edificações**. Técnica, Ed. Pini, nº 72, p. 58-60, mar.2003.

CORDEIRO, R. B.; Robles Júnior, A. **Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável**. 2009.

CUNHA, V. D. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reuso urbano.** Dissertação. 2008. USP. São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-02022009-182058/pt-br.php>. Acesso em: 20 mai. 2020.

FERREIRA, Cibele Esmeralda Biondi. **Potabilidade da água após reservação domiciliar a percepção do morador.** 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/161370018.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

FURTADO, Fernando Cruvinel. **Captação e reaproveitamento da água pluvial em residência na cidade de rio verde, Goiás. TCC** (Graduação em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2016. 16p.

GIANSANTI, R. **O desafio do desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Atual, 1998.

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

GONÇALVES, Fernanda Cristina Gonzales. **Projeto de Drenagem Sustentável.** Para mitigação de cheias na bacia do rio Quitandinha em Petrópolis, RJ. Trabalho acadêmico (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. 76p.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da Qualidade da Água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso.** 2009. 141p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA (ORG.). **Manual para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água de chuva.** Disponível em: https://www.ipt.br/banco_arquivos/1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf. Acesso em: 04 set. 2021.

JABUR, A. S. Benetti, H. P; SILIPRANDI, E. M. **Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis.** VII Congresso Nacional de Excelência em gestão. 2011. Disponível em: http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Lib/Image/art_2035047764_T11_0353_2014.pdf. Acesso em: 22 maio. 2020.

LAMAISON, Gabriela; MURUSSI, Graciele Hedlund; EDLER, Marco Antonio Ribeiro. **A água da chuva utilizada com sabedoria em residências.** Disponível em: https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2017/XXII%20SEMIN%20RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202017%20-%20ANAIS/GRADUA%20%20COMPLETOS_Ci%20A%20Sociais%20e%20Humanidades/A%20%20GUA%20DA%20CHUVA%20UTILIZADA%20COM%20SABEDORIA%20EM%20RESID%20%20ANCIAS.pdf

LEE, K. T. et al. Probabilistic design of storage capacity for rainwater cisterna systems. **J. agric. Eng. Res.**, v. 3, n. 77, p. 343-348, 2000.

LOULY, A. A. Reuso de águas pluviais em ambientes domésticos e a diminuição de impactos ambientais. **Monografia**. 2008. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás. Goiânia. 2008.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reuso de água. São Paulo: Manole, 2003.

MIELI, João Carlos de Almeida. Reuso da Água Domiciliar. Niterói, abr.2001.

NOSÉ, D. Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas em condomínios residenciais. **Monografia**. 2008. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 2008.

NASCIMENTO, Francisco Paulo. **Classificação da Pesquisa: Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. Como elaborar TCC**. Brasília. Thesaurus, 2016.

ORZENN, Henrique Mateus Merlin. **Estudo do sistema de drenagem urbana localizado no cruzamento da rua Araruna com a avenida Perimetral Tancredo de Almeida Neves**. 2016. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6339/2/estudosistemadrenagemurbana.pdf>

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E PROTEÇÃO ANIMAL DO DISTRITO FEDERAL. SEMA. Projeto de água de uso diversos. **Programa de Águas de Usos Diversos**. Plano de Gestão Integrada da Qualidade Ambiental no Distrito Federal. SUBSECRETARIA DE SAÚDE AMBIENTAL SUSAM. BRASÍLIA – DF. 2012. Disponível em: <http://www.semah.df.gov.br/qualiar/Pdf/REVISTA-REUSO-AGUAS.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

REBOUÇA, A. do C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. Águas Doces do Brasil. **Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3. Ed. São Paulo: Editora Escrituras. 2006.

SANT'ANA, Daniel Richard; MEDEIROS, Lídia Batista Pereira. **Aproveitamento de Águas pluviais e Reuso de Águas cinzas em edificações**: padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. Padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. 2017. Disponível em:

https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/abastecimento_agua_esgotamento_sanitario/regulacao/reuso_aguas_cinza_aproveitamento_aguas_pluviais/reuso_df_2_padroes_qualidade.pdf. Acesso em: 09 out. 2021.

SANTOS. A. F. D; PEREIRA.S.C.N. **Projeto de residência unifamiliar com tecnologia de sustentabilidade das principais instalações**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Belém, 2013 FERREIRA, L. Reuso da Água Pluvial. Trabalho acadêmico. Universidade Católica de Goiás. 2007.

SILVA, André de Oliveira; GODOY Erivelton Roberto. Análise Financeira de implantação de galerias pluviais adotando diferentes períodos de retorno. Estudo de caso. **Trabalho**

acadêmico (Graduação em Engenharia Civil) – Centro universitário, Antônio Eufrásio de Toledo, 2015. 22p.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva, São Paulo, SP: Navegar, 2003

TORRESI, Susana I. Córdoba de; PARDINI, Vera L.; FERREIRA, Vítor F. **O que é sustentabilidade?** 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000100001>. Acesso em: 15 out. 2021.

VIEIRA, José Manuel Pereira. **Água e Saúde pública**. 2018. Disponível em: <https://static.fnac-static.com/multimedia/PT/pdf/9789726189695.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Ana Claudia Dietrich¹, Katrine Conchavo¹, Mariana de Jesus Lima²

¹Acadêmicas de Engenharia Química - Multivix – São Mateus-ES

²Mestre – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

A qualidade é um dos pontos mais relevantes dentro de uma indústria alimentícia, pois garante que o produto entregue ao consumidor esteja livre de contaminações e tenha uma boa aparência. O objetivo do trabalho é demonstrar a importância das BPF como ferramenta da qualidade nas indústrias de alimentos e evidenciar qual o resultado da utilização dessa ferramenta em diversos segmentos da indústria alimentícia. O trabalho foi realizado a partir de levantamento bibliográfico sobre o tema, utilizando principalmente arquivos eletrônicos e artigos científicos publicados que possuam como tema a qualidade na indústria de alimentos. Com a análise dos estudos foi concluído que a ferramenta de BPF pode ser utilizada em diversos segmentos e é uma grande aliada na implantação de um sistema de gestão de qualidade ou no melhoramento contínuo de um já existente. A utilização da ferramenta de BPF garante que a empresa entregue produtos seguros ao consumidor e se mantenha competitiva no mercado.

Palavras-chave: indústria alimentícia; qualidade alimentar; boas práticas de fabricação.

ABSTRACT

Quality is one of the most relevant points within a food industry, as it ensures that the product delivered to the consumer is free of contamination and has a good appearance. The objective of this work is to demonstrate the importance of GMP as a quality tool in the food industry and to show the result of using this tool in various segments of the food industry. The work was carried out from a bibliographical survey on the subject, using mainly electronic files and published scientific articles that have quality in the food industry as their theme. With the analysis of the studies, it was concluded that the GMP tool can be used in several segments and is a great ally in the implementation of a quality management system or in the continuous improvement of an existing one. The use of the GMP tool ensures that the company delivers safe products to the consumer and remains competitive in the market.

Keywords: food industry; food quality; good manufacturing practices.

1 INTRODUÇÃO

Diversas mudanças ocorreram nos últimos 20 anos oriundas da globalização. Há a disposição no mercado, diversos produtos que vêm de vários lugares, tanto do Brasil como do exterior e todos estão disputando o consumidor (BERTOLINO, 2010). Essas mudanças ocorreram tanto no setor tecnológico como nos desejos e necessidades dos consumidores, obrigando as indústrias a evoluírem seus processos, desenvolvendo e aprimorando suas práticas para continuar competindo no mercado (GOBIS; CAMPANATTI, 2012).

Um dos pontos mais importantes na indústria alimentícia atualmente é a preocupação com a qualidade. Ela pode estar ligada a bens, produtos, processos e serviços (DIAS, 2014). Silva e Correia (2009) relacionam a qualidade nos alimentos com a ausência de defeitos, se ele está em conformidade com as características informadas

e se possui as características para a finalidade para a qual foi criado. Lima (2018) traz a definição de alimento seguro como aquele que está livre de contaminações físicas, biológicas e químicas.

A indústria de alimentos brasileira move um grande capital no mercado interno, gera milhares de empregos, sendo um ramo muito importante para a economia do país, e é uma atividade essencial para a população. A indústria alimentícia possui uma grande responsabilidade, tanto econômica quanto social, mas também possui a responsabilidade de levar aos consumidores alimentos livres de contaminação e que não tragam nenhum risco à saúde destes (ARAÚJO, 2021).

Partindo desse cenário, os consumidores passaram a ser mais exigentes principalmente com a qualidade dos produtos, onde não adiantam só as propriedades sensoriais e a embalagem serem boas/bonitas, é necessário que a indústria comprove a segurança daquele alimento (BERTOLINO, 2010). É muito importante que a empresa busque constantemente melhorar a qualidade dos seus processos, desde o recebimento das matérias-primas, produção e distribuição do produto.

A implantação do sistema de gestão da qualidade demanda um determinado tempo, pois necessita do total envolvimento da empresa, assim é muito importante que se tenham ferramentas para avaliar, acompanhar o desenvolvimento da produção e desse modo enxergar os resultados (GOBIS; CAMPANATTI, 2012). A conscientização referente às práticas de manipulação dos alimentos deve alcançar todos os níveis hierárquicos, como os gestores, operadores e auxiliares, pois todos estão envolvidos de alguma maneira com o processo (VANZELLA; SANTOS, 2015).

A implantação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) juntamente com um controle de qualidade, sistemas de gestão e treinamento dos colaboradores tem sido um diferencial na indústria alimentícia (BUZINARO; GASPAROTTO, 2019).

As BPF têm como objetivo garantir a qualidade e segurança alimentar dos produtos, evitando qualquer tipo de contaminação desde a matéria-prima, produção e distribuição. Desta forma, é muito importante que as BPF sejam seguidas por todos na empresa e para isso é necessário que o conhecimento e as normas sejam transmitidos periodicamente, de modo a garantir o fornecimento de um alimento seguro ao consumidor.

As BPF são impostas por lei e a Portaria do Ministério da Saúde nº 326 (1997) define os requisitos básicos de higiene e boas práticas de fabricação de alimentos destinados ao consumo humano. Ele se aplica a todo estabelecimento no qual sejam

realizados produção, industrialização, fracionamento, armazenamento e transportes de alimentos industrializados.

As BPF também são pré-requisitos para outras ferramentas da gestão de qualidade, como por exemplo a APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), e fazem parte dos pré-requisitos da certificação FSSC 2200 (*Food Safety System Certification*), uma certificação muito importante para a indústria alimentar.

Para compreender a importância da ferramenta de BPF, é necessário ter uma visão sobre a importância das indústrias alimentícias e como funciona um sistema de gestão de qualidade, portanto, o objetivo deste estudo é trazer estes conceitos e apresentar a ferramenta de BPF, suas diretrizes e análise de estudos de caso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Tem-se observado que atualmente, o ser humano está à procura por alimentos menos processados e mais naturais. O consumidor atual tem buscado escolher alimentos que forneçam características saudáveis para uma melhor qualidade de vida, ou seja, segurança alimentar e nutricional. Informações contidas em rótulos, embalagens, certificações e procedências, são alguns critérios que são levados em conta para a aquisição do melhor produto (GERMANOVA, 2018).

A produção de alimentos é um dos pilares de qualquer economia, seja por sua abrangência e essencialidade, seja pela rede de setores direta e indiretamente relacionados, como o agrícola, o de serviços e o de insumos, aditivos, fertilizantes, agrotóxicos, bens de capital e embalagens. As principais inovações ligadas ao mercado de alimentos estão nas áreas de insumos, biotecnologia, bens de capital e embalagens. O mercado de alimentos funcionais tem crescido a taxas anuais de aproximadamente 10% no Brasil, e se revela um campo fértil de pesquisa e oportunidades comerciais (GOUVEIA, 2006).

Segundo dados da ABIA (2022), a indústria brasileira de alimentos e bebidas é a maior do País, representando 10,6% do PIB brasileiro e gerando 1,72 milhões de empregos formais e diretos. O Brasil é o segundo maior exportador de alimentos industrializados do mundo, levando seus alimentos para 190 países.

As empresas do ramo de alimentos estão tendo que se reinventar devido à constante evolução em desenvolvimentos de tecnologia, regulamentação e requisitos de consumo. Destaca-se, também, que a indústria de alimentos está enfrentando vários desafios regulatórios e de conformidade relacionados à composição dos alimentos, à comercialização de alimentos e à rastreabilidade, desde o fornecimento de ingredientes até o consumidor final (VIANA, 2019). A indústria de alimentos engloba uma grande diversidade de produtos, relacionando a agricultura e a pecuária, tendo em vista que esses setores constituem os fornecedores dos principais insumos utilizados nessa indústria.

Devido aos insumos utilizados a partir da agropecuária, a indústria de alimentos possui sazonalidade da produção vinculada à sazonalidade da oferta de seus insumos que representam aproximadamente 55% dos custos totais de produção da indústria de alimentos. Além das relações com a agropecuária, a indústria de alimentos estabelece, assim como outros setores da indústria de transformação, relações com canais de distribuições, indústrias de embalagens, máquinas e equipamentos, entre outras, conforme pode ser visto na Figura 1 (VIANA, 2019).

Figura 1 - Fluxograma Produtivo da Indústria de Alimentos.



Fonte: Viana (2019).

A busca e o aperfeiçoamento pela qualidade dos alimentos, por exigência de consumidores e mercado, aumentam a procura por sistemas que possam proporcioná-la, que também, sejam efetivos não só no quesito sanitário, mas na redução de perdas e no aumento da competitividade (RIBEIRO-FURTINI; ABREU, 2006).

Na esfera atual, para as empresas enfrentarem o desafio em se manter na competição e satisfazer as exigências dos clientes, é preciso ter uma gestão da qualidade eficiente e eficaz, o que se torna um requisito essencial para o sucesso econômico e sustentável para qualquer indústria alimentícia. Contudo, a gestão de qualidade, é um tema importante a ser trabalhado, em que se exige a padronização, registros, e principalmente o uso de suas ferramentas. Assim, as empresas precisam adquirir certificações para serem competitivas, pois qualidade não é apenas mais um diferencial competitivo, mas uma condição para permanecer no mercado (FOIDL; FELDERER, 2016 *apud* PACHECO, 2018).

2.2 GESTÃO DA QUALIDADE

Qualidade se tornou um dos temas mais trabalhados nas empresas nas últimas décadas devido ao cenário competitivo e os altos níveis de qualidade exigidos pelo mercado atual. Como afirma Bertolino (2010), qualidade não é mais um diferencial, mas uma condição para permanecer no mercado. Portanto, é de interesse da organização investir na implantação de ferramentas que melhorem o seu processo e consequentemente garantir que a empresa continue competindo no mercado.

De acordo com a NBR ISO 9000 (ABNT, 2015) um sistema de gestão de qualidade (SGQ) compreende atividades através das quais a organização identifica seus objetivos, determina os processos e recursos necessários para alcançar os resultados desejados, gerencia a interação de processos e recursos necessários para agregar valor e realizar resultados para as partes interessadas pertinentes, permite à alta direção otimizar a utilização dos recursos, considerando as consequências de sua decisão a longo e curto prazo e fornece os meios para identificar ações para tratar consequências pretendidas e não pretendidas no fornecimento de produtos e serviços.

No setor da indústria de alimentos, podemos discutir o tema da qualidade a partir de dois conceitos: a qualidade percebida e a qualidade intrínseca. A qualidade percebida está associada ao que o consumidor espera do produto, as características que o fazem voltar a comprar, como a crocância, cor, odor, textura (propriedades sensoriais), a composição nutricional e características da embalagem. Esse conceito é bem dinâmico

visto que as expectativas dos consumidores são variáveis. E a qualidade intrínseca é aquilo que o consumidor considera como óbvio no produto, como a ausência de contaminantes, peso condizente ao indicado na embalagem, a utilização de dosagem seguras e não utilização de ingredientes proibidos pelos órgãos oficiais (BERTOLINO, 2010).

Para que a indústria garanta a qualidade de seus produtos, é necessário que ela implemente um sistema de gestão da qualidade e os atuais sistemas de gestão possuam suas raízes nos conceitos de TQM (Gestão da Qualidade Total). Esse sistema gerencial considera o envolvimento de todas as pessoas em todos os setores da organização e busca a satisfação destas (BERTOLINO, 2010).

São diversos os benefícios que resultam da implantação de um programa de gestão de qualidade, como o aumento da satisfação dos clientes, melhoram a qualidade do atendimento, redução de custos, garantia de maior integração entre os setores, aumento da eficiência e da produtividade (BERTOLINO, 2010; SOUZA, 2021). Também é fundamental para a segurança dos alimentos e assim evitar o surgimento de doenças transmitidas por eles (DTA). As DTA ocorrem pela ingestão de alimentos ou água contaminados (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Uma das importâncias da implantação de um sistema de gestão da qualidade nas indústrias, fazendo o uso de ferramentas que busquem eliminar falhas nos processos, é a produção de produtos em conformidade com as normas oficiais (ARAUJO, 2021).

Após a implantação do sistema de gestão é também importante passar por uma certificação, visto que são importantes indicadores de que estão sendo atendidos os requisitos de qualidade e se tornam um diferencial diante a concorrência. A certificação FSSC 22000 é uma delas (SOUZA, 2021).

Na implantação do Sistema de Gestão da Qualidade é possível utilizar ferramentas como a BPF e APPCC.

Nas empresas alimentícias, a implantação das BPF juntamente com os procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO), compõem a parte inicial para o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), os quais, em conjunto, constituem a base da gestão da Segurança e Qualidade de uma empresa de alimentos.

As BPF contribuem com a eficácia do processo de produção, controlam possíveis fontes de contaminação cruzada e garante que o produto atenda as especificações (MACHADO *et al.*, 2015).

2.3 BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

No Brasil é obrigatória a implementação das Boas Práticas de Fabricação (BPF), por lei, para indústria de produção e serviços de alimentação (SOUZA, 2021). A preocupação com a qualidade dos produtos é crescente, e dessa forma os estabelecimentos responsáveis pela produção e distribuição dos alimentos precisam adotar ferramentas de garantia da qualidade, sendo as BPF um desses sistemas, que é um requisito da legislação vigente (MACHADO, DUTRA e PINTO, 2015).

E além das questões que envolvem a qualidade dos alimentos, as BPF possibilitam um ambiente de trabalho mais eficiente, contribuindo para a eficácia do processo de produção, o que são necessárias para controlar possíveis fontes de contaminação cruzada e para garantir que o produto atenda às especificações de personalidade e de qualidade (MACHADO *et al*, 2015).

As BPF são um conjunto de diretrizes e regras que envolvem toda a higiene da unidade industrial no manuseio dos produtos, desde a matéria-prima até o produto final, para garantir a qualidade sanitária e que os produtos estejam conformes os regulamentos técnicos (BERTOLINO, 2010; SOUZA, 2021).

As BPF servem de alicerce para outros programas, pois têm como objetivo a integridade do alimento e a saúde do consumidor (VERONEZI; CAVEIÃO, 2015). Um exemplo é o sistema de APPCC, onde as BPF são pré-requisitos para a introdução desse sistema visto que determinam os critérios de qualidade e segurança (LIMA, 2018).

Instituídas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as legislações gerais adequadas e aplicáveis na indústria de alimentos e que regem as BPF são: a Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 que tem como objetivo explicar ao fabricante os cuidados importantes nos processos envolvendo a manipulação dos alimentos desde a fabricação, ou seja, o regulamento técnico de POP (procedimentos operacionais padronizados) e a lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação aplicadas as empresas que produzem e ou industrializam alimentos; a Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997 que apresenta os requisitos gerais e essenciais sobre as determinações sanitárias, de higiene e boas práticas de fabricação, para os locais que produzem e industrializam alimentos; e a Portaria MS nº 1428, de 26 de novembro de 1993 que determina que os estabelecimentos realizem a elaboração e implantação das boas práticas de manipulação de alimentos (TEIXEIRA; PAZZOTI, 2021).

Para que as BPF sejam colocadas em prática é necessária a elaboração de um manual específico para cada indústria e posteriormente a verificação da conformidade das atividades com o plano adotado. Assim, é necessária a criação de padrões e parâmetros para a avaliação clara e objetiva dos resultados a serem alcançados (ARAUJO, 2021).

O manual é único para cada empresa, ele deve ser elaborado com as informações sobre a real situação das operações e os procedimentos realizados na empresa (SILVA; COREIA, 2009).

Para a elaboração do manual são necessários os Procedimentos Operacionais Padrão (POP), que são informações técnicas com instruções que servirão de base para o manual de BPF (SANTINI *et al*, 2021).

2.3.1 Diretrizes da BPF

Conforme Silva e Correia (2009), Bertolino (2010) e Lima (2018) as diretrizes para a elaboração do manual de BPF consistem nos seguintes itens:

- Capacitação dos funcionários: a empresa deve fornecer treinamentos a todos os novos colaboradores e fazer treinamentos periódicos para os demais orientando sobre a manipulação dos alimentos, programas de saúde e higiene pessoal.
- Higiene pessoal: conjunto de normas relacionadas a uniformes, acessórios, cabelos, barbas, unhas, dentre outras regras.
- Edifícios e instalações: conjunto de normas relacionadas com as condições dessas áreas.
- Produção/Operação: produtos devem ser protegidos de qualquer fonte de contaminação, todas as etapas devem ter uma Manual de operações ou instrução de serviço, produtos vencidos não devem ser reprocessados.
- Armazenamento e Distribuição: conjunto de normas que visam garantir condições adequadas para evitar contaminações do produto final.
- Controle de potabilidade de água.
- Manejo e gerenciamento de resíduos.
- Controle integrado de pragas urbanas.
- Limpeza e higienização dos utensílios, equipamentos e áreas de processamento industrial.
- Manutenção corretiva e preventiva.

- Prevenção de contaminação cruzada.

3 METODOLOGIA

De acordo com Gil (2002) e Silva e Menezes (2005) é possível classificar as pesquisas do ponto de vista da sua natureza, da abordagem do problema, dos objetivos e dos procedimentos técnicos.

Do ponto de vista da natureza esta pesquisa é classificada como básica, pois tem como objetivo gerar conhecimentos sem aplicação prática prevista visto que se trata de uma pesquisa em diversos estudos já realizados. Pelo ponto de vista da abordagem do problema, é classificada como pesquisa qualitativa, pois apresenta os dados de forma descritiva onde não é necessária a utilização de técnicas estatísticas para a interpretação dos acontecimentos, somente leitura e apresentação das observações em um texto descritivo.

Considerando os objetivos, o presente trabalho se caracteriza como pesquisa exploratória pois tem como objetivo o aprimoramento de ideias e envolve levantamento bibliográfico em textos já publicados referentes à implantação das BPF nas indústrias alimentícias.

E quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa é classificada como pesquisa bibliográfica, pois é elaborada a partir de material já publicado, como artigos, teses, livros, revistas, documentos eletrônicos e artigos científicos que abordem os conceitos de gestão da qualidade, qualidade na indústria alimentícia, ferramentas da qualidade, boas práticas de fabricação e segurança dos alimentos.

Foi realizado um levantamento bibliográfico de estudos de casos de diferentes segmentos da indústria alimentícia que evidenciam a importância da implantação das BPF e seus resultados positivos como ferramenta da gestão da qualidade.

4 RESULTADOS

Souza (2021) realizou seu estudo em uma indústria alimentícia (empresa farinheira) utilizando o programa 5S na implementação das boas práticas de fabricação. O programa 5S teve sua origem no Japão e o seu nome provém de 5 palavras japonesas: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*. No Brasil, elas são interpretadas

como: senso de utilização, senso de ordenação, senso de limpeza, senso de saúde e senso de autodisciplina. (SOUZA, 2021).

Inicialmente foi realizada uma verificação da situação da empresa, aplicando uma pesquisa nos colaboradores com questões sobre o manual de BPF da empresa e perguntas sobre os 5S. Para essa pesquisa foi utilizado um aplicativo que ao final gerou um relatório que evidenciou falhas na execução das boas práticas de fabricação, especialmente na capacitação dos colaboradores em relação aos programas de qualidade.

Baseados nestes resultados foram definidos objetivos visando os 5S para a reestruturação das BPF. Foram realizados vários treinamentos de capacitação de gestores e colaboradores, reforçando os 5S, apresentando as falhas encontradas na empresa e abrindo espaço para que pudessem dar ideias de como melhorar.

O estudo também traz a proposta de manutenção das BPF aplicada na indústria que consistiu em um planejamento de auditorias internas e externas e uma consultoria mensal para acompanhar o progresso da empresa em relação as BPF juntamente com os 5S.

Ao final do estudo, foi concluído que o manual de BPF é essencial para a empresa e que o programa de 5S contribuiu positivamente nos resultados da BPF, pois os sentidos ajudam na organização, no alcance dos objetivos e na manutenção do processo de melhoria contínua.

Santini *et al.* (2021) realizou seu estudo em uma das sete unidades de uma cooperativa agroindustrial, considerada a mais moderna em estrutura industrial e que recentemente havia implantado o programa de BPF. Foram avaliados os seguintes elementos: compreensão geral da estrutura documental da qualidade, conhecimentos dos POPs (Procedimentos Operacionais Padrão) desenvolvidos, contribuição dos POPs para o controle e melhoria, origem dos POPs extras e maturidade do SGQ.

As técnicas utilizadas foram a pesquisa documental e observação direta, realizadas a partir de duas visitas à cooperativa, entrevistas semiestruturadas, foram realizadas de modo presencial e por meios eletrônicos, e a observação participante que ocorreu pela integração de dois colaboradores à equipe da pesquisa contribuindo para respostas mais específicas.

A conclusão desse estudo traz que as BPF estimularam a formulação dos procedimentos e o desenvolvimento da melhoria contínua fazendo com que a cooperativa esteja em um nível de maturidade da gestão da qualidade que favorece a implantação do sistema e contém os POPs requeridos pela norma NBR 22000.

Apresenta também um comprometimento dos dirigentes na adoção das técnicas de controle de qualidade.

Lemes *et al.* (2018) realizou um estudo onde verificou a conformidade das BPF em uma indústria processadora de biscoitos e realizou a análise sensorial de um biscoito. Para recolher as informações sobre as instalações, atividades de processamento, manipulação e armazenamento dos alimentos, colaboradores, equipamentos e características gerais da empresa foram realizadas visitas semanais durante quatro meses.

Após esse levantamento, foi realizada a caracterização e diagnóstico da empresa através da aplicação de uma lista de verificação baseada na Resolução da Diretoria do Colegiado (RDC) 275/2002 – da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, relacionados com os aspectos das BPF: edifícios e instalações, equipamentos, móveis e utensílios, manipuladores, produção e transporte dos alimentos, documentos.

Constatou-se que através das verificações, a empresa se classifica no grupo 3, onde o percentual de atendimento aos itens da legislação varia de 0 a 50%. O pior dos resultados foi no item de documentos, pois a empresa não possuía o manual de BPF, e evidenciou-se a necessidade do desenvolvimento do manual para posterior implantação. O trabalho conclui destacando a necessidade de continuamente aperfeiçoar e melhorar as BPF durante todo processo de produção.

Medeiros *et al.* (2021) avaliou a aplicação das BPF em usinas de beneficiamento de leite caprino. O estudo foi realizado em quatro usinas localizadas em quatro cidades da região do Cariri paraibano, essas passavam por inspeção e recebiam leite diariamente.

Os dados foram coletados por observação juntamente com a aplicação da lista de verificação da RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002, proposta pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Essa resolução dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados e a lista de Boas Práticas de Fabricação aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializados de alimentos.

A lista foi preenchida com informações de toda a linha produtiva, recepção do leite, processamento e expedição, e composta por 164 itens, subdivididos em cinco quesitos, sendo eles: edificações e instalações (79 itens); equipamentos, móveis e utensílios (21 itens); manipuladores (14 itens); produção e transporte do alimento (33 itens); e por último o quesito relacionado à documentação (17 itens).

As indústrias foram nomeadas em A, B, C e D, e quando o quesito avaliado estava conforme a legislação marcava-se “SIM” e atribuía um ponto, quando não estava conforme, marcava-se “NÃO” e atribuía zero ponto e “NA” quando o quesito não era presente na indústria.

Com o intuito de se obter um resultado mais detalhado, para se saber qual o quesito de cada usina referente às BPF estava sendo mais acometido com padrões de não conformidade, foi realizado o cálculo percentual de conformidade geral de cada usina (A, B, C e D) assim como o percentual de cada um dos cinco quesitos da lista. Essas foram classificadas em: grupo 1 (os que atendiam de 76% a 100% de conformidades), grupo 2 (os que atendiam de 51% a 75% de conformidades) e grupo 3 (os que atendiam de 0% a 50% de conformidades) (ANVISA, 2002), sendo o grupo 1 considerado de baixo risco, o grupo 2 de médio risco e o grupo 3 de alto risco à segurança alimentar.

Conforme analisado nas quatro usinas, quanto às adequações das BPF, duas (usinas B e D) apresentaram porcentagem acima de 51% e abaixo de 75%, o que as enquadra em médio risco à segurança alimentar. Os estabelecimentos A e C, apresentaram porcentagens acima de 76% de conformidade sendo classificados em baixo risco.

Portanto, com o presente estudo, foi possível concluir que dois obtiveram baixo nível de conformidade, de acordo com a lista de verificação aplicada, apresentando falhas em alguns dos itens, mesmo de estes estabelecimentos estarem registrados em um serviço de inspeção, o que deixa claro a importância e necessidade de uma fiscalização efetiva aos estabelecimentos que descumpram as normas de BPF, já que se trata de uma ferramenta que compreende procedimentos essenciais que garantem uma melhor qualidade, segurança e conseqüentemente, maior aceitação dos produtos por parte dos consumidores.

Silva e Correia (2009) apresenta em seu estudo um diagnóstico de uma fábrica fracionadora e embaladora de alimentos e a elaboração de seu próprio manual de BPF. O trabalho consistiu inicialmente em visitas com a finalidade de observar e obter informações com relação aos procedimentos de higienização dos colaboradores, equipamentos e instalações, as condições sanitárias, procedimentos operacionais desde a matéria-prima até o produto final e a sistemática utilizada para o controle integrado de pragas.

Após, realizou-se um estudo de levantamento sobre os processos industriais, as normas e legislações pertinentes ao ramo de atividades da indústria, para então, a

caracterização e o diagnóstico da indústria, com a aplicação de uma lista de verificação da RDC 275/2002 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), dos aspectos relacionados às BPF. Para uma empresa está em situação de conformidade o resultado da lista de verificação aplicada precisa ser maior 75%.

Com base na avaliação obtida, observou-se que todos os itens estudados apresentaram não conformes aos requisitos precedidos pela BPF, os itens mais críticos foram a documentação, seguidos das condições higiênico-sanitárias dos manipuladores, dos aspectos relacionados aos equipamentos, móveis e utensílios e à produção e ao transporte dos alimentos, o que demonstrou a necessidade da implantação do programa de BPF e seu manual.

Conseqüentemente, com a utilização dos procedimentos da ferramenta da qualidade, a empresa evidenciou melhorias em seus processos de fracionamento, com a conscientização dos colaboradores quanto às medidas de segurança alimentar, garantindo assim a qualidade e segurança dos produtos.

Vanzella e Santos (2015) apresentam em sua análise o levantamento de dados em uma indústria de produção de cereais matinais, onde foram verificados os controles de operação através de preenchimento manual de formulários.

Tem-se que a BPF é um dos pré-requisitos para a implantação de sistemas de qualidade como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, e também forma a base da Gestão da Segurança e Qualidade de Alimentos.

Esse estudo foi realizado nos meses de agosto, setembro e outubro, analisando os efeitos da ferramenta APPCC e, através dela, demonstrar dentro do sistema de produção o grau de risco de cada etapa como PC (Ponto de Controle) e PCC (Ponto Crítico de Controle).

Para a pesquisa, foram registrados os dados nas sete etapas da linha de produção: cozimento, secador I, silo térmico, laminação, tostador, secador II e detector de metais, onde foram verificados os valores padrões para garantia da qualidade e logo o número de ocorrências em cada processo.

No mês de agosto, foi possível observar que não houve ocorrências e dessa forma não houve comprometimento da qualidade. No mês de setembro, se deu uma ocorrência no tostador, o problema foi causado por uma válvula que funcionava para controlar o fluxo de entrada de gás e que se desregulou, mas foi imediatamente resolvido pelo fato de ter sido detectado pelo uso da ferramenta da qualidade. Outra ocorrência aconteceu no secador II, esta, devido a uma falha no instrumento

responsável por medir a temperatura que o equipamento deve operar, e que o controle pela ferramenta detectou a falha e a manutenção realizou a substituição do componente defeituoso. Por fim, outra ocorrência foi na etapa do cozimento, em decorrência do defeito no aparelho regulador de pressão, que após sinalização da planilha de controle do APPCC, foi imediatamente corrigido.

No mês de outubro, novamente uma ocorrência no equipamento tostador e causada pela mesma válvula, e que desta vez foi substituída para evitar problemas futuros. Ainda, no mesmo mês, uma caixa com presença de metal foi apontada pelo detector de metais, o ponto crítico de controle separou dentre as caixas inspecionadas, esse acontecido ocasionou a parada do processo de produção para uma ação corretiva e execução de melhorias evitando a repetição do problema.

Ao analisar os acontecimentos na rotina dos processos na indústria, foi possível observar que a APPCC e a BPF funcionaram perfeitamente, dando suporte necessário com as ações para a solução das ocorrências, garantindo a qualidade dos produtos para os consumidores, e vale ressaltar ainda a importância da conscientização dos colaboradores sobre as ferramentas para uma melhor eficiência.

Araújo (2021) apresenta em seu estudo de caso uma empresa do setor alimentício, em que foram analisadas as reclamações dos consumidores relacionados as falhas no processo produtivo na fabricação de bolos.

A empresa possui um serviço de atendimento ao consumidor (SAC), que é responsável pelo contato direto com o cliente, assim como pela junção de todas as informações geradas, de acordo com os produtos reclamados (marca, lote, validade e descrição do defeito), e em seguida são compilados e enviados para as áreas produtivas semanalmente.

Os processos de produção são bastante automatizados e divididos em: separação e pesagem de ingredientes, dosagem de matérias primas e batimento de massa, dosagem da massa sob as forminhas, forneamento, resfriamento, dosagem de recheio, aplicação de conservante e processo de embalagem do produto, o mesmo conta com três embalagens, primária secundária e terciária.

A pesquisa em estudo foi realizada em cinco etapas: 1- Organização dos dados: levantamento das reclamações recebidas e acompanhamento no processo produtivo; 2- Identificação do problema: Estratificação as reclamações de consumidor; 3- Análise do processo: Aplicação do estudo das ferramentas no processo produtivo; 4- Execução: Acompanhamento das ações traçadas e análise das reclamações recebidas; 5-

Verificação dos resultados: Organização dos resultados e estudo dos impactos das ações.

Na etapa 3, uma equipe multidisciplinar foi montada e composta por representantes dos setores de produção, qualidade, manutenção mecânica e elétrica. Estes responsáveis pela aplicação e preenchimento de formulários das ferramentas da qualidade *brainstorming*, matriz de priorização, diagrama de causa e efeito, análise dos 5 Porquês e 5W1H, com o objetivo de encontrar as causas raízes dos problemas levantados.

Foi possível observar, com base nos dados verificados, a redução das reclamações de consumidores relacionada aos defeitos de mofado e sabor alterado, identificados através da aplicação das ferramentas de qualidades. E em suma, pode-se concluir que o sistema implementado e o estudo realizado trouxeram ganhos relevantes à empresa, diminuindo o índice de reclamação de mercado e referência de qualidade e eficiência.

Em todos os estudos citados anteriormente é identificado que através de cada análise realizada, que a ferramenta de BPF é uma importante aliada dentro do sistema de gestão de qualidade e a sua aplicação traz grandes benefícios para a indústria alimentícia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria alimentícia é um ramo composto por um conjunto de serviços que englobam as fases de processamento, armazenamento, transporte e comercialização de ingredientes e demais produtos alimentares. Atualmente, faz movimentar um grande capital no mercado brasileiro, gerando milhares de empregos e é vista como essencial para a população e para a economia do país.

Por ser tão necessária e por se tratar de um setor que lida diretamente com a saúde das pessoas, uma indústria de alimentos precisa ter um bom controle de qualidade e fazer uso de diversas ferramentas, para que possua uma competência gerencial que garante a adequação dos padrões, e a busca constante pela melhoria contínua.

Para que uma indústria de alimentos esteja em conformes com a legislação, órgãos como a ANVISA estabelecem normas regulamentadoras como garantia quanto à

segurança alimentar, onde ela determina critérios e operações para o manuseio de produtos alimentícios, abrangendo desde as matérias primas até o consumidor final.

Em particular, as BPF no setor alimentício são indispensáveis, já que os riscos de contaminação precisam ser limitados ao máximo para evitar prejuízos financeiros e o comprometimento com a segurança alimentar dos consumidores. Para cada empresa se faz um manual BPF, onde deve conter os procedimentos operacionais padronizados de acordo com a RDC 275 da ANVISA.

Com o levantamento bibliográfico nos estudos de casos apresentados em diferentes segmentos da indústria alimentícia, pode-se evidenciar que a implantação das BPF e outras ferramentas da qualidade trazem benefícios positivos para a empresa, já que geram melhorias como segurança dos alimentos, padronização de processos fabris, adequação das condições sanitárias, redução de desperdício e a confiabilidade dos fornecedores e dos clientes.

A partir dos dados levantados é sugerido como trabalho futuro a realização de um estudo de caso em uma indústria alimentícia, aplicando ou melhorando a ferramenta de BPF no controle de qualidade. Os dados seriam obtidos pela análise de reclamações, através do SAC da empresa, antes e após a implementação/melhoriadas BPF.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. Disponível em: <http://www.abia.org.br>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade — Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: 2015.

ARAÚJO, Milena Maria Borges de. **Uso das ferramentas da qualidade para solucionar problemas na indústria de alimentos – estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/61277>.

BERTOLINO, Marco Túlio. **Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia: ênfase na segurança dos alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. **Regulamento técnico sobre as condições higiênico- sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, 1º ago. 1997.

BUZINARO, David Vinicius Chiarello; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. Como a implementação das boas práticas de fabricação (BPF) auxiliam a competitividade e a qualidade em uma indústria. **Interface Tecnológica**, v. 16, nº 2, 2019. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/662>.

DIAS, Ellen Caroline. **APPCC como ferramenta da qualidade na indústria de alimentos**. Monografia (Especialista em Engenharia de Produção) – Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23270/3/PG_CEEP_2014_1_07.pdf

FAVERO, D. M.; RIBEIRO, C. da S. G.; AQUINO, A. D. de. Sulfitos: importância na indústria alimentícia e seus possíveis malefícios à população. **Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas**, SP, v. 18, n. 1, p. 11–20, 2015. DOI: 10.20396/san.v18i1.8634684. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634684>.

GERMANOVA, Antónia Vilhem. **O papel do consumidor e as tendências da alimentação**: de que forma influenciam a segurança alimentar. Tese de mestrado - Universidade Católica Portuguesa, Escola Superior de Biotecnologia, Porto, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/30610>.

GOBIS, Marcelo Aparecido; CAMPANATTI, Reynaldo. Os benefícios da aplicação de ferramentas de gestão de qualidade dentro das indústrias do setor alimentício. **Revista Hórus**, v. 7, n. 1, p. 26-40, 2012. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/revistahorus/article/view/4004>.

GOUVEIA, Flávia. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. **Inovação Uniemp**, v. 2, n. 5, p. 32-37, 2006. Disponível em: http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942006000500020&lng=es&nrm=iso.

LIMA, Mirelle Dayanne Freire. **Análise de controle de qualidade de uma indústria alimentícia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Centro de engenharias, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró/RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3674>.

LEMES, Ailton Cesar *et al.* Verificação de Boas Práticas de Fabricação e Utilização de Análise Sensorial em Indústria Processadora de Biscoitos. **Uniciências**, v. 22, n. especial, p. 47-50, 2018. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/uniciencias/article/view/6795>.

MACHADO, Roberto Luiz Pires; DUTRA, André de Souza; PINTO, Mauro Sérgio Vianello. **Boas práticas de fabricação (BPF)**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132846/1/DOC-120.pdf>.

MARTINS, E. **Entenda como garantir segurança e qualidade na indústria de alimentos**. Check List Facil, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/blog-pt.checklistfacil.com/industria-de-alimentos/>.

MEDEIROS, Filipe Jordão Pereira de *et al.* Análise de boas práticas de fabricação em usinas de beneficiamento de leite caprino no Cariri. **PUBVET**: v.15, n.09, a903, p.1-12, Set., 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n09a903.1-12>.

OLIVEIRA, Patrícia O. campos de *et al.* Revisão: Implantação das boas práticas de fabricação na indústria Brasileira de alimentos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, e35810111687, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11687>.

PACHECO, Ronaldo Rodrigues. **Evolução da gestão da qualidade: uma análise por meio da revisão bibliográfica sistemática**. Projeto de graduação – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Brasília, 2018. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/21176>.

RIBEIRO-FURTINI, Larissa Lagoa; ABREU, Luiz Ronaldo de. Utilização de APPCC na indústria de alimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 358-363, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000200025>.

SANTINI, Berenice *et al.* **Contribuição das boas práticas de fabricação para a gestão da qualidade na cooperativa Cotrisel**. RGC, Santa Maria, v. 8, n 16, Jul./Dez., 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/rgc/article/view/44399>.

SILVA, Edna Lúcia da. MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Ver. Atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, Laís Aparecida da; CORREIA, Angela de F. Kanesaki. Manual de Boas Práticas de Fabricação para Indústria Fracionadora de Alimentos. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v.16, n. 32, p. 39-57, jul./dez., 2009. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cienciatecnologia/article/view/778>.

SOUZA, Letícia Lisboa de. **Programa 5S como base para implementação das boas práticas de fabricação em uma indústria alimentícia**. (Projeto Final de Curso II) – Escola de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/2461>.

TEIXEIRA, Gabriela Fagundes; PAZZOTI, Geisa Simplício de Oliveira. Implantação de boas práticas de fabricação e procedimentos operacionais em uma indústria de alimentos. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2021. Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/557>.

VANZELLA, Elídio; SANTOS, Wagner Silva. O controle de qualidade, por meio das ferramentas BPF e APPCC, em uma linha de produção de uma indústria de alimentos. **Destarte**, Vitória, v.5, n.2, p. 76-90, out., 2015. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/destarte/article/view/8823>.

VERONEZI, Camila; CAVEIÃO, Cristiano. A importância da Implantação das Boas Práticas de Fabricação na Indústria de Alimentos. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, vol. 8, n.4, jul–dez., 2015. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistasaude/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/410>.

VIANA, Fernando Luiz E. **Indústria de alimentos**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 4, n.80, maio 2019. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1189/1/2019_CDS_80.pdf.

PROJETO DE ESTRUTURAÇÃO E MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO AEROMODELO CONSTRUÍDO A PARTIR DOS CONHECIMENTOS DE ENGENHARIA MECÂNICA

Alisson Bom Denoni¹; Reinaldo Alves de Oliveira Junior¹; Josete Pertel²

¹Acadêmicos de Engenharia Mecânica - Multivix – São Mateus-ES

²Doutora – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

O objetivo deste estudo é estruturar e montar um aeromodelo não tripulado, empregando os conhecimentos das disciplinas de engenharia mecânica. Esse estudo empregou a pesquisa bibliográfica baseado em autores que caracterizam os detalhes quanto às funcionalidades do motor, com funcionamento do motor dois tempos e o que seria necessário para o seu bom desenvolvimento, a lubrificação das partes de um motor dois tempos é essencial para aumentar sua vida útil. As asas que são parâmetros para um voo estão bem posicionadas no centro de gravidade do aeromodelo. Toda a fuselagem está bem compactada para evitar espaços desnecessários, o compartimento interno é suficiente para manter o equipamento de transmissão bem firme, assim como um trem de pouso fixo. A aeronave foi construída através de conhecimento das disciplinas de engenharia mecânica como a física, a mecânica dos fluidos, máquinas térmicas, resistência dos materiais e mecânica geral. O aeromodelo ao final do projeto ficou com aproximadamente 2,5 kg e envergadura de 2m por 1,5m, sendo difícil o transporte do mesmo.

Palavras-chave: aeromodelo; aerodinâmica; aeronave;

ABSTRACT

The objective of this study is to structure and assemble an unmanned model airplane, using the knowledge of mechanical engineering disciplines. This study used bibliographical research based on authors who characterize the details regarding the engine's functionality, with the functioning of the two-stroke engine and what would be necessary for its good development, the lubrication of the parts of a two-stroke engine is essential to increase its lifespan. The wings that are parameters for a flight are well positioned in the center of gravity of the model aircraft. The entire fuselage is well compacted to avoid unnecessary space, the internal compartment is sufficient to keep the transmission equipment firmly in place, as well as a fixed landing gear. The aircraft was built using knowledge of mechanical engineering disciplines with physics, fluid mechanics, heat engines, strength of materials and general mechanics. At the end of the project, the model aircraft weighed approximately 2.5 kg and had a wingspan of 2 m by 1.5 m, making it difficult to transport.

Keywords: airplane model; aerodynamics; aircraft;

1 INTRODUÇÃO

O aeromodelo iniciou pela parte de montagem de motor 2 tempos com modificações e teste de melhorias de potência para ter melhores resultados, trazendo em menos tempo o início de decolagem, após dando início a montagem da fuselagem com materiais compensado naval 4mm e isopor industrial P5, em seguida realizando as partes elétricas e combustível.

O modelo de um aeroplano é uma versão reduzida de um aeroplano em seu tamanho normal. Os modelos e os objetos em seu tamanho normal têm os mesmos tipos de relação entre os comprimentos de suas diferentes partes. [...]. Um modelo é apenas um meio de transferir alguma relação de sua forma real para outra forma (BOLTON, 1993, p. 4).

O aeromodelismo faz parte de todo processo de aprimoramento para um grande projeto, os cálculos realizados em menor escala servem de parâmetros para adequação e melhoramento da estrutura. Softwares são usados para modelar e dimensionar as aeronaves, de forma que possam ser aplicadas alterações nos conjuntos que farão tudo funcionar:

As curvas de tração disponível podem ser obtidas mediante a aplicação de conceitos que vão desde uma modelagem teórica, até uma análise prática com a utilização de dinamômetros, softwares específicos ou ainda ensaios em campo ou túnel de vento (RODRIGUES *et al.*, 2014, p.30).

A aviação possui grandes investimentos e também muitos riscos envolvidos, mas para a montagem de protótipo, os valores são bem abaixo, podendo facilitar o estudo e teste em pequena escala, assim como o uso de sucata como uma forma de viabilizar o custo. Uma aeronave de pequeno porte é composta por uma estrutura de chassi ou fuselagem que possuem o grupo motopropulsor, asas, trem de pouso que pode ser fixo ou móvel e empenagem que possui o profundor e leme.

A fuselagem é onde fica a cabine de comandos e pode ser construída em formato treliçada, monocoque ou seminocoque. As asas são a superfície que sustenta a aeronave, é unida nas laterais da fuselagem, é um componente essencial pois suporta o avião em voo. Existem vários tipos de asas, cada fabricante tem preferência por algum modelo que são: asa alta, média e baixa.

Todo perfil possui características aerodinâmicas próprias, que dependem exclusivamente da sua forma geométrica, de suas dimensões, do arqueamento, bem como da sua espessura e do raio do bordo de ataque. As principais características aerodinâmicas de um perfil são o coeficiente de sustentação, o coeficiente de arrasto, o coeficiente de momento, a posição do centro aerodinâmico e a sua eficiência aerodinâmica (RODRIGUES *et al.*, 2014, p.30).

Todos os modelos são testados em protótipos para que seja verificado o centro de gravidade e simetria da aeronave, pois o peso e balanceamento são muito importantes para a estabilização.

Para corpos que possuem simetria em relação ao plano sustentação-arrasto como carros, aviões e navios, a força lateral, o momento de guinada e o momento de rolagem são iguais a zero quando as forças do vento e das ondas estão alinhadas com o corpo. O que resta para esses corpos são as forças de arrasto e sustentação e o momento de arfagem. Para corpos axissimétricos alinhados com o escoamento, como, por exemplo, uma bala, a única força exercida pelo fluido no corpo é a força de arrasto (ÇENGEL *et al.*, 2015, p. 611).

A importância do conhecimento nas disciplinas de Mecânica dos fluidos, mecânica geral, auxiliam na modelagem pois é suficiente para entender os sistemas como funcionam e caracterizar dentro desenho técnico. Necessária para realizar a modelagem da asa e das partes do aeromodelo que entram em contato com o ar e geram a sustentação e para produzir um perfil aerodinâmico e simétrico.

Em todo o processo de estruturação e montagem do protótipo foi necessário a aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso de engenharia mecânica. Optar por um protótipo é um caminho de demonstrar o conhecimento com um baixo investimento, todo o estudo auxiliar também foi feito a fim de dar o suporte necessário e para agregar conhecimento pois na aviação existem muitas variáveis:

Muitos avanços foram obtidos através de estudos que resultaram em fantásticas melhorias aerodinâmicas e de desempenho das aeronaves, propiciando o projeto e a construção de aviões capazes da realização de voos transcontinentais, aeronaves cuja velocidade ultrapassa a barreira do som e até a realização de voos espaciais (RODRIGUES *et al.*, 2014, p.2).

Na fase de estruturação são importantes os cálculos de todos os esforços que serão impostos à estrutura, através de modelador 3D é possível inserir uma carga na fuselagem de modo que possa auxiliar na escolha do modelo de fuselagem e qual material a ser escolhido.

A vantagem da asa retangular é sua maior facilidade de construção e um menor custo de fabricação quando comparada às outras. A área em planta de uma asa retangular pode ser calculada a partir de Equação (RODRIGUES *et al.*, 2014, p.8).

A aerodinâmica por exemplo é aplicada e tem que ser fiel ao que foi calculado no projeto, pois será o momento de teste e estará à prova. A asa escolhida foi a asa altarectangular, que é a mais utilizada em aviões de pequeno porte, é de fácil fabricação e tem boa sustentabilidade. A dinâmica dos fluidos computacional (CFD), é a área de estudos dedicada à solução das equações do escoamento de fluidos com o uso de um computador, sendo possível a solução de problemas de sustentação em caso de baixa eficiência.

Os engenheiros podem obter propriedades globais como forças de sustentação e de arrasto, queda de pressão ou de potência de forma experimental, mas usam CFD para obter detalhes sobre o campo de escoamento como as tensões de cisalhamento, os perfis de velocidade, pressão e as linhas de corrente do escoamento (ÇENGEL *et al.*, 2015, p. 880).

Na aviação existem muitos critérios e cálculos envolvidos na execução de um projeto, porém aqui temos os passos mais simples, pois o motivo deste projeto tem como finalidade a construção de um aeromodelo, utilizando os cálculos para a construção e montagem, respeitando os princípios aerodinâmicos e os conhecimentos das disciplinas do curso de engenharia mecânica.

O estudo dos fenômenos que envolvem a aerodinâmica é de fundamental importância para o projeto global da aeronave. Muitos aspectos estudados para se definir a melhor configuração aerodinâmica da aeronave serão amplamente utilizados para uma melhor análise de desempenho e estabilidade da aeronave, bem como para o seu cálculo estrutural, uma vez que existem muitas soluções de compromisso entre um bom projeto aerodinâmico e um excelente projeto total da aeronave (RODRIGUES *et al.*, 2014 p.23).

Após a identificação das características necessárias que oferecem os parâmetros para uma simulação, que possivelmente estando dentro dos padrões, poderiam ser lançados um voo de teste, porém conforme a legislação da ANAC o piloto tem a necessidade de ser habilitado para este objetivo.

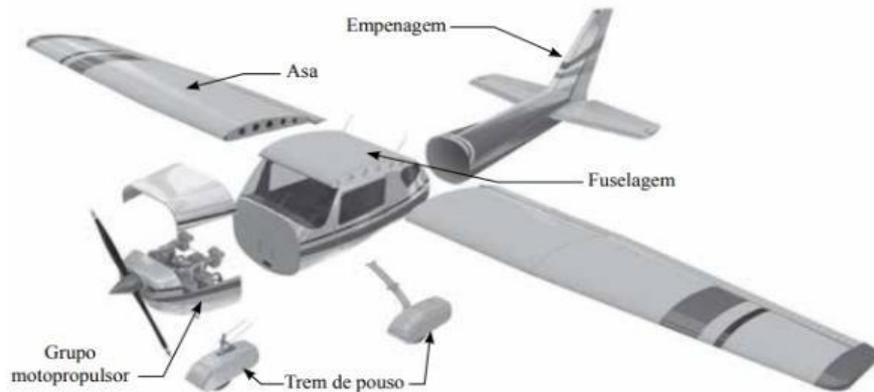
Neste projeto de estruturação e montagem de um protótipo, temos a missão de projetar e montar um aeromodelo, seguindo principalmente critérios básicos da aviação. Todo processo para montagem e estruturação exige conhecimentos na área da física e mecânica presentes no curso de engenharia mecânica.

Não será realizado teste de voo devido os alunos não serem treinados e capacitados para a realização do voo teste, conforme regras da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

O protótipo aeromodelo sugerido neste projeto é uma aeronave de pequeno porte tipomodelo cesna, o sistema de propulsão motor com pistão e hélice, utilizando gasolina como combustível. Para a realização deste projeto é necessário o conhecimento na área de engenharia mecânica.

É muito importante estudar sobre aeronaves e seus componentes, pois sua maioria possui grupo motopropulsor, trem de pouso, fuselagem, asa e empenagem (Imagem 1).

Imagem 1 – componentes principais de um avião.



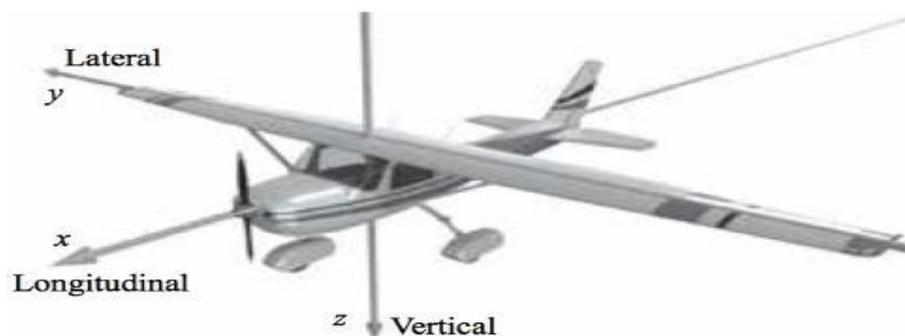
FONTE: Rodrigues (2014)

Após a determinação dos parâmetros a serem utilizados para a fabricação das peças, prosseguiu à montagem da estrutura. É necessário definir o comprimento da asa, a potência do motor, tipo de trem de pouso, fuselagem e empenagem.

Além da parte que se refere a questão estrutural, também temos a parte de controle do aeromodelo, pois é muito importante que esteja tudo funcionando perfeitamente ou não seria possível nem dar a partida no motor.

Para o controle da aeronave deve ser levado em consideração os eixos de controle que fazem parte do sistema de coordenadas cartesianas tridimensional, que seria o eixo lateral (y), longitudinal (x) e vertical (z), conforme (Imagem 2) abaixo.

Imagem 2 – Eixos de coordenadas de uma aeronave.



FONTE: Rodrigues (2014)

A ausência de literatura em português é um desafio que deve ser levado em conta, pois para todo iniciante na área da aviação, não encontrar bom conteúdo de

fácil entendimento, dificulta a introdução de novos entusiastas, pois muitas pessoas são interessadas na matéria, porém se deparam com esta dificuldade.

A falta da literatura aeronáutica em português representa o principal ponto norteador para a execução deste livro, em que todos os conceitos apresentados foram minuciosamente avaliados tendo em vista a obtenção de resultados bastante confiáveis quando da solução das equações propostas (RODRIGUES, et al. 2014 p.02).

Os valores para a montagem de um protótipo, não é de baixo custo por mais simples que seja o projeto, a estrutura metálica será o mais viável, podendo ser utilizado sucata em bom estado.

A parte de motor é o mais caro mesmo importando algumas peças, o restante foi todo reutilizado de sucata, por fim é um grande desafio o funcionamento perfeito do equipamento mais importante do aeromodelo ser montado com peças reaproveitadas. Como poderia de outra forma ter bons resultados, para a modelagem do aeromodelo com peças reaproveitadas?

O objetivo deste estudo é estruturar, montar e demonstrar a importância do estudo da mecânica para realizar a estruturação do aeromodelo.

O protótipo também por ser uma aeronave pode ser utilizado para vários testes estruturais assim como testar outros materiais metálicos e não-metálicos nas superfícies de contato e testes de voo que reduzam o consumo de combustível durante o percurso.

E como objetivos específicos pretende-se:

- Estruturar e montar um aeromodelo de porte pequeno.
- Instalar equipamento para controle.
- Descrever o motor empregado e sua funcionalidade.
- Descrever os materiais necessários para a estruturação do aeromodelo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MECANISMO DE FUNCIONAMENTO

Aeromodelo telemaster construído por conhecimento das disciplinas de engenharia mecânica, física lei da gravitação, mecânicas dos fluidos, máquinas térmicas, resistência dos materiais e mecânica geral. Foi desenvolvido um aeromodelo

feito sua fuselagem com compensado naval, asas com isopor industrial P5, para a realização do impulso do aeromodelo foi utilizado motor 2 tempos 2.17HP possuindo hélice 20/8 polegadas.

Os aeromodelos, por exemplo, de modo geral são consideravelmente mais leves, estão mais sujeitos às perturbações atmosféricas, apresentam os subsistemas propulsivo, elétrico, aquisição de dados simplificados e o envelope de voo difere sensivelmente de uma aeronave (BEGHELLI, 2019, p.42).

Motores de combustão interna são considerados máquinas térmicas, que têm como princípio a combustão, cujo fluido de trabalho é convertido em energia mecânica. Os produtos inseridos na câmara de combustão são uma mistura contendo ar-combustível, para que haja a reação que gera a combustão (BRUNETTI, 2012).

A mecânica é indispensável para a fabricação estrutural da aeronave, desde a parte inicial da fuselagem ao motor e todas as partes que o compõem. A mecânica dos fluidos onde é usado os números de Reynolds, representado na física como Re , define o atrito do fluido em contato com a asa, e o resultado se o voo será turbulento ou suave:

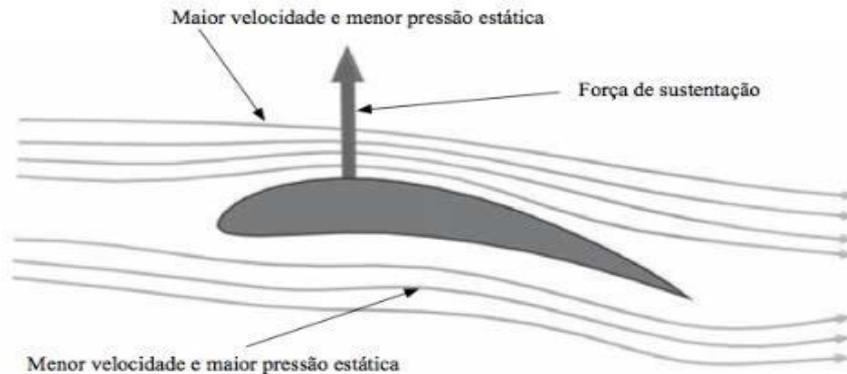
A importância fundamental do número de Reynolds é a possibilidade de avaliar a estabilidade do fluxo, podendo obter uma indicação se o escoamento flui de forma laminar ou turbulenta. O número de Reynolds constitui a base do comportamento de sistemas reais, pelo uso de modelos reduzidos (RODRIGUES, et al. 2014 p.27).

A sustentação é o resultado do cálculo exato, pois com o ângulo certo aumenta a possibilidade do voo sustentável e também há economia de combustível por haver menos atrito com as partes do aeromodelo. A relação peso e potência deve estar balanceada, definido junto com o Centro de Gravidade (CG) do aeromodelo.

O que se pode perceber da análise realizada é que a pressão estática tende a se reduzir conforme a velocidade do escoamento aumenta, e assim, em um perfil aerodinâmico, a aplicação do princípio de Bernoulli permite observar que ocorre um aumento da velocidade das partículas de ar do escoamento que passam sobre o perfil, provocando, desse modo, uma redução da pressão estática e um aumento na pressão dinâmica. Para o caso de um perfil inclinado de um ângulo positivo em relação à direção do escoamento, as partículas de ar terão uma maior velocidade na superfície superior do perfil quando comparadas à superfície inferior. Desse modo, a diferença de pressão estática existente entre as superfícies superior e inferior será a responsável pela criação da força de sustentação (RODRIGUES et al., 2014, p.27).

A superfície inferior e superior da asa sofre uma diferença de pressão, mesmo que seja de baixo valor, ainda é possível que a pouca diferença de pressão pode vir a propiciar a sustentação necessária para o voo do aeromodelo. (Imagem 4)

Imagem 4 - Variação de velocidade sobre as superfícies superior e inferior de um perfil.



Fonte: Rodrigues (2014)

Conforme descrito por Araújo (2007), o teorema de Bernoulli profere que quanto maior o fluxo de um fluido que ocorre por uma superfície, menor a força exercida sobre ela.

Segundo Francisco (2012) para calcular a sustentação de uma asa usar a equação.

$$L = C_1 \times \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times A$$

Em que:

- L = Sustentação (N)
- C1 = Coeficiente de sustentação do perfil
- P = densidade do ar (kg/m³)
- V = Velocidade (m/s)
- A = Área da asa (m²)

Todas as partes principalmente as asas devem ser arredondadas pois assim reduzirá a força de arrasto que o aeromodelo pode sofrer.

O aeromodelo deve ser pendurado por dois fios que se encontram num ponto comum de amarração. Deste ponto parte um utensílio que irá apontar para a posição do CG ao longo do eixo X da aeronave. Contudo, para este método funcionar é preciso que a aeronave seja pendurada de forma que esteja nivelada, o que pôde ser verificado utilizando um instrumento de nível (BEGHELLI, 2019, p.112).

O aeromodelo deve possuir uma estrutura como a de um pêndulo. Desta forma, foi encontrado seu centro de gravidade. A opção de realizar um modelo 3D no AutoCad foi descartada pois a geometria aplicada no aeromodelo é pouco usual.

2.2 MOTORES 2 TEMPOS: TIPO DE MOTOR ESCOLHIDO

Responsáveis por provocar o empuxo necessário e comumente os motores são acomodados nas asas ou na parte da proa do aeromodelo.

Com vantagem em relação aos quatro tempos, o peso, pois é mais leve pelo fato de conter menos peças. Além disso, gera maior potência, dando uma explosão a cada giro. Porém, tem como desvantagens a sua durabilidade que é comprometida pela ausência de um sistema de lubrificação eficiente.

Os motores dois tempos têm como princípio de funcionamento apenas ação de compressão e combustão. Geralmente, esse tipo de motor é aplicado em caminhões e em alguns modelos de carros além de ciclomotores, aeromodelos, navios, serras-elétricas e jet-skis (BRUNETTI, 2012, p.26).

O combustível não é eficientemente suficiente para ocorrer toda a queima, porque há óleo na mistura que entra na câmara de combustão. Não é viável ecologicamente, pois polui mais que outros tipos de motores, devido a queima da mistura óleo combustível e parte pelo vazamento dessa mistura que não queima totalmente (BRUNETTI, 2012).

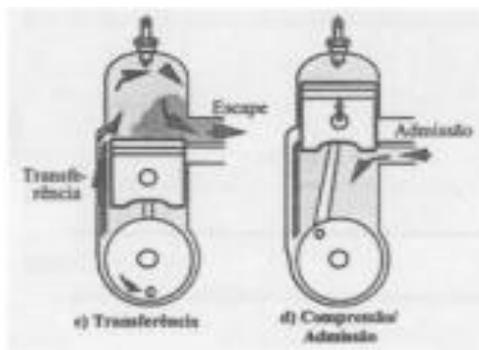
A escolha deste motor foi devido a disponibilidade das peças que além de ser fácil aquisição é possível encontrar peças sobressalentes na sucata, necessitando de pequenos reparos realizado pelos autores.

2.3 ADMISSÃO E COMPRESSÃO: FUNCIONAMENTO DO MOTOR SELECIONADO

No primeiro movimento do pistão, que se refere à admissão e compressão, a janela de admissão se encontra aberta, a de escape e a janela de transferência fechadas.

O êmbolo se desloca do PMI ao PMS, completando 180° (Imagem 5). Com isso, a mistura ar/combustível é admitida na câmara inferior pela pressão negativa que é gerada pelo êmbolo ao fazer o movimento de compressão na câmara superior (MARTINS, 2006).

Imagem 5 – Movimento que representa a admissão e compressão de motores dois tempos



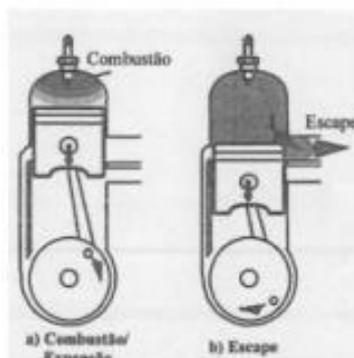
Fonte: MARTINS (2006)

2.4 COMBUSTÃO E ESCAPE: FUNCIONAMENTO DO MOTOR SELECIONADO

Em sequência ao movimento anterior, o movimento do êmbolo do pistão do ponto morto superior (PMS) ao ponto morto inferior (PMI), gerado pela combustão, é acionado por centelha. Esse movimento gera uma pressão na câmara inferior.

Com a janela de admissão fechada, a massa de ar tende a se deslocar para a câmara de combustão, pois a janela de transferência se encontra aberta, de forma que a massa de ar que entra na câmara de combustão desloca o produto da combustão do ciclo para a janela de escape (Imagem 6). Esse movimento faz com que o êmbolo complete um giro de 360° completando os 2 tempos (MARTINS, 2006).

Imagem 6 – Movimento que representa a combustão e escape de motores dois tempos.



Fonte: Martins (2006)

A importância de entender o funcionamento do sistema de combustão está relacionada ao aprendizado na disciplina de mecânica geral, que auxilia na instrução para a montagem do motor do aeromodelo, pois em caso de falha no motor, conhecer seu funcionamento é essencial para a montagem, manutenção e fabricação das partes.

Além do motor, o aeromodelo possui em toda sua estrutura, partes que entram em atrito gerado no motor que por sua vez o faz que funcione e mantenha sua temperatura controlada por lubrificação.

A tração é uma força que possui sentido contrário ao arrasto, quanto maior for a diferença entre a força de tração em relação ao arrasto, maior será a velocidade atingida pelo aeroplano. Para que ocorra o movimento do aeroplano ele deve antes de tudo vencer a força de atrito, caso ela exista. A tração é uma força responsável por impulsionar o aeroplano, gerada através de algum motor junto de uma hélice para que ocorra a movimentação do aeroplano (GONZAGA *et al.*, 2016, p.61).

As asas necessitam do atrito com o ar, pois essa força mantém o aeromodelo no ar, é o atrito tão importante quanto o atrito gerado. O controle de atrito; controle de desgaste; controle de temperatura; controle de corrosão; transmissão de força; amortecimento de choques; remoção de contaminantes; vedação.

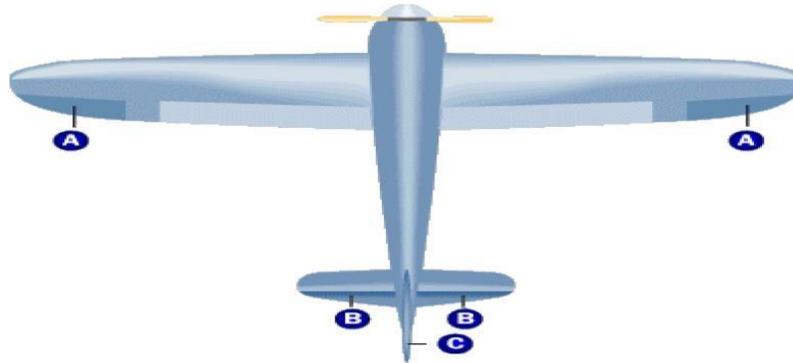
Para um melhor desempenho o motor foi feito umas preparações aumento de galeria de admissão e escape, retirando materiais da saia do pistão para adiantar o ponto de admissão (CEDTEC ESCOLA TÉCNICA, 2003, p.34).

Funções dos Óleos Lubrificantes Partindo dos princípios citados, temos que as principais funções dos óleos lubrificantes nos componentes do motor.

2.5 SUPERFÍCIES DE CONTROLE DO AEROMODELO

Suas superfícies de controle estão localizadas nos estabilizadores horizontais e verticais (Imagem 7) que demonstram como ficam posicionados os equipamentos de controle.

Imagem 7 – Superfícies de controle



Fonte: Adaptado de Sensores (2000).

- a) aileron: identificado pela letra — (A) está localizado nas extremidades da asa à frente do centro da fuselagem do aeromodelo e é responsável por efetuar a rolagem do mesmo, ou seja, proporciona um movimento de rotação em relação ao seu eixo longitudinal;
- b) profundor: identificado pela letra — (B) está localizado na asa horizontal fixada no final da fuselagem e serve para controlar a altitude do aeromodelo;
- c) leme: identificado pela letra — (C) está localizado também no final da fuselagem do aeromodelo na forma de uma quilha.

Estas superfícies de controle serão instaladas e calibradas para operar pelo controle remoto.

2.5.1 Sinal do Controle do Aeromodelo

Transmissor é o dispositivo que fica em poder da pessoa que está controlando o objeto proposto. Através deste dispositivo, o controlador informa quais ações o objeto controlado deve tomar. Sua comunicação com o dispositivo receptor é feita através de sinais de rádio frequência.

Em geral o micro controlador são processadores de pequeno porte e baixo custo, possuindo em um único chip o processador, os registradores, a memória, as interfaces e os barramentos necessários para o seu funcionamento. Na história dos semicondutores, os microprocessadores foram os que mais rápido se difundiram, devido as suas características como design

simples, alta velocidade, grande diversidade de modelos e fabricantes, entre outras (PEREIRA, 2007, p. 17).

Receptor é um módulo responsável por receber os sinais enviados pelo transmissor e deve ser instalado no objeto ao qual se está controlando. O receptor neste caso converte o sinal recebido para um sinal PWM que é enviado para os servomecanismos que estão conectados por um meio físico a ele e que por sua vez estão ligados mecanicamente as superfícies de controle. Há ligação entre servo mecanismo e receptor.

3 METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica e levantamento de informações é a primeiro passo da pesquisa científica, podendo ser executado de duas formatos: análise de fontes principais (documentos) e análise de fontes auxiliares bibliográfica (LAKATOS; MARCONI; 2001).

O estudo de caso realizado se baseou em sites e livros que remetem a aeromodelismo e aviação geral como drones, aviação comercial e particular. Os procedimentos expostos abordaram as áreas de estabilidade e controle e foi apresentado como alvo assegurar que o aeromodelo responda aos comandos efetuados pelo piloto.

A execução de um projeto protótipo de um aeromodelo telemaster não tripulado é fundamento na utilização de metodologia, pois a partir destas vias levam busca dos conhecimentos.

O ponto de partida para a criação de um VANT é a análise minuciosa de todos componentes de uma aeronave. Para a determinação da configuração inicial do projeto, a equipe deve definir alguns pontos fundamentais. Tais como: a configuração da aeronave (convencional ou canard); o modelo a ser empregado na construção da fuselagem; determinação da forma geométrica, e posição da asa; tipo de trem de pouso; motor; e esboçar a aeronave com as dimensões escolhidas (GONZAGA et al., 2016, p.12).

O primeiro ponto é analisar os formatos existentes para iniciar o projeto. Esses formatos foram analisados e escolhido o modelo que atende à necessidade. Para cada finalidade existirá um modelo específico.

O protótipo aeromodelo a ser realizado é da aeronave do tipo Cessna, com o sistema de propulsão motor com pistão e hélice, utilizando gasolina como combustível. Será realizado toda a fabricação e montagem estrutural, do motor, da hélice e do sistema de controle. Utilizando sucata em bom estado nas partes onde for conveniente.

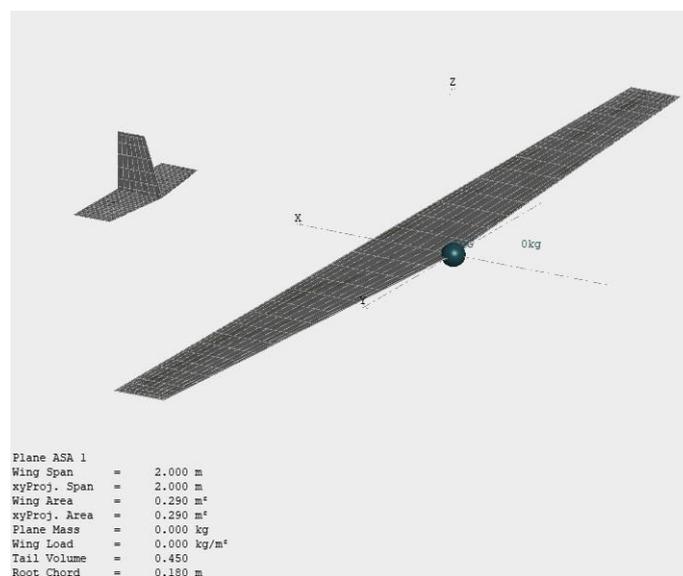
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 PROCEDIMENTOS INICIAIS

O projeto aeromodelo de início vindo aeromodelismo a combustão iniciando uma paixão por aeromodelos e com o foco montar um projeto pondo em práticas os estudos das disciplinas do curso de engenharia mecânica.

A análise do projeto está fundamentada na conjectura encontrada nas citações ao longo do texto. As análises foram lançadas no programa XFLR5 (Imagem 3). Também ficando definido o Centro de Gravidade (CG) do aeromodelo, que seria a esfera logo à frente do perfil da asa.

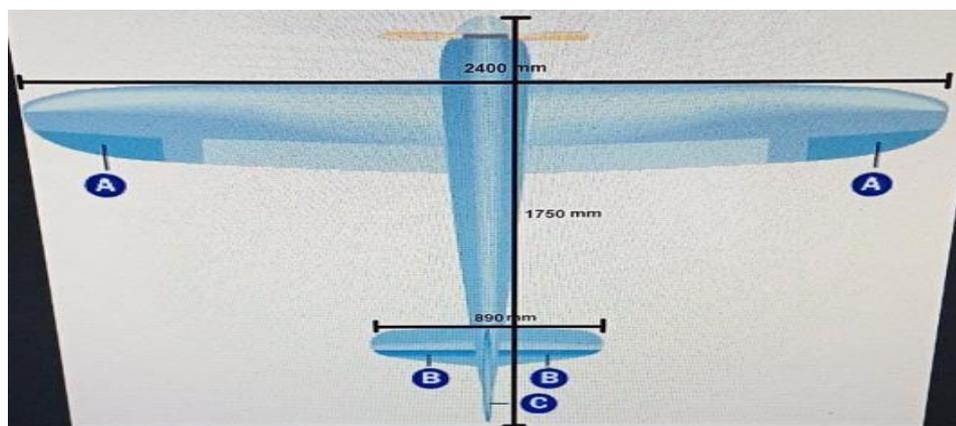
Imagem 3 – Projeção realizada pelo programa XFLR5.



Fonte – Próprio autor

O primeiro ponto é a definição da dimensão do projeto conforme a Imagem 8, levantamento de informações e a busca por materiais adequados para a execução do projeto.

Imagem 8 – Dimensões propostas



Fonte: Próprio Autor

4.2 MATERIAIS SELECIONADOS PARA ESTRUTURAÇÃO DO AEROMODELO

Os materiais utilizados para a construção do aeromodelo estão descritos no Quadro 1, logo abaixo, descrevendo os cada um com seu preço e o site onde foram adquiridos.

Quadro 1 – Quadro de componentes e seus preços aproximados

Equipamentos	Preço (out/2022)	Fonte de aquisição
Kit controlador de voo Pixhawk(Inclui GPS, buzzer, LED)	R\$ 300	ÁliExpress.com
Electronic Speed Control Volantex 40A	R\$ 90,62	Banggood.com
Motor não escovado	R\$ 100*	Mercadolivre.com
Receptor Taranis X8r frsky	R\$ 137	ÁliExpress.com
Rádio antena telemetria 3DR 433MHz	R\$ 205	Americanas.com
Bateria Li-Po 3,6mAh 4 células	R\$ 160*	ÁliExpress.com
TOTAL	R\$ 992,62	

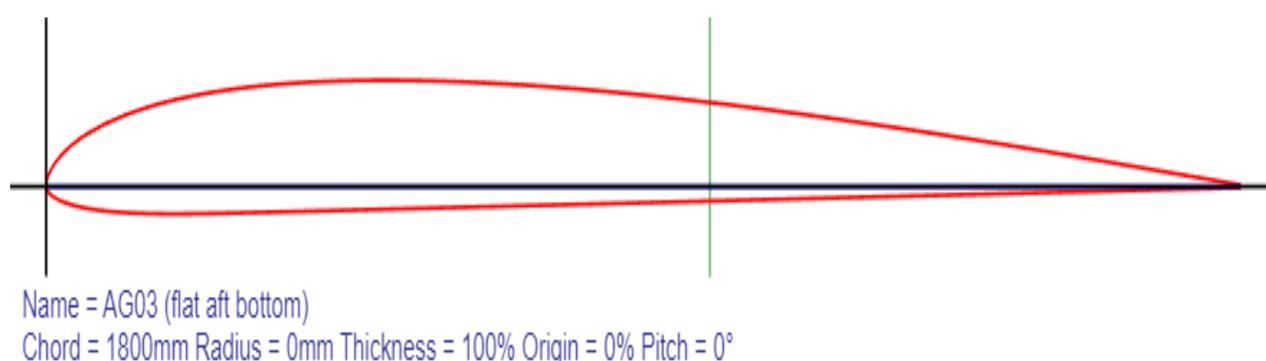
Fonte: Próprio Autor

Foi possível a utilização de material reaproveitado de sucata como uma chapa de metalon de 0,60 mm, tendo em vista o bom estado em que se encontrava, as asas e partes do motor como cilindro, pistão e o cabo de vela. Também os perfis das asas foram reaproveitados de materiais que seriam descartados, e uma chapa de madeira compensado de 15 mm suficiente para construir a fuselagem e 200 ml de verniz e 2 latas de tinta óleo de 200 ml.

4.3 PLATAFORMA DE SIMULAÇÃO

A partir do formato adquirido foi utilizado o website *airfoiltools* conforme Imagem 9 que direciona as coordenadas necessárias para a modelagem do perfil aerodinâmico.

Imagem 9 – Modelagem da asa



Fonte: Próprio Autor

As medidas extraídas do *airfoiltools* foram modeladas a partir da figura aerodinâmica da asa, através do programa é possível verificar o fluxo e este formato de perfil.

4.4 ESTRUTURAÇÃO DO AEROMODELO

Considerou-se o resultado satisfatório, pois o objetivo de estruturação e montagem foi alcançado, foi alcançado um bom desempenho referente aos materiais utilizados. As camadas criadas para reforçar a estrutura, somado com a pintura em tinta óleo, são adequadas para a proteção do aeromodelo.

Nas camadas limite, onde as variáveis de escoamento mudam rapidamente na direção normal à parede e malhas altamente refinadas são necessárias próximas à parede, as malhas estruturadas permitem resolução mais fina do que as malhas não estruturadas para o mesmo número de células (ÇENGEL *et al.*, 2015, p.885).

Sobre as superfícies do aeromodelo percebe-se que está compatível com o comprimento total, pois mantém a simetria ao longo da sua fuselagem (Imagem 10).

Imagem 10 – Superfícies do aeromodelo



Fonte: Autoria própria

Na Imagem abaixo mostra o tipo de trem de pouso utilizado, sendo o do tipo convencional que é formado por uma bequilha que fica localizada na parte traseira, abaixo do leme. As rodas são soft rooll 5" que têm por vantagem serem de baixo peso. (Imagem 11)

Imagem 11 – Aeromodelo finalizado



Fonte: Autoria própria

Com o motor de 52cc 2,5 HP e 1,85kw (Imagem 12) o aeromodelo necessita de apenas 500ml de combustível para ficar em torno de 30 minutos voando e uma pequena bateria para dar a partida e escapamento em alumínio.

Motor: Caixa 31 x 27 x 31 cm - Peso: 6,350 kg

Imagem 12 - Motor 2 tempos 52cc



Fonte: A autoria própria

Para a modelagem do escapamento do motor, foi necessária a criação da peça por montagem com ajuste de campo, pois as medidas foram adequadas à descarga do motor. Para realizar essa fabricação foi necessário o conhecimento na matéria de Processos de Fabricação com equipamento de solda Tungsten Inert Gas (TIG) para ter melhor durabilidade e resistência.

Ao modelar um campo de escoamento incompressível com a saída de um tubo ou duto exposta ao ar ambiente, a condição de contorno adequada é uma saída com imposição de pressão $P_s = P_{atm}$ (ÇENGEL *et al.*, 2015, p.890).

A hélice projetada em fibra de carbono (Imagem 13), pronta para extrair toda a potência que o motor pode oferecer, tendo um bom rendimento em máxima rotação e o carburador usando filtro universal de 25 mm esportivo, por ser mais leve e versátil.

Imagem 13 - Hélice fibra de carbono 20x8 e Carburador fs220 com Filtro de ar universal 25mm



Fonte: Aatoria própria

No interior da fuselagem, construída por madeira compensada de 15mm pintada com verniz para proteger de umidade, possui a parte elétrica e os controladores que enviam o sinal recebido pelo receptor FS-IA10B, como também o compartimento como tanque de combustível de 500ml, bem projetados para garantir um espaço suficiente para o armazenamento dos componentes. (Imagem 14)

Imagem 14 – Interior da fuselagem



Fonte: Aatoria própria

As ligações elétricas foram realizadas com cabos de uma fonte de computador, facilitando a soldagem do material devido à alta condutividade, com os fios encapados, protegendo de possíveis curtos e aumento de temperatura, controle de leme, profundor e aileron.

A amplitude do sinal de entrada deve ser definida experimentalmente de modo que haja uma variação de 3 a 4 graus no ângulo de ataque do veículo ou que o fator de carga varie entre 0,4 e 0,5g. A aplicação de amplitudes elevadas pode provocar a estimação de não-linearidades. Portanto, para veículos pilotados manualmente o ideal é que sejam feitos testes prévios para estabelecer uma relação entre o quanto de deflexão do manete o piloto precisa inserir para gerar uma variação nessa ordem de amplitude para o ângulo α (BEGHELLI, 2019, p.61).

Com um alcance de até 500m o conjunto Receptor FS-IA10B e Controle Flysky.FS-i6 2.4g (Imagem 15), podem oferecer boa resposta para um projeto inicial, podendo ser trocado o kit por um de maior alcance futuramente. Conforme aeromodelo se afasta das proximidades, o sinal ficará mais fraco e dificultando o controle, com maior tempo de resposta.

Imagem 15 - Controle Flysky.FS-i6 2.4g



Fonte: Autoria própria

Uma demonstração do tamanho real do aeromodelo conforme Imagem 16 abaixo, as dimensões do projeto com cotas em milímetros.

Imagem 16 – Aeromodelo com cotas



Fonte: Autoria própria

No decorrer da fabricação e montagem é perceptível o aprendizado que se soma ao desenvolvimento do projeto, após os testes de solo, os comandos do controle remotofuncionaram como deveriam.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que todo projeto deve ser iniciado por um levantamento de materiais e de recursos, pois os custos envolvidos podem interferir no andamento do mesmo. Estes conhecimentos são introduzidos nas disciplinas de Gerenciamento de Projetos, Controle de Qualidade e Gestão da Qualidade.

Também é necessário um conhecimento básico na questão de elétrica que é introduzida pela disciplina de Eletricidade Aplicada, importante na realização dos controles da aeronave como o comando do leme, profundor e aileron controlados pelo controle remoto e luzes de segurança. A relação peso e potência deve ser respeitada para aeronave, não sendo possível acrescentar mais peso ao aeromodelo, pois alteraria seu centro de gravidade.

Ressaltamos que o objetivo deste estudo foi estruturar e montar o aeromodelo, para iniciar um voo, o piloto deve ser treinado e habilitado para operar o aeromodelo

com segurança. No Brasil, a Confederação Brasileira de Aeromodelismo é o órgão que regula e organiza o aeromodelismo nacional.

Quanto aos objetivos específicos referente aos materiais necessários para a estruturação do aeromodelo foram descritos e utilizados conforme o quadro 1, além dos itens citados no quadro também foi necessário um chapa de madeira compensada 15 mm e uma chapa de metalon laminada a frio de 0,60 mm o material sobressalente foi direcionado para reciclagem.

O objetivo geral proposto nesse estudo foi estruturar e montar o aeromodelo. Verifica-se que o mesmo foi atingido, pois após o mesmo ser testado em solo e com suas funcionalidades operantes.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, M. R. **Projeto Simulação e Controle de Veículo Aéreo Não Tripulado Tail-Sitter**. Dissertação de Mestrado em Sistemas Mecatrônicos. Brasília. 2007.

BEGHELLI, Pedro Henrique. **Identificação dos parâmetros de estabilidade e controle do aeromodelo VR-01**. Brasília. 2019.

BRAIN, Marshall. **Como funcionam os micro-controladores**. [S.l.], 2009. Disponível em: <<http://eletronicos.hsw.uol.com.br/microcontroladores.htm>>. Acesso em: 05 nov. 2022.

BRUNETTI, F. **Motores de Combustão Interna**. 2012. Vol. I. Edgard Blucher Ltda

BOLTON, William. **Engenharia de controle**. Tradução Valceres Vieira Rocha e Silva. São Paulo (1993): Makron Books.

CEDTEC ESCOLA TÉCNICA. **Mecânica de Manutenção – Lubrificantes e Lubrificação**. 2015.

ÇENGEL, Yunus A.; CIMBALA, John M. **Mecânica dos fluidos**. Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788580554915. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580554915/>. Acesso em: 07 dez. 2022.

FRANCISCO, P. S. **Como Funciona o Avião**. 2012. Disponível em: <www.portalsaofrancisco.com.br>. Acesso em: 12 Nov 2022.

GONZAGA, J. L.L. **Desenvolvimento de um veículo Aéreo Não Tripulado**, 2016 Disponível em: <<https://www.ifmg.edu.br/arcos>> Acesso em: 10 Nov 2022.

LAKATOS, E. M. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

OLIVEIRA, C. A., & D. R. **Motores de Combustão Interna** - Álcool e Gasolina. (2003).

PEREIRA, Fábio. **Tecnologia ARM**: micro controladores de 32 bits. São Paulo (2007)

RODRIGUES, L. E. M. J. **Fundamentos da Engenharia Aeronáutica**. Cengage Learning Brasil, 2014. E-book. 9788522115433. Disponível em:<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522115433/>. Acesso em: 28 ago. 2022.

USO DE ENERGIA SOLAR NA UNIDADE DE RECICLAGEM DE SÃO MATEUS-ES

Camila Clemente da Silva Cruz¹, Daniel Alves Zandomenego¹, Gabriel Pereira de Sousa¹,
Béverson Beltrame Reis²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus-ES

²Especialista – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

Com o passar dos anos e o aumento da preocupação com o meio ambiente, é preciso buscar alternativas que não sejam tão agressivas como as principais utilizadas para geração de energia. Com isso, a ideia de utilização da energia solar como fonte geradora vem se expandindo gradativamente no Brasil. Pensando na preservação do planeta assim como na viabilidade financeira, foi criada a ideia de aplicação desse sistema em órgãos públicos para redução de custo e um possível retorno à população. Sendo assim, foi abordada a utilização de painéis solares na unidade de reciclagem de São Mateus/ES, que por se tratar de um local que já exerce o papel de apoio ao meio ambiente reaproveitando o que em tese seria lixo, poderia também cooperar com a utilização de energia renovável. Essa energia pode reduzir o custo operacional da unidade, além de gerar retorno financeiro para a população com a energia que ficar de saldo mês após mês.

Palavras-chave: energia limpa; painéis fotovoltaicos; energia solar.

ABSTRACT

Over the years and increasing concern for the environment, it is necessary to seek alternatives that are not as aggressive as the main ones used for power generation. With this, the idea of using solar energy as a generating source has been gradually expanding in Brazil. Thinking about the preservation of the planet as well as the financial viability, the idea of applying this system in public agencies was created to reduce costs and a possible return to the population. Therefore, the use of solar panels at the São Mateus/ES recycling unit was addressed, which, as it is a place that already plays a role in supporting the environment by reusing what in theory would be garbage, could also cooperate with the use of renewable energy. This energy can reduce the operating cost of the unit, in addition to generating financial returns for the population with the energy left over month after month.

Keywords: clean energy, photovoltaic panels, solar energy.

1 INTRODUÇÃO

A energia solar é um modo de captação de energia térmica radiada pelo sol. Pode-se afirmar, ser a fonte de energia mais intensa e abundante no alcance da terra. O uso da energia solar é uma realidade global, que vem crescendo exponencialmente no Brasil (PORTAL SOLAR, 2020). Neste território, as instalações de geração de eletricidade por captação e transformação da luz solar são excelentes, porque o ambiente geográfico é benéfico.

Embora seja relativamente simples, a implantação de uma usina solar requer muita atenção aos detalhes, do início ao fim do processo. Para operar com melhor

eficiência e segurança, observações clínicas devem ser feitas em cada etapa do processo. Esta é a única maneira de garantir que todas as variáveis sejam levadas em consideração para determinar corretamente o dimensionamento, o planejamento, a instalação e, o mais importante, a viabilidade.

Os valores de instalações dos painéis diminuem a cada década para facilitar esse tipo de uso de energia. No entanto, era atraente apenas em áreas remotas ou rurais, mas nos últimos anos está se tornando uma solução economicamente viável para aplicações urbanas, por exemplo, em pequenos dispositivos monofásicos de produção de energia, conectados à rede, em residências e locais comerciais.

O mercado de aplicação de energia fotovoltaica continua em desenvolvimento rápido. Entre 2002 e 2003, produção total instalada em conformidade com os fotovoltaicos da Agência Internacional de Energia (AIE) e Photovoltaic Power Systems (PVPS) aumentou 36% chegando a 1.809 MW/ h.

Levando em consideração as informações contidas, este trabalho apresenta uma pesquisa exploratória como proposta de utilização deste recurso para a redução de custos econômicos, gerando benefícios para uma usina de reciclagem da cidade de São Mateus, Espírito Santo, com localização litorânea, que pode utilizar como ponto positivo geográfico para a captação de energia solar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Energia renovável pode ser definida como a energia que não fica sem energia, isto é, energia que se atualiza constantemente (JARDIM, 2007). De acordo com Jardim (2007, p. 2), também são considerados “fontes alternativas de energia” aos modelos tradicionais em razão de sua disponibilidade garantida. Diante das fontes renováveis de energia, a energia solar se destaca por não poluir o meio ambiente, contudo pode se considerar uma fonte de energia infinita (DUTRA et al., 2013). Portanto, Brasil (2006, p. 25) afirmou que o Brasil realmente recebe altos níveis de raios solares durante o ano inteiro.

Em 1839, Edmond Becquerel, físico francês, relatou o efeito fotovoltaico, onde converte a radiação solar em energia elétrica (SAUER et al., 2006; VALLÉRA; BRITO, 2006). Conforme Sauer et al. (2006), o dispositivo inicial à base de selênio foi obtido em 1876. No entanto, o dispositivo viável para uso foi desenvolvido em um substrato de silício na Bell Labs em 1953. A conversão da energia solar em eletricidade pode ser realizada pelos chamados sistemas fotovoltaicos (ROSA, 2007). Conforme explica Rosa

(2007), o sistema é composto principalmente por um conjunto de painéis fotovoltaicos (ou módulos), estabilizadores de tensão, sistemas de armazenamento (ou baterias) e inversores que convertem corrente contínua em corrente alternada.

Jardim (2007) destacou que tal sistema é um acréscimo à geração de energia existente, embora a contribuição atual ainda seja pequena, futuramente poderá dar uma grande contribuição para a geração de energia elétrica. A proposta será um sistema fotovoltaico conectado à rede da empresa de energia.

O sistema é comum em áreas urbanas e utiliza edifícios existentes, estes edifícios também se tornam produtores de energia, gerando uma possibilidade, em alguns casos o excesso de energia ser devolvido à rede de distribuição.

2.1 ENERGIA SOLAR NO BRASIL

No Brasil, a energia solar está avançando em grande escala a toda população, tanto para residências quanto para o setor comercial e industrial. Segundo ANEEL (2012), no decorrer dos últimos 7 anos cresceu aproximadamente 151% em média a procura por esse tipo de energia renovável, mesmo sendo um produto considerado novo no país.

Em 2011, foi instalada a primeira usina solar no Brasil no município de Tauá - Ceará contendo 4.680 painéis fotovoltaicos com a capacidade de geração de energia de 1MWtt. Segundo ARCE (2018), a usina fornece energia para mais de mil famílias pelo estado, confirmando ser uma quantidade de energia gerada altamente relevante na época em que foi instalada. A cidade de Tauá foi a primeira a receber a usina de energia solar na América Latina, por ter grandes índices de radiação solar durante o ano todo, representando um papel crucial na expansão da transição energética global.

Houve uma grande mudança em 2012, com a norma RN/482 (2012) exposta pela ANEEL, dando a liberdade aos consumidores gerarem a sua própria energia e se conectarem à rede de distribuição. Em outras palavras, pode ser produzido por micro geradores (como painéis solares no telhado de uma edificação) ou por geração de energia em pequena escala. A norma também promove a criação de um sistema de crédito de energia e estabelece os padrões necessários para conectar o sistema à rede, além disso o governo também tem tomado outras medidas para incentivar o uso de energia renovável, como isenção de IPI ou ICMS, obtenção de apoio do BNDES e redução de impostos de importação.

Com as novas normas implantadas, ocorreu um grande crescimento no setor de energia solar. Em 2020 o Brasil conseguiu chegar à marca de 6GWtt em energia gerada pelos painéis fotovoltaicos, segundo dados da ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica). Esse tipo de energia já gerou cerca de 31 bilhões de reais investidos e 180 milhões de empregos desde o ano de 2012 (ROCHA, 2018).

No mesmo ano de 2020, Rocha (2018) afirma que o Brasil chegou ao 16º lugar no *ranking* de energia fotovoltaica pela IRENA (International Renewable Energy Agency) sua colocação está entre os 20 países com maior capacidade de instalação dos painéis.

De acordo com o “Atlas Solar do Brasil” (PEREIRA et al., 2017), locais com menos luz solar no Brasil podem gerar mais energia solar do que os locais mais ensolarados da Alemanha, que é o país mais avançado do mundo no recurso de energia solar. Portanto, o Brasil é um dos países com maior potencial para a produção de energia limpa e renovável.

Em 2017, dois projetos solares considerados os maiores da América Latina foram concluídos no Brasil. Essas iniciativas, uma no estado do Piauí e outra no estado de Minas Gerais, partem de empresas estrangeiras que conquistaram o direito de implantar e operar fábricas após vencerem os leilões promovidos pela ANEEL (ROCHA, 2018). Essas inaugurações e marcas mostram que após anos sendo considerada uma fonte secundária e extravagante de energia, a energia solar finalmente começa a florescer no país, mesmo para governos que utilizam grandes hidrelétricas como principal paradigma de geração de energia.

Um dos projetos solares mencionados anteriormente, foi concluído o maior parque solar em operação da América Latina na Ribeira do Piauí, a 380 quilômetros de Teresina. O projeto conta com 930 mil painéis de captação de energia fotovoltaica que podem abastecer 300 mil residências. O outro projeto se dá a usina solar de Pirapora, o projeto foi concluído em meados de 2018, e a geração total de energia do projeto será suficiente para abastecer 420 mil residências por ano (ÓRIGO ENERGIA, 2020).

Com base na trajetória do desenvolvimento da energia solar mundial e na exploração do amplo leque de possibilidades dessa energia pelo Brasil, o plano de expansão de energia recentemente aprovado para 2029 apresentou um crescimento impressionante de 400%, atingindo uma capacidade de aproximadamente 11.000 megawatts ao final do período de dez anos (CUNHA 2020).

O crescimento de projetos de energia solar concentrada é obtido principalmente por meio de leilões do governo federal. Portanto, grande parte dessa expansão deve ser

destinada ao ARC (Ambiente de Comercialização Regulada). Outra contribuição importante desse crescimento é a geração distribuída de energia, na qual predomina a energia solar. Nesta modalidade, os painéis fotovoltaicos deverão representar cerca de 85% da capacidade instalada. (PORTAL SOLAR, 2020).

Além disso, segundo estudos (PORTAL SOLAR, 2020), estima-se até 2024, cerca de 887 mil sistemas de energia solar estarão conectados à rede no País, além da manutenção nacional e da proteção ambiental, proporcionará economia superior às distribuidoras tradicionais.

2.2 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Segundo Òrigo Energia (2020), a história da energia solar inicia a mais de 4,6 milhões de anos atrás, com o surgimento de corpos celestes que transmitem luz para a Terra todos os dias, sendo o sol o principal ponto de operação dos painéis fotovoltaicos. Os painéis fotovoltaicos foram inventados em 1954 e adquiriram seu *status* e escopo após serem expostos na Academia Nacional de Ciências nos Estados Unidos (PORTAL SOLAR, 2020). Logo depois, as pessoas começaram a buscar grandes pesquisas para melhorar os sistemas de adaptação atualmente em uso.

De acordo com Vilalva (2012), o efeito fotovoltaico é o fenômeno físico que permite a conversão de luz em eletricidade, este fenômeno ocorre quando a luz, ou radiação eletromagnética do Sol, incide sobre uma célula composta de materiais semicondutores com propriedades específicas. Para que essa conversão ocorra, são necessárias as células fotovoltaicas, que como dito anteriormente, são compostas por duas camadas de material semicondutor P e N, uma base metálica inferior e uma grade de coletores metálicos superior.

A procura por alternativas de energia limpa tem impulsionado muitas pesquisas para o desenvolvimento de células fotovoltaicas que se tornem mais eficientes e com valores acessíveis, afirma Vilalva (2012). Com o avanço tecnológico, podemos obter diversos materiais empregados na fabricação das células fotovoltaicas que levam a adquirir células e módulos com eficiência e capacidades maiores ou menores.

Existem dois tipos de painéis fotovoltaicos, os que são independentes e os que são ligados à rede. Os independentes trabalham com acúmulo de energia, pois precisam compensar as diversas variações no tempo entre produção de energia e a sua procura, todavia, quando envolvemos residências e os empreendimento fixos, utilizamos o modelo que é ligado à rede. Para que este tipo funcione, são necessários os seguintes

componentes: um gerador fotovoltaico, uma caixa de junção, cabos AC-DC, um inversor, um aparelho de proteção e um aparelho de medida (PORTAL ENERGIA RENOVÁVEL, 2014, p.18). Este sistema possibilita que caso a geração de energia seja superior a utilizada pela local gerador, em que seja direcionada para a rede pública, podendo assim gerar receita para o proprietário.

O sistema fotovoltaico tem um crescimento extraordinário devido a sua gama de possibilidades. “Ele é, dentre as tecnologias com fontes renováveis, a que oferece maior possibilidade para aplicações com diferentes potências” (VIAN, ANGELO, 2021). Essa característica possibilita a sua aplicação em diversos setores, assim como em diversos níveis de potência necessária. Com isso ela pode ser utilizada modularmente, sendo utilizada em pequena e grande escala, inclusive em utilização doméstica.

O módulo fotovoltaico consiste em um conjunto de células montadas em uma estrutura rígida e conectadas eletricamente. As células geralmente são conectadas em série para gerar uma tensão mais alta. Segundo Moreno (2019), para obter um projeto de instalação adequado, o técnico responsável deve seguir a norma IEC 60364-8-1, que apresenta requisitos, medidas e recomendações para o projeto de instalações elétricas no contexto de métodos de gestão eficiente, para alcançar o melhor serviço e efeitos funcionais, menor consumo de energia e melhor equilíbrio aceitável, disponibilidade de energia e economias realizadas.

Entre as diversas vantagens do sistema fotovoltaico, podemos citar a não emissão nociva de gás estufa na atmosfera, que prejudica grandemente o meio ambiente em que vivemos, é uma alternativa bastante viável para locais de acesso remoto, pois não dependem de um sistema de energia proveniente de subestações, sendo necessário somente sua compra e instalação, e como sua aplicação e manutenção são fáceis, como indica o livro “Energia Solar, Fundamentos, Tecnologia e suas Aplicações”.

2.3 CUSTO-BENEFÍCIO

Segundo a ANEEL (2012), em 2019 foram instalados mais de 110 mil sistemas fotovoltaicos de mini e microgeração no Brasil, que corresponde a um investimento de R\$4,8 bilhões. Isso representa um crescimento de 212% no crescimento do ramo de energia solar no nosso país.

De acordo com as informações obtidas pelo site Portal Solar (2020), o alto custo da instalação do sistema de captação da energia solar tem feito as pessoas se

perguntarem se compensa realizar este tipo de investimento, pois temem assiduamente que ao invés de ser algo que gerará rentabilidade financeira futura, seja algo que acarrete um custo financeiro alto que não haverá retorno e deixe de ser um investimento e passe a ser um custo. Pelo fato do imediatismo, a energia solar é julgada como algo que somente pessoas com poder aquisitivo alto possam ter, mas hoje existe uma gama de métodos para aquisição e instalação desse tipo de recolhimento de energia.

Baseado na pesquisa de Rock (2018), pode se afirmar as inúmeras vantagens da instalação de painéis solares que tornam o tipo de energia mais atrativa em relação às tradicionais. O benefício mais atraente dessa instalação é a queda de valores nas contas de energia, em pouco tempo é possível observar essa redução, vantagem procurada pela maioria dos consumidores. No entanto, adquirir o sistema exige um alto gasto inicialmente, mas em poucos anos o consumidor consegue recuperar o investimento e quando o período de pagamento da instalação acabar, o gasto de energia será extremamente menor.

Atualmente existem diversos sites na internet onde podemos realizar simulações do custo da instalação dos painéis fotovoltaicos, assim como a solicitação de orçamento é demasiadamente simples. Com essa facilidade no acesso às informações, a população tem cada vez mais desejo em adquirir este tipo de sistema, pois enxergam de forma bem clara a economia que ocorrerá com a instalação.

Estudo sobre os custos de implantação dos sistemas fotovoltaicos que analisaram 47 sistemas isolados de 100 a 6600 W, durante um período de 17 anos, indica que esses tipos de sistemas apresentam uma tendência de redução de custo de preços de aproximadamente 1 U\$/W ao ano, com custos variando entre 7 e 10 U\$/W (HEGEDUS, OKUBO, 2005). Apesar dessa diminuição nos valores, de acordo com (SHAYANE, OLIVEIRA, CAMARGO, 2006) os sistemas isolados tendem a custar o dobro dos sistemas que são ligados à rede, pois eles necessitam de baterias e demais componentes que acabam elevando os custos. Sabendo dessa viabilidade e redução de custos, a parcela da população interessada em adquirir um sistema solar cresceu exponencialmente, com isso, o governo criou diversos projetos de incentivo para que as pessoas pudessem adquirir seu sistema fotovoltaico e ajudar não só a si mesmos, mas ao país e ao meio ambiente.

Conforme pesquisa realizada por Silva Sobrinho e Freitas (2019), um sistema de fotovoltaico para uma área de 104m², com potência total desejada de 17,16 kW custa em média R\$68.000,00 (Sessenta e oito mil reais) sendo que o custo anual deste

edifício era de R\$22.269,61 com a taxa de tarifa de R\$0,90 por kwh. Com a instalação deste sistema com 52 placas solares, por ano, seriam gerados 24.744,02 kw/p, gerando uma economia de R\$22.270,00 anuais. Com base nesses valores, o proprietário do imóvel teria um retorno financeiro dentro de 36 meses. Assim como esse, existem inúmeros exemplos de retorno financeiro através de investimentos realizados em aplicação de energia solar nas casas, empresas, dentre outros tipos de imóveis ou empreendimento.

3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

Esta pesquisa propõe como fonte de estudo o tema “Uso de energia solar na unidade de reciclagem de São Mateus/ES”, dentro deste tema abordamos a possibilidade de implantação de um sistema de captação de energia solar através de um modelo fotovoltaico, que se caracteriza como exploratório, realizado por meio de estudo de caso na Associação dos Recicladores de Resíduos Sólidos de São Mateus, localizada na rua córrego do chiado anexo a Av. Gov. Eurico Vieira de Rezende, s/n, Bairro Pedra D’agua, São Mateus – ES.

Caracterizada como exploratória, bibliográfica, estudo em campo e estudo de caso, sua abordagem é de forma quantitativa e probabilística.

Em relação à pesquisa exploratória, baseado pelo Gil (2008) afirma que este tipo de pesquisa propõe uma familiaridade com o problema, com a intenção de torná-lo abrangente. O autor relata também que geralmente, esse estilo de pesquisa afirma a forma de estudo de caso ou de estudos bibliográficos.

Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre a utilização de energia solar, energia fotovoltaica e viabilidade econômica do uso de placas solares para a confirmação de informações sobre geração de energia elétrica para melhor entendimento ao título. Segundo Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica.

Os dados necessários para a realização do projeto foram coletados e analisados diretamente com a associação, Prefeitura municipal, distribuidora de energia e comércio da região, por entrevistas não estruturadas. Gil (2008) relata sobre entrevistas não-

estruturadas afirmando que os entrevistados possuem um guia com tópicos previamente determinados, porém sem conter uma sequência obrigatória para seguir.

Segundo Oliveira (2017), os pesquisadores devem utilizar os métodos, procedimentos e técnicas com o conhecimento disponível, para determinar os caminhos a serem seguidos.

Com base nessas constatações, utilizamos como método de investigação dos parâmetros nos quais se encontram a única fonte da pesquisa em relação aos gastos com utilização da energia elétrica e consumo realizado por ela, assim estabelecendo recomendações da aplicação de proposta como esta.

Oliveira (2017) afirma que a ciência da busca de dados de pesquisa é exposta através de visitas para entender todas as condições possíveis para a instalação de painéis fotovoltaicos e observar todos os problemas que podem ocorrer e afetar o desempenho do projeto, contudo a ser de forma mais eficaz utilizada para pesquisa e desenvolvimento das soluções propostas.

A pesquisa se enquadra como uma amostra probabilística, pois contém dados amostrais obtidos por análise de orçamentos de fornecedores de instalações de painéis solares, dos dados contidos da prefeitura municipal e estudo probabilísticos de pesquisa referente a distribuidora de energia local.

Para a coleta de dados, são utilizados dados de pesquisas bibliográficas, trabalhos acadêmicos, projetos de engenharia, orçamentos em determinados fornecedores e vistorias no local para a obtenção de informações referente a proposta de projeto de instalação de painéis fotovoltaicos na unidade de reciclagem de São Mateus/ES.

Analisando as funcionalidades da captação dos raios solares com painéis fotovoltaicos, este trabalho propõe a implementação destes recursos com objetivos de reduzir os gastos relacionados a energia elétrica dentro do setor público. Com isso apresentamos a proposta a fim de ressaltar a importância do uso de energia solar como melhor opção financeira e ambiental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de alguns pontos é possível realizar análise da viabilidade para instalação do sistema de captar energia solar, sendo eles:

1. Economia, atrelada com a rentabilidade do investimento e redução de custos;

2. Financeiro, disponibilidade do recurso no local aonde se está sendo feito o investimento;

3. Coisas incomensuráveis, que não se podem ser convertidas em dinheiro, como o *marketing verde* que agrega muito para a imagem da instituição.

A imagem 1 mostra o local via satélite da usina de reciclagem localizada na rua córrego do chiado – Pedra d'água, São Mateus.

Imagem 1 – Área da unidade de reciclagem



Fonte: Google Maps

Na imagem 2 destaca-se em branco o local com a melhor possibilidade de instalação dos painéis solares, tendo em vista que a instalação sobre o telhado permite uma melhor captação dos raios solares, além de não ocupar, no terreno, espaços que podem ser utilizados para outros investimentos.

Imagem 2 – Local das placas solares



Fonte: Google Maps

Na visita, foram obtidas as seguintes informações: A associação é um galpão onde o material coletado é armazenado e processado, contendo 2 casas para habitação dos colaboradores, na unidade operam duas prensas hidráulicas (imagem 3) de potência igual a 10CV, este sendo o principal item de consumo de energia elétrica.

Imagem 3 – Prensa Hidráulica



Fonte: Autor.

Ainda como resultado da visita, fora dada a informação de consumo médio mensal de 350 Kwh e com base em pesquisas junto ao fornecedor de energia local (EDP) foi obtido o resultado de que uma única prensa hidráulica pode haver consumo médio de R\$280,00 conforme dados da imagem 4, disponibilizada pela EDP online.

Imagem 4 – Taxa de energia elétrica baixa tensão.

TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA BAIXA TENSÃO		
SUBGRUPO / CLASSE / SUBCLASSE (RS/KWH)	TARIFA DO USO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (TUSD) (RS/KWH)	TARIFAS DE ENERGIA TE (RS/KWH)
B1 - RESIDENCIAL	0,30118	0,24493
B1 - RESIDENCIAL - BAIXA RENDA	0,22480	0,24493
Consumo mensal até 30kWh	0,06917	0,09143
Consumo mensal entre 31kWh e 100kWh	0,11858	0,15674
Consumo mensal entre 101kWh e 220kWh	0,17787	0,23512
Consumo mensal superior 220kWh	0,19763	0,26124
B2 - RURAL	0,24697	0,20084
B2 - COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL	0,24697	0,20084
B2 - SERVIÇO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO	0,22890	0,18615
B3 - DEMAIS CLASSES	0,30118	0,24493
B4 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA		
Iluminação Pública (B4a)	0,16565	0,13471
Iluminação Pública (B4b)	0,18071	0,14696

Fonte: EDP online

Com base nas informações obtidas das pesquisas que ocorreram durante a execução deste trabalho, temos os seguintes dados (Tabela 1) referentes ao consumo de energia e custo ao longo do ano.

Tabela 1. Consumo e Custo Anual de Energia

Mês	Consumo (Kwh) Acumulado	Custo mensal Acumulado (R\$)
Julho/2020	350	275,29
Julho/2021	700	550,58
Agosto/2021	1050	825,87
Setembro/2021	1400	1.101,16
Outubro/2021	1750	1.376,45
Novembro/2021	2100	1.651,74

Dezembro/2021	2450	1.927,03
Janeiro/2022	2800	2.202,32
Fevereiro/2022	3150	2.477,61
Março/2022	3500	2.752,90
Abril/2022	3850	3.028,19
Maió/2022	4200	3.303,48

Fonte: Autor.

Como visto, temos um custo anual de R\$3.303,48 com energia elétrica. Após obtenção de tais informação foram realizados dois orçamentos de energia solar conforme Tabela 2 e Tabela 3.

Para se tomar a decisão foram analisados dois critérios, valor presente líquido que consiste basicamente em saber se o valor que será gerado futuramente compensa o investimento atual em análise ao tempo de retorno desse investimento.

Tabela 2. Orçamento da loja Lorenzoni Solar

Equipamento	Marca	Quantidade	Preço un.	Total
Painel solar	Longi MONO HALF CELL 440W	20	R\$1.316,00	R\$26.320,00
Inversor	Solis 1P8K-4G C/ WI-FI	1	R\$ 8.029,00	R\$ 8.029,00
Valor do projeto		Valor mão de obra		
R\$1.000,00		R\$6.000,00		
VALOR TOTAL= 41.349,00				

Fonte: Autor.

Geração estimada: 1.056kWh/mês

Tabela 3. Orçamento Destefani Construções

Equipamento	Marca	Quantidade	Preço un.	Total
Painel Solar	Leapton HALF CELL 440W	20	R\$1.349,00	R\$26.980,00
Inversor	Kehua-12000w	1	R\$14.653,28	R\$14.653,28
Valor do projeto		Valor mão de obra		

R\$850,00	R\$5.000,00
VALOR TOTAL=47.483,28	

Fonte: Autor.

Geração estimada: 1.058kWh/mês

Com a análise dos orçamentos podemos afirmar que o orçamento 01 é o mais viável para a situação proposta, com isso podemos fazer o comparativo de economia mensal de energia e prever a partir de qual ano a unidade de reciclagem pagaria o investimento realizado, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Tempo de retorno

Ano	Custo anual acumulado	KWh Anual Acumulado
2020	R\$3.303,48	8.472
2021	R\$ 6.606,96	16.944
2022	R\$9.910,44	25.416
2023	R\$13.213,92	33.888
2024	R\$16.517,40	42.360
2025	R\$19.820,88	50.832
2026	R\$23.124,36	59.304
2027	R\$26.427,84	67.776
2028	R\$29.731,32	76.248
2029	R\$33.034,80	84.720
2030	R\$36.338,28	93.192
2031	R\$39.638,16	101.664
2032	R\$42.945,24	110.136

Fonte: Autor.

A partir da tabela acima podemos observar que a partir de 13 anos a unidade de reciclagem pagou o investimento e passou a dar lucro.

Com base na análise de investimento a longo prazo, temos que o tempo médio de retorno é de 25 anos, onde foram gerados R\$82.587,00 brutos e R\$41.238,00 líquidos sem que sejam considerados gastos com manutenção do equipamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o trabalho tem sua importância do aproveitamento da energia solar no município de São Mateus, litoral do Espírito Santo, apresentando ser uma região ensolarada de clima tropical, sendo uma forma sustentável de contribuição, podendo ser instalado em outros locais com fácil acesso público.

É possível observar que após alguns anos da aplicação do sistema fotovoltaico, o mesmo irá gerar retorno financeiro, suprimindo o investimento realizado e liberando os órgãos públicos de despesas com energia elétrica. Dessa forma, instalando mais sistemas de captação de energia solar nos imóveis do município, a economia mensal será considerável, podendo esse valor ser direcionado para outras aplicações.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 486 de 17 de abril de 2012**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa 482 de 17 de abril de 2012**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021

ARCE - **Agência Reguladora do Estado do Ceará**. 2018. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/>. Acesso em: 22 set. 2021

BRAZIL, O. A. V. **Regulação e apropriação de energia térmica solar pela população de baixa renda no Brasil**. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Regulação da Indústria de Energia) - Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador, 2006.

CUNHA, Paulo. **Perspectivas para a energia solar**. 2020. Disponível em: <https://cenariossolar.editorabrasilenergia.com.br/perspectivas-para-a-energia-solar/>. Acesso em: 13 set. 2021.

DUTRA, J. C. D. N.; BOFF, V. Â.; SILVEIRA, J. S. T.; ÁVILA, L. V. Uma Análise do Panorama das Regiões Missões e Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sob o Prisma da Energia Eólica e Solar Fotovoltaica como Fontes Alternativas de Energia. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, v. 34, n. 124, p. 225-243, 2013.

EDP online disponível em <https://www.edp.com.br/distribuicao-sp/saiba-mais/informativos/tabela-de-fornecimento-baixa-tensao>. Acesso: 10/08/2021.

HEGEDUS, STVEN et Nozumi OKUBO. "Real BOS and system costs of off-grid PV installations in the US: 1987-2004" in Photovoltaic Specialists Conference, 2005. **Conference Record of the Thirty-first IEEE**, vol., n°.pp. 1651- 1654, 3-7, Jan. 2005.

IAE; PVPS. Disponível em: <https://iea-pvps.org/>. Acesso: 24 out. 2021.

JARDIM, C. S. **A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno**. 2007. 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARCONI, LAKATOS; Marina de Andrade, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4ª ed. p.43 e 44. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india.

MORENO, Hilton. **Guia de aplicação da norma técnica iec 60364-8-1: eficiência energética das instalações elétricas**. 2019. 30 p. Disponível em: <http://abcobre.org.br/wp-content/uploads/2021/05/bwi-guia-procobre-iec-60364-8-1-eficiencia-instalacoes-eletricas-mar19.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

ÓRIGO ENERGIA. **A História da energia solar no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://origoenergia.com.br/blog/a-historia-da-energia-solar-no-brasil>. Acesso em: 12 set. 2021.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>

PORTAL ENERGIA RENOVAVEIS. **Energia Fotovoltaica: manual sobre tecnologias, projeto e instalação**. <https://www.infolivros.org/pdfview/401-energia-fotovoltaica-portal-energias-renovaveis/>, v. 1. 368 p. 2014. Acesso em: 20 ago. 2021.

PORTAL SOLAR. **ENERGIA SOLAR NO BRASIL**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>. Acesso em: 28 set. 2021.

PORTAL SOLAR. **ORIGEM DA ENERGIA SOLAR**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-origem-da-energia-solar.html>. Acesso em: 28 set. 2021.

ROCHA, Camilo. **As dificuldades para a expansão da energia solar no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/01/10/As-dificuldades-para-a-expans%C3%A3o-da-energia-solar-no-Brasil>. Acesso em: 12 set. 2021.

ROCK, Contact. **Solar prime**, 2018. Disponível em: <https://blog.solarprime.com.br/instalacao-de-energia-solar-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 22 set. 2021

ROSA, V. H. S. **Energia elétrica renovável em pequenas comunidades no Brasil: em busca de um modelo sustentável**. 2007. 440 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento

Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SAUER, I. L.; QUEIROZ, M. S.; MIRAGAYA, J. C. G.; MASCARENHAS, R. C.; JÚNIOR, A. R. Q. Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobrás. **Bahia Análise & Dados**, v. 16, n. 1, p. 9-22, 2006.

SHAYANI, Rafael Amaral; DE OLIVEIRA, Marco Aurélio Gonçalves; CAMARGO, Ivan Marques de Toledo. **Comparação do custo entre energia Solar Fotovoltaica e fontes convencionais**. 2006. 16 p Tese (Engenharia Elétrica) - Universidade De Brasília.

SILVA, DE ASSUNÇÃO, SOBRINHO, FREITAS, DE ASSUNÇÃO Luzilene Souza, Ronaldo Furtado, Demetrius Clemente da Rocha, Ericka da Silva, Welton Raiol. Avaliação de Custo-Benefício da Utilização de Energia Fotovoltaica. Belém - PA- Brasil, v. 5, 2019. 12 p Tese (Engenharia Civil) - UFPA.

VIAN, ângelo. Energia Solar: **Fundamentos Tecnologia e Aplicações**. 1 ed. 2021.

Blucher Open Access. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555500592/pageid/3>. Acesso em: 21 set. 2021

VILALVA, Marcelo Grandella. **Energia Solar Fotovoltaica**: conceitos e aplicações. 2 ed. Saraiva. 2012

PATOLOGIAS EM FUNDAÇÕES E ALVENARIAS DEVIDO À FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS RESIDENCIAIS

Douglas de Laia Fidelis¹, Gilsilani de Sousa Bortolotti¹, Moisés Rogério¹
Lucas Fernandes da Silva Goltara²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus-ES

²Especialista – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

Este artigo tem por objetivo principal mostrar a importância da impermeabilização nas obras residenciais, trazendo a solução para as principais patologias em fundações que poderão aparecer em obras residenciais, relacionadas à falta de impermeabilização. Descrever a correta execução da impermeabilização de obras residenciais, que a sua falta ou má aplicação acarreta, focando nas patologias em fundação, que acabam também refletindo na alvenaria, apresentando materiais e técnicas já conhecidas e testadas disponíveis no mercado. Supõe-se que a impermeabilização traz um retorno enorme para a edificação, principalmente relacionado à economia e conforto, pois a falta dela faz com que o proprietário gaste muitos recursos com reformas atemporais, que não deveriam acontecer. A impermeabilização é a principal barreira para se ter uma fundação protegida e não passar umidade para a alvenaria, atacando a pintura e reboco.

Palavras-chave: impermeabilização; fundação; patologias.

ABSTRACT

The main objective of this article is to show the importance of waterproofing in residential works, bringing the solution to the main pathologies in foundations that may appear in residential works, related to the lack of waterproofing. To describe the correct implementation of waterproofing in residential works, which its lack or poor application entails, focusing on pathologies in the foundation, which also end up reflecting in the masonry, presenting materials and techniques already known and tested available in the market. It is assumed that waterproofing brings a huge return to the building, mainly related to economy and comfort, as the lack of it causes the owner to spend a lot of resources on timeless renovations, which should not happen. Waterproofing is the main barrier to having a protected foundation and not passing moisture to the masonry, attacking the paint and plaster.

Keywords: waterproofing, foundation, pathologies

1 INTRODUÇÃO

A impermeabilização é o emprego de técnicas e materiais capazes de estancar a ação da umidade presente nas obras, principalmente nas residenciais. Segundo a NBR 9575/2010, a definição de impermeabilização é como um produto resultante de um conjunto de operações e serviços, formado por uma ou mais camadas, que objetivam proteger contra ação deletéria de fluidos, umidade e vapores (ABNT, 2010).

Conforme Silva (2019), a impermeabilização é a proteção da residência. É uma técnica que serve de barreira para a edificação, contendo as patologias de todos os cômodos da moradia. Entretanto, quando não se impermeabiliza com os métodos adequados que pede cada parte da obra, vai existir a possibilidade de a habitação não

atender os seus requisitos de conforto, funcionalidade e uma degradação precoce dos materiais empregados.

De acordo com Eggers (2018), as infiltrações são as maiores causas de estragos nas residências, podendo aparecer devido a causas naturais, por ação do tempo da edificação, ou seja, desgaste, ou pode aparecer por intervenção das pessoas, com manutenções, quebras, mau uso.

A impermeabilização é tão importante que acompanha várias etapas da obra, desde a fundação, onde será feita uma análise mais a frente, até a cobertura, passando por áreas diversas da residência. A falta ou deficiência de impermeabilização provoca futuros problemas, desde o desconforto estético até a saúde das pessoas que habitam na residência.

A estrutura da edificação, construída de maneira incorreta, sem atender as especificações técnicas e não impermeabilizadas de acordo com a norma, vai apresentar problemas patológicos que ao corrigir o problema, o custo se elevará significativamente em comparação ao custo do serviço correto durante a construção. Não sendo realizada a correção, poderá condenar toda a edificação, tendo que ser demolida para preservar a segurança dos moradores.

É certo que a impermeabilização protege e evita gastos futuros desnecessários para a edificação, principalmente relacionado a economia, pois a falta dela faz com que o proprietário gaste muitos recursos futuramente consertando a patologia.

Por isso, ao implantar um sistema de impermeabilização, com produtos qualificados e serviços adequados, os custos de todo o processo atingem por volta de 2% do valor total da obra, enquanto que se for realizado apenas depois de constatados problemas com infiltrações na construção já concluída, os custos superam em muito esse valor, podendo chegar até 10% do custo total da obra. (BLOK, 2020, s.p.).

Este estudo mostra que a impermeabilização é fundamental para o conforto e durabilidade da residência, bem como a saúde dos seus habitantes, sendo uma etapa da obra que não pode ser negligenciada, acompanhada de profissionais capacitados que impedirão retrabalhos custosos e importunos.

Segundo Silva et al. (2018), na construção civil algumas patologias estão interligadas com as impermeabilizações nas construções. As estruturas não protegidas podem acarretar diversas patologias que atingem o encurtamento da vida útil da edificação, atingida por corrosões de armadura, infiltrações, umidade, custo financeiro e até a saúde física e emocional do proprietário.

Uma estrutura não impermeabilizada vai além dos problemas estéticos e saúde citados acima. A umidade atingindo as armaduras de vigas, pilares ou lajes, faz com que o aço entre em estado de corrosão, aumentando de tamanho e estourando o concreto de cobertura, ficando exposto e se não tratado a tempo, podendo vir a ruína, colocando a vida de seus habitantes em risco.

Segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) a grande relevância

de um projeto de impermeabilização se dá devido ao fato de que, os serviços executados após os problemas aparecerem, podem representar de 10 a 15% do custo total da obra, e ainda que, levantamentos de construtoras na cidade de São Paulo, revelam que a impermeabilização representa cerca de 32% dos problemas construtivos (IBI, 2020, s.p.)

Este artigo tem por objetivo principal mostrar a importância da impermeabilização nas obras residenciais, trazendo a solução para as principais patologias que acontecem na fundação da obra, como oxidação da armadura, capilaridade na alvenaria e eflorescência, relacionadas à falta de impermeabilização.

Para atingir o objetivo geral do estudo, foram analisados catálogos de marcas de materiais de impermeabilização, seus produtos e soluções, visitado lojas especializadas em impermeabilização para observar produtos utilizados nas soluções das patologias, suas formas. Também foram analisados os dados obtidos para compreensão do processo de impermeabilização e patologias, de acordo com dados coletados nas pesquisas. Foram descritas as soluções encontradas, partindo de análises realizadas por trabalhos realizados na área.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PATOLOGIAS MAIS COMUNS CAUSADAS POR UMIDADE EM FUNDAÇÕES

Quando lemos a palavra patologia, devemos sempre lembrar de uma causa que traz danos, e na construção civil, está ligada a alguma etapa de construção que não foi respeitada, negligenciada.

A palavra patologia, segundo o dicionário Michaelis, significa ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. Na construção civil pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações. Elas podem se manifestar através de trincas, rachaduras, infiltrações e tantas outras maneiras (GOMES et al., 2017, p.1).

Antes de falarmos sobre as principais patologias em obras residenciais de fundação e alvenaria, temos que atentar para o solo na região da edificação. O tipo de

solo, pode influenciar na rapidez e gravidade da patologia, caso não sejam tomados os devidos cuidados de prevenção. Solos mais granulares tendem a ter uma menor percolação, ao contrário de solos argilosos, siltosos que retêm muita umidade.

Outro ponto importante são as características químicas de um solo, que estão ligados a energia dispersoras e agregadoras de partículas, assumem elevada importância frente à característica do fluido de infiltração, devido à presença de íons. Apesar da composição química mineralógica do solo ser um assunto de grande importância na questão da infiltração, temos também outro com maior relevância que é a característica estrutural. Esses solos que quase não sofreram intemperismo têm suas partículas formadas em pacotes de argila. Isso comumente significa uma baixa condutividade hidráulica quando comparada a solos mais arenosos (GOMES et al., 2017, p.3).

Outra questão importantíssima a ressaltar é que independente das características do solo onde se vai construir, a compactação é muito importante, não só pela questão estrutural da obra, mas quando um solo é bem compactado nos reaterros, são diminuídos os vazios entre os grãos, fechando assim, canais de percolação de umidade na edificação.

Segundo Alves (2011), umidade ascendente também pode ser definida como a subida da umidade em um local úmido, pelo efeito da capilaridade, já que concreto, reboco e alvenarias são absorvedores de umidade.

Todo solo contém umidade, até mesmo o rochoso. Em muitos casos essa umidade tem pressão suficiente para romper a tensão superficial da água. Nesta hipótese, se houver uma estrutura porosa (terra, areia), a água do subsolo sobe por capilaridade e permeabilidade até haver equilíbrio. A pressão é tanto maior quanto mais próxima do lençol freático do terreno (SCHÖNARDIE, 2009, p.16).

A primeira patologia a se falar é a agressão à armadura de fundação. Em uma construção, deve-se obedecer à cobertura da armadura, com um concreto bem vibrado, a fim de fechar a porosidade, não deixando a umidade chegar e causar deterioração do aço, diminuindo a vida útil da edificação, em um local onde não se vê.

Segundo Oliveira (2020), a umidade ascendente por capilaridade é a mais comum nas edificações, principalmente nas residenciais, trata-se da umidade ascendente por capilaridade. A fundação está enterrada no solo, que está recebendo umidade através das chuvas, variações de lençol freático, vazamentos hidráulicos etc., essa umidade passa da fundação para a alvenaria, através dos micros poros do concreto, por ascendência, a argamassa de assentamento e por conseguinte a alvenaria, chegando a atingir a parte inferior das paredes. Essa patologia pode ser vista com a manifestação de manchas de bolor, eflorescência, e em casos severos esfarelamento de reboco da alvenaria.

De acordo com Lage (2012), a umidade em fundações, especificamente em baldrame ocorre devido a três causas relevantes, sendo as condições do solo em que a estrutura está implantada; a ausência de barreiras (impermeabilizante) que impeçam o avanço da umidade; e finalmente, materiais utilizados com características porosas, que absorvem água (tijolos, concreto, blocos cerâmicos). Estes materiais potencializam a subida da umidade.

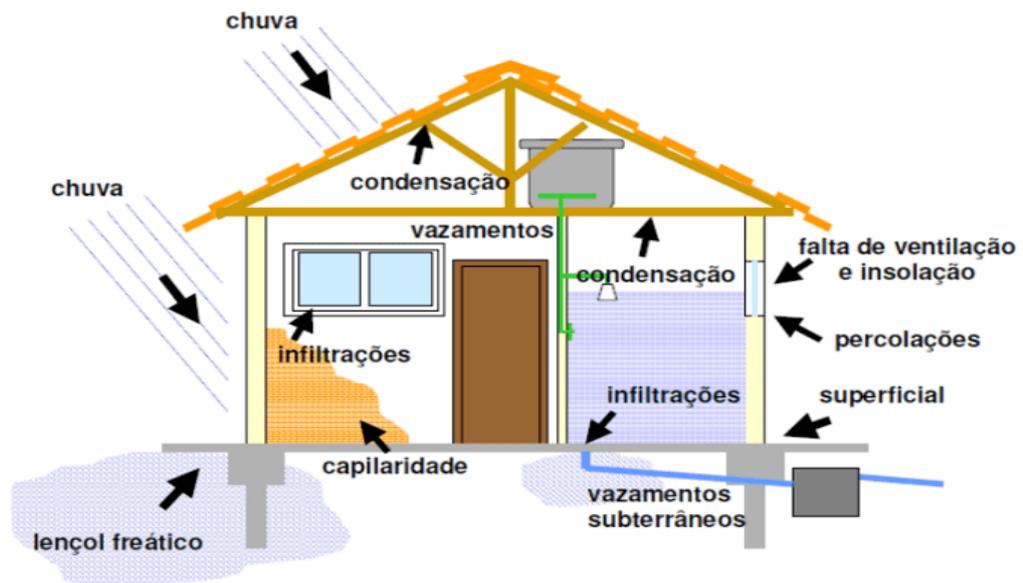
Os danos causados por essa patologia tão comum nas residências são terríveis para o bem-estar dos habitantes, além dos já citados, o fenômeno da eflorescência também deve ser lembrado, pois causam manchas até em revestimentos instalados em pisos e paredes.

A eflorescência, segundo Oliveira (2020), é um fenômeno da infiltração pela água, onde há uma dissolução dos sais que são lixiviados, ou seja, transportados para a superfície das paredes ou pisos. Ao chegar à superfície, esses sais reagem com o CO₂ (Dióxido de Carbono) formando uma mancha esbranquiçada residual, fenômeno similar à formação de estalactites em cavernas. Para que este fenômeno ocorra, ainda segundo Oliveira (2020), deve ter três condições ao mesmo tempo, sendo presença de água, sais solúveis e fluxo dessa água, faltando uma dessas condições não haverá eflorescência. Apesar de ser difícil a eliminação dos sais solúveis e a umidade no entorno, a redução é primordial para eliminação ou pelo menos a diminuição do fenômeno.

Para Siqueira (2018), um dos maiores problemas em obras é a infiltração de umidade, que é a maior patologia apresentada nas residências. O melhor combate a esta patologia é o planejamento, desde a concepção da residência. Assim este problema será resolvido, problema este que é combatido dia a dia pelo homem.

Na figura 01 abaixo, podemos observar vários tipos de ações da água, como condensação que ocorre principalmente em banheiros, com o vapor da água do banho, que umedece o teto. Temos também infiltrações pelas esquadrias, que devem ser impermeabilizadas para evitar percolações de água de chuva, temos vazamentos subterrâneos, causados por tubulações hidráulicas e temos o foco do nosso assunto que são as umidades causadas na infraestrutura, com a presença de lençol freático, umidades por efeito da capilaridade.

Figura 01 – Atuação dos fluidos em uma edificação.



Fonte: Pozzobon (2007, *apud* Schönardie, 2009, p. 22).

2.2 OXIDAÇÃO DA ARMADURA, CAPILARIDADE E EFLORESCÊNCIA EM FUNDAÇÕES

Conforme Cunha e Neumann (1979), estruturas de concreto armado que tenham mais de 30 anos, expostas diretamente a umidade podem apresentar início de deterioração de suas armaduras. De acordo com Carmona e Sachs (2015), ao começar seu processo de corrosão, o aço se expande gerando tanto fissuras quanto possíveis deslocamentos do concreto, causando assim tensões de tração no seu cobrimento.

De acordo com Carmona e Sachs (2015), ao começar seu processo de corrosão, o aço se expande gerando tanto fissuras quanto possíveis deslocamentos do concreto, causando assim tensões de tração no seu cobrimento.

De acordo com ABNT a NBR 6118 (2014), um cobrimento de armaduras acompanhado do controle de fissuras modera a carbonatação das armaduras do concreto armado, sendo orientado o uso de um concreto de baixa porosidade. A fim de proteger o aço, um cobrimento adequado da armadura garante uma proteção tanto física quanto química dela. Uma proteção malfeita deixa a armadura sujeita às agressões do meio ambiente, causando a corrosão do material, comprometendo assim a capacidade de suporte de toda a estrutura.

Conforme Souza e Ripper (1998), a cura do concreto também está ligada à exposição das armaduras devido à formação de fissuras e trincas, resultando em sua

corrosão. É importante respeitar os vários fatores que visam retardar a evaporação da água do concreto. Para que o concreto ganhe sua resistência após sua cura, suas reações de hidratação devem ser contínuas após sua pega, impedindo fissuras e trincas que exponham as armaduras. Quanto maior o período de cura do concreto, mais características satisfatórias perante as tensões de ruptura serão garantidas, assim como impermeabilidade, resistência aos desgastes e ataques químicos.

Segundo Helene (1986), a cura do concreto é um fundamento de extrema importância, responsável por garantir ao concreto e suas armaduras um cobrimento eficaz, inibindo os agentes causadores da corrosão. A ausência de cura vai aumentar a permeabilidade do componente estrutural como também gerar uma sucessão de pequenos canais superficiais no concreto, no qual os fenômenos de permeabilidade à água, a gases, absorção d'água, retenção de fuligem, difusão de elementos agressivos entre outros serão estimulados e a proteção da armadura será comprometida.

Assim como a agressão às estruturas de concreto armado, existem outras patologias definidas como mais comuns e abordadas no trabalho, como a capilaridade.

Para Souza (2008), os defeitos mais comuns na construção civil, são causados pela penetração de água ou devido à formação de manchas por presença de umidade. Podem se manifestar em variados elementos das edificações, como: paredes, pisos, fachadas e elementos de concreto armado. A capilaridade é um problema e pode surgir de duas maneiras: a ascensão permanente ou sazonal. Enquanto a ascensão permanente está ligada ao nível de lençol freático está muito alto, a sazonal está ligada à época de chuvas e temporais.

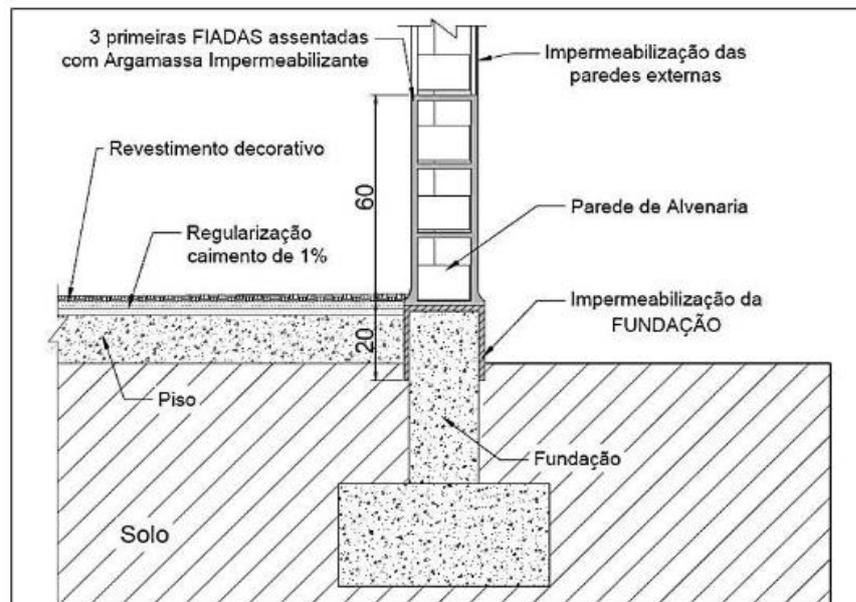
Conforme Klein (1999), a umidade é definida pela engenharia como uma qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado. Verçoza (1991) afirma que a umidade não se trata apenas de uma causa de manifestações patológicas, se trata também de um meio pelo qual grande parte das anomalias e falhas na construção ocorram. É um fator essencial para o aparecimento da eflorescência, ferrugem, mofo, bolores, perda de pinturas e rebocos, e a causa de acidentes estruturais. O primeiro sinal da presença de infiltração por capilaridade é o surgimento de pequenas bolhas por baixo da pintura próximas ao rodapé que, quando não tratadas, podem se tornar maiores e contribuir com o surgimento de mofo e bolor.

Segundo Perez (1988), existem várias formas da água estar presente nas edificações surgida de variadas origens. A umidade de absorção e capilaridade também chamada de umidade ascendente, é originada da absorção das águas provenientes dos

solos úmidos de fundações e pavimentos, que migram para as paredes e pisos. Tal migração ocorre devido a capilaridade de materiais por onde a água passa e atinge o interior das edificações.

A Figura 2 abaixo, mostra a estrutura de uma fundação e os locais de impermeabilização. Observamos que a impermeabilização deve ser feita nas laterais e topo da cinta de fundação com material betuminoso ou outro impermeabilizante. As três primeiras fiadas de alvenaria devem ser revestidas de argamassa impermeabilizante, aplicando aditivo ou impermeabilizante antes da aplicação da argamassa. É recomendado a impermeabilização das paredes externas, principalmente as que não tem beiral.

Figura 2: Impermeabilização de fundações



Fonte: Ribeiro, Soares, Santos (2016)

Segundo Antônio Neves, CEO & Founder na Souza Filho Impermeabilizantes (2020), se você vai construir o seu imóvel tenha a preocupação de impermeabilizar as estruturas de fundação que terão contato direto com o solo, como é o caso da viga baldrame e da alvenaria de nivelamento. Em grandes edificações, é ideal utilizar impermeabilizantes integrais ou de profundidade na concretagem de toda a estrutura que tiver contato com o solo, como os blocos de concreto, vigas baldrame e o piso do último subsolo.

Segundo Antônio Neves, em construções menores, é necessário fazer a impermeabilização dos materiais como blocos de coroamento, vigas e sapatas. Para evitar ainda mais que a umidade do solo passe para as paredes, você pode colocar uma camada de brita no fundo e nas laterais dos elementos estruturais. Seguindo o raciocínio

do autor, aconselha-se uma camada de 20 centímetros de brita, sendo saudável e auxiliando na drenagem de água, lonas plásticas também podem ser estendidas sobre a cama de brita, criando mais uma barreira de proteção entre o contrapiso e a água. O autor ainda afirma que caso a umidade do lençol freático chegue até as paredes, é ideal fazer uma drenagem profunda com o auxílio de trincheiras drenantes. Além disso, aconselhamos que você faça uso de calhas e rufos para evitar a criação de poças nas imediações do seu imóvel.

Contudo, tem-se também outra comum patologia em edificações, a chamada eflorescência. Segundo Souza (2008), a eflorescência é gerada por três fatores que possuem o mesmo grau de importância: O teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água ou umidade e a pressão hidrostática que faz com que a migração da solução ocorra, indo para a superfície. Ambos os fatores devem existir, caso algum deles não se apresente, não haverá a formação da patologia. A eflorescência ocorre, principalmente, em ambientes úmidos, formando manchas brancas na superfície de chãos e paredes de revestimentos cerâmicos, concreto e alvenaria.

2.3 CORREÇÕES DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE EM FUNDAÇÕES

Iremos focar nos sistemas de impermeabilização para as patologias mais comuns em nosso estudo. Segundo ABNT (2010) a NBR 9575 um projeto de impermeabilização tem a função de barrar qualquer tipo de umidade, seja ela em qualquer estado, estando entrelaçado ao projeto de construção ou não. Também como bloquear a edificação de agentes químicos e físicos presentes na atmosfera, bem como proteger o meio ambiente através da impermeabilização.

Gomes e Neto (2018) salientam que a utilização das melhores técnicas dos sistemas de impermeabilização é de extrema importância para a proteção da residência ao longo dos anos, pois previne de vários problemas patológicos que poderiam aparecer com a infiltração de água, vapores, gases e outras formas de intempéries. Ele coloca também que após a patologia implantada é muito mais cara e problemática a solução. Isso leva a pensar sempre em fazer um serviço técnico e eficaz.

Segundo o site da Carlucc (2021), a impermeabilização é definida como a estratégia de aplicar camadas de proteção a ação da umidade, seja ela de qualquer tipo, que provocará danos a residência.

De acordo com o site da C&C (acesso em 06 de jun. 2022), os tipos de impermeabilização são: rígidos e os flexíveis. Para identificar qual aplicar no projeto é preciso saber seu funcionamento.

O sistema rígido, segundo a C&C, trata-se de argamassas e concretos acrescidos de aditivos químicos. Trabalham com o conjunto estrutural das peças, então não podem ser aplicados em locais sujeitos a grande variação de temperatura, pois se houver fissuras, rachaduras não acompanham a movimentação. Indicados para terraços, varandas, lajes não expostas, piscinas e pisos frios.

O sistema flexível, ainda segundo a C&C, basicamente é fabricado com polímeros e elastômeros, por isso são flexíveis e podem também ser mantas pré-fabricadas ou membranas, sendo indicadas para locais com grande variação de temperaturas, pois acompanham rachaduras e fissuras, não comprometendo a impermeabilização.

Dentre os sistemas rígidos temos as argamassas cimentícias, que conforme Lopes (2022), consiste na adição de aditivo impermeabilizante à argamassa de cimento e areia. Essa argamassa é utilizada em fundações, cisternas e revestimentos em geral. É importante que a base não apresente trincas ou fissuras, pois a argamassa irá acompanhar. Deve ser aplicada em 3 demão em sentidos contrários, respeitando o intervalo entre demãos.

A Viapol (2022), descreve que a pintura asfáltica, que é um material flexível, que já vem pronto para uso e é aplicado como pintura. Com características de aderência e flexibilidade é a base de asfalto com adição de polímeros.

É de fácil aplicação, não necessitando de mão de obra especializada, é um método mais conhecido, pela sua versatilidade, cria uma camada emborrachada que fecha os poros e as fissuras da estrutura, muito utilizada em impermeabilização de baldrame e sapatas, protegendo da patologia de umidade por capilaridade e as estruturas de oxidações das armaduras.

As argamassas poliméricas, de acordo com Vieira (2018), os polímeros são exemplos de impermeabilizantes flexíveis, cujo é formado por resinas termoplásticas e cimento aditivado, que após misturados formam uma pasta que aplicada forma uma membrana flexível.

Conforme o portal Inovacivil (2019), as argamassas poliméricas são compostas simplesmente por cimento, minerais, e aditivos poliméricos acrílico, que aplicada forma uma camada impermeável. Este tipo de impermeabilização age na porosidade e frestas da estrutura.

É importante salientar, que os sistemas tanto rígidos, quanto flexíveis não exigem de uma boa técnica de construção, principalmente na fundação, pois após aterrado, não conseguimos mais verificar a situação da estrutura, e geralmente só nos atentamos a isso quando o problema traz gravidade. Atentar para o cobrimento a armadura, conforme preconiza a NBR 6118.

Segundo Pereira (2018), para se ter uma estrutura com uma durabilidade exigida o projeto deve ser claro em suas especificações técnicas com uma dosagem certa para a obra, obedecendo a que se espera, que é resistência e durabilidade. Deve-se utilizar espaçadores para respeitar o cobrimento adequado. As formas devem ser firmes e bem vedadas para não haver perda de nata de cimento, sendo bem umectada com desmoldante. Antes do início da concretagem as formas devem ser molhadas para não absorver a água do concreto.

Uma estrutura após atacada por umidade, onde já há oxidação da armadura, deve-se retirar todas as partes soltas de concreto, escovar a armadura para retirada de carepa com aplicação de argamassa especial para restauração da secção. Caso a armadura estiver muito oxidada, um profissional deverá ser acionado, pois provavelmente um projeto de recuperação será necessário.

Puim (2010) lista alguns tratamentos que eliminam ou reduzem os efeitos do sal. O primeiro método envolve a remoção mecânica da eflorescência, incluindo o uso de escovas para removê-lo de superfícies porosas. Este é um método de fácil implementação com a principal vantagem de que o material poroso não reabsorve sais. No entanto, ao final da escovação, é necessário limpar o piso ou solo para evitar que os sais sejam absorvidos pelos elementos da construção. A segunda se refere à remoção de materiais contaminantes que permite a eliminação de sais contaminantes – um método que pode acabar com a degradação se os elementos adjacentes não estiverem contaminados. Este método pode ser considerado mais dispendioso, pois o material em questão será retirado e substituído; no entanto, por outro lado, pode revelar-se vantajoso uma vez que a permanência destes materiais pode originar danos duradouros e inúmeros.

Ainda segundo Puim, um outro tratamento pode ser aplicado diretamente na compressa sobre o material contaminado ou sobre um material intermediário (que pode ser papel chinês) para melhor adesão ao substrato e atua na prevenção de detritos ou manchas deixadas pela compressa. A compressão é dividida em úmida e seca. A úmida retém a água utilizada no preparo, evitando perdas por evaporação - para isso, é

colocado sobre ela um material protetor (folha de polietileno). Seca permite que a água evapore naturalmente após o uso.

Segundo Neves (2019), a melhor abordagem é impermeabilizar superfícies propensas às intempéries, ou seja, materiais que contenham hidróxido de cálcio e magnésio em sua composição, como argamassa, blocos cerâmicos e de concreto, rejunte e pisos. Ao impedir a passagem de água ou umidade, todo o processo de formação da patologia é interrompido desde o início.

3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

A presente pesquisa é classificada como básica, pois segundo Marconi e Lakatos (2021), a pesquisa básica visa apenas aprofundar o conhecimento teórico sobre determinado tema, sem a intenção de colocar nada em prática.

A pesquisa tem uma abordagem do problema qualitativo, pois segundo Vieira e Zouain (2005) argumentam que a pesquisa qualitativa considera de fundamental importância os depoimentos dos atores sociais envolvidos, os discursos e os significados por eles transmitidos. Nesse sentido, esse tipo de pesquisa avalia uma descrição detalhada dos fenômenos e dos elementos circundantes.

O atual artigo é classificado, de acordo com os objetivos como uma pesquisa descritiva, pois de acordo com Gil (2018), as pesquisas descritivas têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno. Podem ser elaboradas também com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis. São em grande número as pesquisas que podem ser classificadas como descritivas e a maioria das que são realizadas com objetivos profissionais provavelmente se enquadra nesta categoria.

Todo artigo foi pautado por uma ampla pesquisa bibliográfica, para que houvesse embasamento sobre o assunto. Dessa forma, analisando e conhecendo os produtos da construção civil utilizados na área de impermeabilização, projetos e métodos executivos, foi fundamental para um bom resultado. O estudo veio através de livros, catálogos técnicos, artigos, teses.

A visita às lojas especializadas foi de modo a observar os produtos, conhecendo e verificando suas formas de maneira a dar embasamento à pesquisa.

Após todo o apanhado de dados, foi possível analisar as causas dos principais problemas decorridos das falhas na impermeabilização, para assim indicar o melhor

material e método executivo, evitando-se, o retrabalho, pois todo o estudo foi embasado em conhecimento acadêmicos e empíricos, já testados e aprovados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com objetivo principal de mostrar a importância da impermeabilização nas obras residenciais como também trazer suas soluções, este trabalho conta com definições de NBR's, opiniões de escritores e doutores da engenharia civil, utilização de trabalhos de conclusão de curso, pesquisas em sites de impermeabilizantes assim como sites educacionais e sites de órgãos federais.

A definição pela NBR 9575/2010 que trata da impermeabilização como sendo um produto com objetivo de proteger também afirmou sobre o que é a infiltração, sendo complementada por Silva de que a proteção em questão se trata da residencial, pois de acordo com Eggers e complementado por Silva, as infiltrações advém de variadas causas. Segundo Arantes (2007, p. 8) “a água é a grande responsável por 85% dos problemas das edificações, segundo levantamentos realizados junto a setores ligados à construção civil”.

Infiltrações causam tantos estragos residenciais como também são a porta de entrada para outras patologias interligadas com sua impermeabilização. Na Quadro 1 abaixo, observa-se a ligação da origem com a causa provável da umidade.

Quadro 1: Origem da umidade em edificações.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a, b}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c} Respingos de maré	Elevado

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: GROSSI, 2018 adaptado de HENRIQUES, 1994.

De acordo com o quadro apresentado acima, percebe-se que quanto maior a classe de agressividade ambiental, maior é o risco de deterioração da estrutura, sendo que ambientes de zonas rurais e urbana são os menos afetados, e ambientes de marinha e industriais são os que mais necessitam de cautela quanto à deterioração.

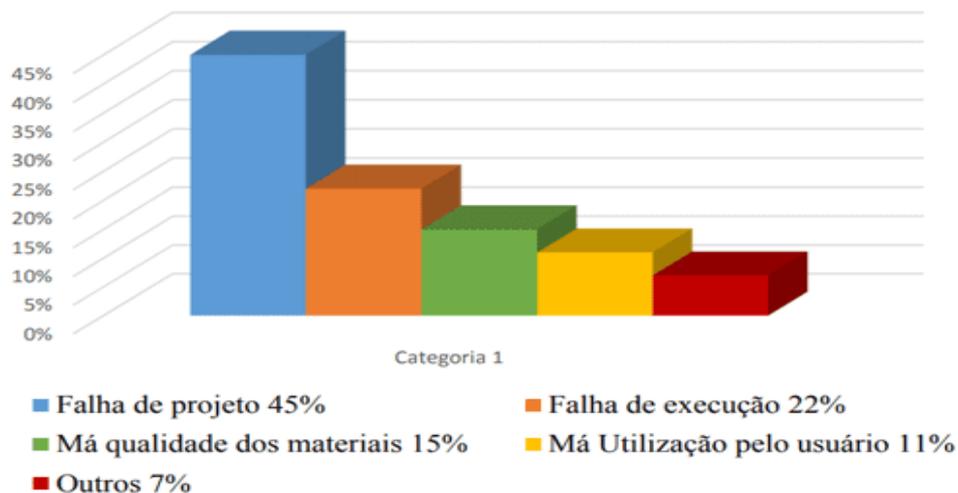
Como primeira patologia apresentada neste trabalho, a opinião dos autores visou complementos de opiniões como também controvérsias em alguns casos. Os autores Cunha e Neumann afirmam que as estruturas de concreto armado com mais de 30 anos expostas a umidade podem apresentar início de deterioração de suas armaduras. No entanto, conforme opiniões dos autores Helene, Souza, Ripper, Frauches e Santos, fica claro que quando a estrutura apresenta um cobrimento inadequado, falta de controle de fissuras, uso de concreto de porosidade elevada, desrespeito do período de cura do concreto e/ou falta de proteções anticorrosivas, terá início seu processo de corrosão, e caso não seja realizada intervenção para tratamento inicial, ela entrará em uma constante e rápida progressão.

O conceito da capilaridade contou com uma complementação de opiniões. Ambos os autores citados no contexto fortaleceram a ideia de que tal patologia é advinda da penetração de água ou umidade, vinda esta, de variadas origens, sendo a causa dos mais comuns defeitos em uma construção, não se tratando apenas de uma

manifestação, mas a porta de entrada para surgimento de anomalias e falhas construtivas.

Abordou-se também neste trabalho o conceito da eflorescência, através da definição de Souza a respeito da forma de geração da patologia, com a junção e levantamento de outras formas de surgimento da patologia não mencionados pelo primeiro autor, citados pela professora e coordenadora do curso de Engenharia Civil da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), Larissa Regina de Oliveira Flaifel. A autora frisa o objetivo principal do trabalho em questão: a importância da impermeabilização, afirmando ser fundamental seguir as recomendações de projetos de impermeabilização, ressaltando sobre a importância das manutenções preventivas para a vida útil de um empreendimento. Percebe-se, contudo, que entre variados motivos e causas de patologias em uma obra, tem-se conforme a autora e como mostrado no Gráfico 1 abaixo, como maior causa, as falhas em projetos.

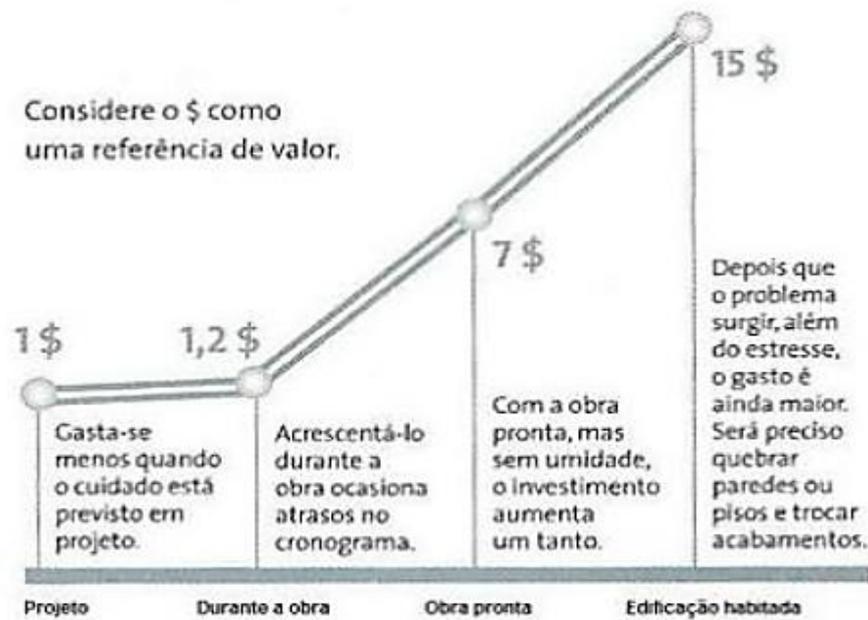
Gráfico 1: Causas de patologias



Fonte: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Rio Grande do Sul (IBAPE-RS) (2013).

Ainda, a opinião da autora e a figura acima são complementadas com a Gráfico 2 mostrada abaixo, na qual percebe-se a importância da impermeabilização na fase inicial da obra em relação aos gastos adicionais com sua falta ou falha.

Gráfico 2: Custos com impermeabilização e correções



Fonte: Arquitetura e Construção (2005, apud RIGHI, 2009)

Conforme citado e de acordo com os Gráficos 1 e 2 apresentadas, é importante ressaltar a importância tanto da cautela na execução do projeto quanto o cuidado na sua execução, como também atentar para a qualidade dos materiais e sua correta utilização, visando evitar gastos desnecessários na execução da obra. “O executante das obras de impermeabilização deve obedecer rigorosamente ao projeto, principalmente aos detalhes e às especificações” (NBR 9574 Nb 1308 Execução de Impermeabilização, p.1).

O trabalho menciona também outros conceitos da NBR 9575, como a função de um projeto de impermeabilização. No mesmo contexto é apresentada a opinião dos autores Gomes e Neto que complementam o conceito da NBR citada, salientando a importância da escolha da melhor técnica de impermeabilização, somados a definição da impermeabilização pelo site da Carlucc e seguido da classificação dos tipos de impermeabilização através do site da C&C. As opiniões ainda são complementadas por Pereira sobre os aspectos necessários para se atingir uma obra com resistência e durabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo se propôs de forma geral, a orientar a compreensão do público diverso, pois as patologias em residências infelizmente são uma rotina. É inevitável a presença de umidade nas fundações das obras, e sendo assim, a impermeabilização se faz imprescindível, como fase importante da obra.

Quando se adentra em estudos sobre o assunto, tem-se uma visão técnica, mas é compreensível para os mais leigos, pois é um assunto popular, do dia a dia, os estudos mostram que as soluções são fáceis, desde que feitas no período da obra. Temos inúmeros produtos no mercado e de fácil aplicação, mas vimos que é preciso conhecimento para entender todo o processo para que a melhor técnica seja aplicada.

É comum um profissional da área de construção civil ser abordado para passar uma “receita” de algum problema relacionado a patologia em sua residência, principalmente a umidade por capilaridade. As residências menores e mais simples, a explicação é que em sua maioria são construídas sem uma orientação de um profissional com formação na área, onde as técnicas de impermeabilização são negligenciadas, devido ao desconhecimento e a economia da obra. Ter uma obra protegida da umidade, representa um valor baixo em relação ao valor final, que é muito pequeno em relação as correções que deverão ser realizadas ao longo da vida útil da edificação, sem citar os transtornos de uma casa já ocupada. Conforme a figura 5 abaixo, observa-se o aumento do custo com impermeabilização, conforme o avanço das etapas da obra.

Observou-se também que, antes de iniciar uma construção residencial é de extrema relevância um estudo do solo para conhecer as suas características. As características deste solo, irá balizar na escolha dos produtos e na maneira que o projeto irá ser conduzido. A fundação é uma das partes da estrutura mais importante da edificação, pois é ela que suporta toda a carga e transfere para o solo, porém fica enterrada, não sendo possível visualizar problemas patológicos sem uma inspeção técnica, e por isso deve ser tratada com muito cuidado prévio, utilizando as técnicas necessárias. Uma fissura no cobrimento do aço, vai ser uma porta de entrada de umidade fazendo com que essa armadura oxide, perdendo secção e conseqüentemente, podendo perder sua função estrutural.

Em geral, o estudo mostrou causas patológicas, correções e riscos que devem ser eliminados, e a maneira mais eficaz é contratando um profissional para acompanhar a obra, ele detém conhecimento para aplicar a melhor técnica para evitar traços

malfeitos, aplicação de materiais de baixa qualidade, técnicas de construção, entre outras mazelas que se transformarão em patologias na fundação e conseqüentemente passando para a alvenaria.

Os estudos de patologias e impermeabilizações são uma vasta área com muitos produtos e soluções, sendo também um aprendizado enorme a prática, acompanhando o uso das técnicas, que se aprimoram com o passar do tempo e o avanço da tecnologia. Sendo assim, o aprendizado é contínuo com os conhecimentos acadêmicos teóricos e práticas nas obras.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Ayslan; BARROS, Natália Barbosa; MORAES, Karoline Alves De Melo. **Avaliação das manifestações patológicas de uma edificação educacional pública em Maceió - AL**. Trabalho apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018 21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil.

Disponível em:

https://www.confrea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/63_admpduepem a.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.

ALVES, Paulo Rodrigues. **Umidade Ascendente Estudo da Patologia nas Residências**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Pará. Campus Universitário de Tucuruí. 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/73440084-Umidade-ascendente-estudo-da-patologia-nas-residencias.html>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, ABNT, 2010. 14 p.

BARAZZETTI, Fernanda. **Impermeabilização**. Blog da Carluc engenharia & consultoria, 2022. Disponível em: <<http://carluc.com.br/construcao/impermeabilizacao>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

BRINA, Adriana. **Patologias Associadas à Umidade Soluções ao caso Concreto**. 2012, 53 p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/32442/1/Patologia%20Associadas%20a%20Umidade%20Corrigido.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

BLOG DA C&C CASA & CONSTRUÇÃO. **Conheça os principais tipos de impermeabilizantes**. Blog da C&C Casa & Construção. Disponível em: <<http://www.cec.com.br/blog/conheca-os-principais-tipos-de-impermeabilizantes?postId=447>>. Acesso em 05 jun. 2022.

CUNHA, Aimar G. da. NEUMANN, Walter. **Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico**: Como projetar e executar. 2 ed. Rio de Janeiro: Argus, 1979. 157 p.

DOS SANTOS, Diego Hálamo. **Sistema de impermeabilização**: estudo do procedimento de execução em uma obra no município de Juazeiro do Norte. 2016, 39p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnólogo da Construção Civil com habilitação em Edificações) -Universidade Regional do Cariri – URCA. Disponível em: http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=sistema_de_impermeabilizacao.pdf. Acesso em 23 Nov. 2022.

EGGERS, A. R. **Levantamento dos tipos de Impermeabilizantes utilizados por construtoras na construção civil**: Estudo de Caso. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUÍ. 2018. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/5961/Angelo%20Rodrigo%20Eggers.pdf?sequence=1>>. Acesso em 06 abr. 2022.

FERREIRA, Thales Junqueira. **Nbr 9574 Nb 1308 Execução de Impermeabilização**. 2022. Disponível em: https://www.academia.edu/35092732/Nbr_9574_Nb_1308_Execucao_De_Impermeabilizacao. Acesso em: 23 nov. 2022.

FRANCO, Luiz Sérgio. Umidade na parede: saiba como evitar e resolver. **Revista AECWeb**. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/umidade-na-parede-saiba-como-evitar-e-resolver/13303>>. Acesso em: 13 abr. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo. Atlas. 2018.

GOMES, Igor Brandão Balbino; NETO, João Maia Nobre. **Sistemas de Impermeabilização e suas patologias – Análise de casos**. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário CESMAC, Maceió – AL. 2018. Disponível em: <<https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/177/1/Sistemas%20de%20impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o%20e%20suas%20patologias%20E2%80%93%20an%C3%A1lise%20de%20casos.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2022.

GOMES, Samela; MORAIS, Patricia; FONTANA, Thais; MARTINS, Lima. **Patologias causadas pela umidade do solo na construção civil. III SIMPÓSIO SUL CAPIXABA DE ENGENHARIA**, [s. l.], 20 abr. 2017. Disponível em: <https://vest.saocamiloes.br/midias/documentos/submissoes/eae03a995a1ca463933b6ec896fd800147bc4aae.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

BLOG DA FIBERSALS. **Impermeabilização em paredes**: como fazer para acabar com a infiltração. Blog da FiberSals. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-em-paredes-como-fazer/>>. Acesso em 13 abr. 2022.

KLEIN, D. L. **Apostila do curso de patologia das construções**. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LOPES, Wanderson. **Quais são os tipos de impermeabilização**. Blog da NEO IPSUM Soluções em Engenharia. Disponível em: <<https://neoipsum.com.br/quais-sao-os-tipos-de-impermeabilizacao/>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. V. **Metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2021.

NEVES, Antônio. **Umidade Ascendente**: Entenda como evitar esse tipo de Infiltração. Blog da BLOK, 23 nov. 2020. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/umidade-ascendente>. Acesso em: 17 nov. 2022.

OLIVEIRA, Alexandre; SILVA, Luciana. **Estudo da Infiltração por umidade ascendente em residências unifamiliares**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Em Ciência E Tecnologia) - Universidade Federal Rural Do Semiárido - Ufersa, [S. l.], 2020. p. 9. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/6549/1/LuizAAO_ART.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.

OLIVEIRA, Ana Luiza. **Eflorescência**: Uma Patologia Persistente. Blog da ENGENHO & ARTE, 5 ago. 2020. Disponível em: <https://www.engenhoearte.info/post/eflorescencia-uma-patologia-persistente>. Acesso em: 17 nov. 2022.

PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações**: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988. p.42.

PUIM, P. G. A. C. Controle e reparação de anomalias devidas à presença de sais solúveis em edifícios antigos, 95 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Univesidade Técnica de Lisboa, 2010.

QUARTZOLIT. **Tipos de umidade**: quais são e como resolver? 1 out. 2022. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/blog/construcao/tipos-de-umidade-quais-sao-e-comoresolver#:~:text=Umidade%20por%20capilaridade, a%20ascensão%20permanente%20ou%20sazonal>. Acesso em: 17 nov. 2022.

RECEITAS NATURAIS. **Como Eliminar Umidade da casa -Truque Fácil, Barato e Eficaz**. Disponível em: <https://www.receitasnaturais.com.br/como-diminuir-a-umidade-no-banheiro/>. Acesso em 11 de abr. 2022.

RIBEIRO, Daniel José; SOARES, Wanderson César; SANTOS, Silvio Xavier. **Patologias Causadas pela Umidade – Estudo de Caso em uma Edificação Residencial no Município de Nova União/MG**. 2016. Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. 2017. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/4691>. Acesso em: 13 abr. 2022.

RIPPER, T.; SOUZA, V. C. M. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998. 255 p.

ROCHA, Carla. **Eflorescência**: Descubra como Combater essa Patologia. Blog do Mapa da obra, 2 dez. 2020. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/patologia-eflorescencia/>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SCHÖNARDIE, Clayton Eduardo. **Análise e Tratamento das Manifestações Patológicas por Infiltração em edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. 2009. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Clayton-Eduardo-Sch%C3%B6nardie.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2022.

SILVA, Celiane Mendes da; JUNIOR, Talvanes Lins e Silva; HOLANDA, Erika Paiva Tenório. **Sistemas de Impermeabilização na Construção Civil: Caracterização, Importância e Métodos de Execução**. 2019. Disponível em: <<http://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/6803/3397>>. Acesso em: 06 abr. 2022.

SILVA, Fransueila Lemos; OLIVEIRA, Maria do Perpétuo Socorro Lamego. Manifestações patológicas causadas pela ausência ou falha de impermeabilização. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. 2018. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/wp-content/uploads/kalins-pdf/singles/manifestacoes-patologicas.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2022.

SILVA, Rafaela. **Custos de manutenção e reformas de estruturas por falta do Sistema de Impermeabilização**. 2021, 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel Engenharia Civil) - Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia Da Paraíba Campus Cajazeiras, [S. l.], 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/xmlui/bitstream/handle/177683/1464/TCC%20-%20Rafaela%20Oliveira%20da%20Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SIQUEIRA, Vivian de. **Impermeabilização em obras de Construção Civil: Estudos de casos patologias e correções**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina. 2018. 91p. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4640/1/TCC%20%20VIVIAN%20DE%20SIQUEIRA%20.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2022.

TRINDADE, Diego. **Patologia em estruturas de Concreto Armado**. 2015, p 88. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel Engenharia Civil) - Universidade Federal De Santa Maria Centro De Tecnologia, [S. l.], 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

VIAPOL. **Impermeabilizantes**. Disponível em <<http://www.viapol.com.br/media/508915/viapol-flyer-viabit.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

VIEIRA, Lady Fabiany Barreto. Sistemas Impermeabilizantes na Construção Civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. 2018. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/impermeabilizantes>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

VIEIRA, M. M. F. e ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

ESTADO DE CONSERVAÇÃO E SEGURANÇA DE UMA BARRAGEM EM JAGUARÉ-ES

Breno Sanches de Lima¹, Flávio Martins da Silva¹, Julia Celeste Sousa da Silva¹, Carlos Alexandre Seruti²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus-ES

² Mestre em Engenharia Civil (Estruturas e Materiais) - Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo abordar as vantagens de se utilizar barragens de terra, e analisar a situação atual de uma barragem projetada no Córrego do Deves, Zona Rural do município de Jaguaré/ES, sendo ela utilizada para irrigação de plantios. Foi avaliado se o aterro foi realizado de forma adequada e se encontra seguro. A análise foi realizada com o auxílio dos órgãos e especialistas apropriados, sendo eles o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) de Jaguaré/ES e por engenheiro civil atuante na área de barragens de terra. Foi constatado que a barragem não está em risco de rompimento, uma vez que todas as adequações foram realizadas conforme projeto e normas técnicas. Palavras-Chave: barragem de terra; rompimento; manutenções preventivas.

ABSTRACT

This research aimed to address the advantages of using earth dams, and to analyze the current situation of one projected in Córrego do Deves, Rural Area of the municipality of Jaguaré/ES, which is used for irrigation of plantations. It was evaluated whether the landfill was carried out properly and whether it is safe. The analysis was carried out with the help of appropriate bodies and specialists, namely the Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) of Jaguaré/ES and by a civil engineer working in the field of earth dams. It was found that the dam is not at risk of collapse, since all adjustments were carried out according to the design and technical standards.

Keywords: earth dam; rupture preventive maintenance.

1 INTRODUÇÃO

Diante dos problemas hídricos provenientes da falta de chuvas presentes em diversas localidades do mundo, a população pode vir a sofrer economicamente com perda de lavouras, pastagens, diminuição de produção etc. e até mesmo ficar sem água para consumo. Como exemplo, tem-se a situação que o Estado do Espírito Santo enfrentou nos anos de 2014 a 2017, onde 14 municípios ficaram em situação extremamente crítica (capacidade de abastecimento de água inferior a 30 dias), outros 10 municípios em estado crítico (capacidade de abastecimento entre 30 a 90 dias) e outros 8 municípios em estado de emergência, segundo a Agência Nacional de Recursos Hídricos (AGERH, 2016).

Com grandes períodos de seca (estiagem) e elevado volume de precipitação (enchentes), por exemplo, o ser humano busca meios para solucionar esse desequilíbrio ambiental, estando alerta para a relevância de planejar e colocar em prática obras que equilibrem esse desequilíbrio.

A barragem, definida pelo Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB, 2021) como “obstáculos artificiais com a capacidade de reter água, qualquer outro líquido, rejeitos, detritos, para fins de armazenamento ou controle”, é um recurso muito eficiente, que objetiva o armazenamento água para diversas finalidades (irrigação, abastecimento humano, produção de energia, lazer) e também servem como contenção de água para evitar alagamentos/enchentes.

Neste estudo, foram abordadas as principais vantagens de uma barragem constituída por terra, bem como investigadas as condições atuais de uma barragem de terra usada para armazenamento de água localizada no Córrego do Deves, Zona Rural do município de Jaguaré/ES, usada pelo proprietário para irrigação em plantios de café, pimenta do reino e mamão. Foi apontado se o aterro foi estruturado de forma adequada e se encontra estável e seguro desde sua última adequação, que foi no ano de 2020. A análise foi realizada com o auxílio do IDAF de Jaguaré/ES e do engenheiro civil que atua na área de barragens de terra da localidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde o início da civilização, as barragens sempre se fizeram essenciais para o desenvolvimento do ser humano, tendo como uma de suas principais funções a captação e a estocagem de água mitigando a escassez em períodos de baixa precipitação. Esta água estocada proveniente do barramento tem diversas finalidades, dentre as quais citam-se: irrigação, abastecimento humano, produção de energia elétrica, lazer, contenção de alagamentos etc.

O Art. 1º do Decreto Estadual nº 4139-R de 10 de agosto de 2017 (ESPÍRITO SANTO, 2017) enfatiza que barragens destinadas à irrigação são definidas como barragens para fins agropecuários, ou seja, voltadas a atender produtores rurais que obtêm grande parte ou total sustento de atividades agropecuárias. É o caso desta proposta de projeto, no qual o proprietário utiliza a água armazenada para posterior utilização em irrigações das culturas plantadas em sua propriedade.

Segundo o Instituto Brasileiro de Sustentabilidade o Barramento (InBS, 2019),

barragem é definida como “qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas”. Ao se iniciar uma construção de um barramento de terra, o proprietário deverá seguir as diversas atividades e orientações técnicas, a fim de deixá-la eficaz para cumprir o seu papel (neste caso, reserva de água) mitigando os perigos (socioambientais), e atendendo assim, às necessidades dos interessados e das legislações vigentes.

O Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF, 2017) no Art. 34 da Instrução Normativa nº 020, de 29 de dezembro de 2017, p. 9, afirma:

Art. 34. Para construção e operação de barragens regularizadas junto ao IDAF deverão ser atendidos os seguintes critérios:

I. Possuir dispositivo de vazão mínima (monge ou outros) devidamente dimensionado para a capacidade de escoamento do dobro da vazão regular do curso hídrico. Outras capacidades de vazão poderão ser adotadas desde que devidamente calculadas e demonstrada a literatura de referência.

II. Possuir dispositivo de vazão máxima (vertedouro) devidamente dimensionado para impedir transbordamento da água por sobre barramentos de terra em caso de cheias.

III. Possuir mecanismo que garanta a ocorrência de piracema ou catádroma quando houver estes fenômenos no curso hídrico barrado. IV. Implantar Plano de Recuperação de Área Degradada-Prad objetivando a restauração florestal da APP – Área de Preservação Permanente estabelecida no entorno do reservatório.

V. Implantar a revegetação e estabilização de taludes da área de empréstimo do material em caso de construção de barramentos de terra.

VI. Estabilizar e conter o material na área de bota-fora oriundo da limpeza da bacia de inundação. VII. Construir segundo critérios de engenharia de segurança em conformidade com as disposições legais.

VIII. Possuir estudos ambientais e projetos técnicos assinados, com respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica-ARTs de elaboração e execução, conforme o caso. IX. Manter limpa a lâmina d'água do reservatório observando-se a legislação específica, quando houver.

Logo, a importância de seguir as normas de segurança e legislações vigentes é enfatizada pelos órgãos responsáveis, para que a obra não ocasione transtornos futuros, já que a mesma tem certo potencial de risco econômico e catastrófico.

2.1 BARRAGEM: OBRA QUE FACILITA O USO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Brasil possui vastas fontes de recursos hídricos à disposição da sociedade, tais como: rio, lençóis freáticos, córregos, lagoas, lagos e etc., entretanto, para que este recurso atenda às atividades humanas como irrigações de plantios agrícolas, geração de energia elétrica, recreação, abastecimento de água potável, navegações etc., muitas vezes se faz necessário à construção de reservatórios de acúmulo de água para proporcionar uma melhora no seu uso.

Desse modo, permite-se que a população consiga armazenar água em períodos

de grande precipitação e conseqüentemente consigam controlar as cheias, evitando alagamentos e destruições. Dessa forma, como o barramento se torna necessário em momentos de chuva, o mesmo (barramento) se faz necessário em tempos de estiagem, pois os mananciais hídricos se tornam indispensáveis para o sustento e crescimento da população.

Pode-se dizer que no início das civilizações, os açudes eram construídos com o principal objetivo de amenizar a falta de água em tempos mais secos. Em seguida, com o avanço da sociedade na Revolução Industrial, as demandas pelas barragens aumentaram, em consequência do aumento na procura de água e energia. Assim, os métodos/procedimentos de sua construção foram se modificando até chegar nas grandes construções modernas que vemos atualmente.

Segundo a AGERH (2020), o uso de barragens se tornou uma estratégia de garantir a segurança hídrica, desde que sejam construídas e gerenciadas de maneira inteligente e técnica. Devem ser bem localizadas, sustentáveis e seguras, tanto para o meio ambiente quanto para a população.

Assim, a reserva de água por açudes dá uma garantia hídrica para seus proprietários, principalmente em períodos de grande estiagem, contribuindo também para o meio ambiente pois fortificam os lençóis freáticos e consolidam as nascentes, visto que com a diminuição da velocidade da água no corpo hídrico tende-se a infiltrar em maior quantidade, abastecendo assim os lençóis ali presentes.

Aliado à construção de reservatórios, os sistemas de irrigações atualmente existentes, como o gotejamento e micro aspersão, diminuem o consumo de água, pois os mesmos possuem maior eficiência se comparados com a irrigação por aspersão convencional. Atuam diretamente na planta, evitando desperdícios e evaporação acelerada. Isso traz benefícios em períodos de pouca precipitação já que um volume de água armazenado, diminui conflitos (brigas) entre os produtores pela posse deste bem (água) e melhora a produção agropecuária, aumentando e conservando a produção de grãos e outros alimentos (feijão, mamão, pimenta, maracujá, goiaba, limão e outros).

2.2 VANTAGENS DE UMA BARRAGEM

Conforme a resolução da AGERH N° 072 (2018) “[...] as barragens são de diversos tipos: de terra, concreto, pedra ou enrocamento, mista e outras”. No município de Jaguaré, a maioria das barragens são de terra, de pequeno e médio porte.

No meio rural, encontram-se diversas possibilidades de geração de renda com a: agricultura, principalmente as culturas do café, pimenta, mamão), além da pecuária, plantio de eucalipto etc. Entretanto, é necessário aproveitar os recursos naturais, principalmente os hídricos. A economia do município se baseia na agricultura, com ênfase nas lavouras de café, em que o armazenamento de água é indispensável para todo o ano, pois grande parte da população são produtores rurais que usam deste benefício para a retirada do seu sustento familiar, além de fornecer benefícios indiretos para pessoas da região, isto é, geração de empregos e movimentação da economia. De acordo com a Lei municipal nº 1.059, A Prefeitura de Jaguaré frisa que:

Considera-se de utilidade pública e interesse social a construção de barramento para fins de armazenamento de água no Município de Jaguaré/ES, de acordo com o Art.1º da Lei nº 1.059, de 06 de maio de 2013 (Jaguaré,2013).

Assim, dentre as vantagens do recurso de barramento de terra nas propriedades rurais, pode-se destacar: (i) o aumento da disponibilidade hídrica da região e aumento da produção, (ii) a regularização de vazões, (iii) dessedentação de animais, (iv) lazer, (v) abastecimento público e industrial e (vi) produção de energia elétrica. Porém, para a correta construção e execução desta obra deve-se observar o que as legislações mostram a respeito. No Brasil, o instrumento legal em vigor, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragem destinadas a acúmulo de água, é a Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020. A mesma menciona:

Garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a fomentar a prevenção e a reduzir a possibilidade de acidente ou desastre e suas consequências;

Regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros de barragens, de acordo com o Art. 3º da Lei nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 (Brasil, 2020).

Sendo assim, a evolução na construção das represas está baseada em instrumentos legais e orientações de profissional técnico qualificado, com o propósito de garantir que seja concretizada a eficiência da atividade em questão, ou seja, alcançar as vantagens que esta obra proporciona, agregado à segurança de seus usuários, terceiros e meio ambiente.

2.3 IMPORTÂNCIA DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA EM BARRAGENS

De acordo com a AGERH (2020), das 35 (trinta e cinco) mil represas existentes no Estado do Espírito Santo, somente 272 (duzentos e setenta e dois) encontram-se

totalmente regularizadas, ou seja, possuem licenciamento ambiental, outorga d'água e o cadastro de segurança de barragem. Isso significa que menos de 1 (um) % do total estão legalizadas e seguras perante as normas técnicas e legislações vigentes.

Assim sendo, constata-se que diversos açudes foram construídos de forma ilegal, não tendo os devidos acompanhamentos técnicos, tanto dos órgãos competentes quanto do engenheiro habilitado. Isso pode não estar resultando problemas (rompimento e impactos ambientais) no presente, mas com o decorrer do tempo, poderão ser mais suscetíveis e constantes.

Cabe destacar que, mesmo com percentual baixo de represas totalmente regularizadas, há certa preocupação dos produtores em relação ao risco para seus negócios rurais, onde cada vez mais estão levando em consideração diretrizes técnicas adequadas no momento de construção e de operação (pós-construção), e também devido aos órgãos ambientais estarem fiscalizando e orientando os empreendedores com mais intensidade.

Conforme ICOLD (1995), os dois principais motivos de incidentes com barragens são a percolação excessiva e descontrolada (infiltrações) e o galgamento (nível de água ultrapassa a cota da crista). Os dois motivos são de grande significância, isto é, estão diretamente ligados à ruptura do aterro, e conseqüentemente a geração de impactos adversos, como morte de pessoas e animais e descaracterização paisagista, por exemplo.

Muitas vezes, estas situações estão correlacionadas a um projeto menos elaborado, soluções ultrapassadas de segurança, menos gastos com o estudo geológico do local e falta de averiguações nas represas. Logo, a inspeção do açude servirá como base para definir o que deverá ser realizado para correção das irregularidades, eliminando assim as ameaças socioambientais que esta obra pode oferecer, proporcionando uma confiabilidade da obra.

Por isso, a verificação das condições em que se encontram os represamentos é fundamental para a eficiência e estabilidade deste empreendimento. De acordo com a Agência Nacional de Águas salienta:

As conseqüências de não fazer as inspeções resultam na impossibilidade de apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar barragens que representem ameaças, pois o rompimento de uma barragem compromete a segurança e a vida da população e traz elevados prejuízos econômicos e ambientais às localidades afetadas (ANA, 2016, p.13).

Barragens devem ser operadas e mantidas de forma segura, através de inspeções para identificação de anomalias que comprometam a segurança, análises utilizando as tecnologias atuais e elaboração de projetos e ações corretivas, se necessário, com base em boas práticas de engenharia (ANA, 2019, p. 44).

2.4 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS EM UMA CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM

As legislações não proibem as construções de açudes. Porém, deve-se seguir os regulamentos estipulados por cada órgão estadual, que irão aprovar ou não a execução desta atividade. No estado do Espírito Santo, o órgão regulamentador e licenciador é o IDAF, que aprova (licencia) ou não a obra de acordo com as características do local, para que a mesma seja segura.

O Art. 2º do Decreto Estadual nº 4139-R de 10 de agosto de 2017 (ESPÍRITO SANTO, 2017) afirma que “A construção, reforma, ampliação ou funcionamento de barragens no Estado, sujeitam-se ao licenciamento ambiental pelo órgão estadual competente”. Portanto, entende-se que não é ilegal o represamento de água, mas deve-se solicitar a autorização (licenciamento) do órgão, onde o licenciamento é de responsabilidade do proprietário, que deve arcar com todos os custos do projeto.

A barragem em questão foi construída no ano de 2005 pelo proprietário do imóvel rural, visando uso para irrigação de seus plantios, sendo uma barragem de pequeno porte com volume de água de 308.000 m³. O material constituinte do aterro é terra (argila propícia para compactação, ou seja, sem pedregulhos). Esse solo foi retirado próximo ao local, na margem esquerda e direita do barramento, com um volume de 27.755 m³, de acordo com o engenheiro responsável.

Na Imagem 1 abaixo, tem-se o local de onde foi extraída a terra na margem direita do açude (área de empréstimo) usada na última adequação.

Imagem 1 – Imagem da área de empréstimo (10/03/2021)



Fonte: Autor.

Após a construção, a mesma passou por duas situações de “quase” rompimento, no ano de 2017 e a última em dezembro/2020, onde nas ocasiões o principal problema era infiltrações no aterro. De imediato, foi preciso reduzir a capacidade de água armazenada. Posteriormente corrigiu-se o problema através de retirada da terra inadequada e realizado o trabalho de compactação.

Os demais problemas anteriores eram, erosões nos taludes, rachaduras/trincas no aterro, árvores no talude da jusante e falta de proteção nos taludes, que não são tão comprometedores, mas se não forem reparados com o decorrer do tempo podem ocasionar o rompimento. Portanto, realizou-se atividades necessárias para correção, que foram: retirada das árvores do aterro, plantado gramíneas nos taludes e colocado terra nos locais com presença de erosões, rachaduras e trincas, fazendo o trabalho de compactação.

Ressaltando que no ano de 2017, após a adequação, o barramento voltou a sua capacidade máxima (308.000 m³), mas realizou-se a inadequada resolução do problema de infiltração, ou seja, não houve a compactação adequada do material (solo). Em decorrência disto, no final do ano de 2020, o risco de estouro do barramento persistiu. Assim, o proprietário procurou ajuda técnica e foi orientado a diminuir o volume de água (210.800 m³) e seguir rigorosamente as orientações do projeto, visto que esse volume

de água poderia atingir a população do distrito de Fátima, causando assim perdas de vidas humanas e/ou prejuízos materiais caso ocorresse a ruptura.

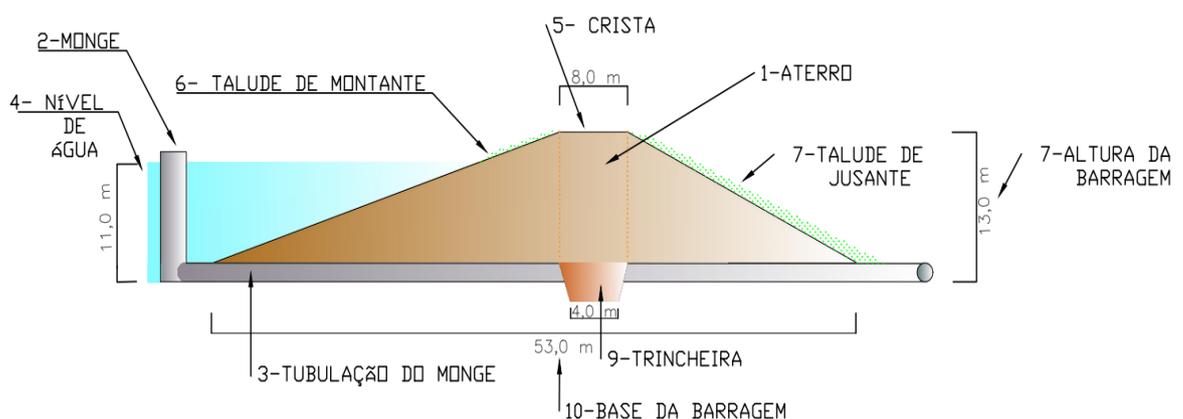
2.5 PRINCIPAIS ELEMENTOS QUE COMPÕEM A ESTRUTURA DE UMA BARRAGEM

O açude construído com terra tem-se como principal constituinte da sua estrutura o solo. A análise da classe do solo local é uma das fases mais importantes, pois permite averiguar a aptidão daquela área em receber esta construção. Com a análise de solo terminada, tem-se os critérios fundamentais, como a altura que está o lençol freático, a classificação e perfil geológicos, profundidades das camadas do solo etc. após estas classificações podemos ter a estrutura adequada para aquele local.

Conforme Carvalho (2008), no meio dos métodos de sondagem, as que se mais utilizam são: a) ensaio de percussão por circulação de água, “Standard Penetration Test” (SPT), que por meio de introdução no solo de um barrilete de 65 kg caindo de uma altura de 75 cm, se obtém a resistência; b) rotatividade indicada para solos mais duros e com rochas; c) poço de visita, que consiste na abertura de poços para a vistoria, em seu interior, por um técnico especializado. Com isso a sondagem necessita alcançar um perfil que tenha compactação para ali ser construída uma fundação.

Conforme Carvalho (2008), os elementos principais constituintes de um barramento são, de acordo com a demarcação de cada elemento na Imagem 2.

Imagem 2 – imagem do corte barragem.



Fonte: autor.

- 1- Maciço ou aterro: é a própria estrutura da barragem, construído transversalmente ao curso d'água, encarregado de reter a água;

- 2- Monge ou desarenador: instalada sob o aterro, tem a finalidade de garantir o escoamento contínuo de água a jusante, promover o esvaziamento da represa e o controle de nível do reservatório;
- 3- Tubulação do Monge: canal que liga o monge a extremidade jusante da barragem;
- 4- Nível de água: é a altura da lâmina d'água na barragem em condições normais;
- 5- Crista da barragem: é a parte superior do aterro, geralmente utilizada como estrada;
- 6- Talude do montante: face lateral inclinada, paralela ao eixo do aterro, sendo o lado que fica em contato com a água (lado molhado).
- 7- Talude da jusante: face lateral inclinada, paralela ao eixo do aterro sendo o lado de baixo (lado seco);
- 8- Altura da barragem: altura máxima do maciço (aterro);
- 9- Trincheira: fundação construída transversalmente ao curso d'água e no eixo da barragem. Constitui-se numa vala preenchida com terra de boa qualidade devidamente compactada;
- 10-Base da barragem: área sobre a qual se coloca o maciço sob a superfície do terreno.

Destaca-se que a construção de barragem diminui a vazão de água do corpo hídrico a jusante, porém, para mitigar essa situação, o IDAF exige que o projeto técnico apresente construção de pelo menos um dispositivo de vazão mínima (monge). Isso irá garantir o fluxo da água mesmo no período necessário para enchimento do reservatório, fazendo com que a diminuição de vazão seja a mínima possível, e assim não apresentar impactos negativos, como falta de água a população e animais.

3. METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

A presente pesquisa enquadra-se como exploratória, uma vez que remete a um estudo "*in loco*". Também pode ser caracterizada como uma pesquisa de campo, pois se busca informações acerca do presente trabalho que envolve um barramento na localidade no Córrego do Deves, Município de Jaguaré nas respectivas coordenadas UTM (SIRGAS 2000) E 375224.32 e N 7911790.89.

Para realizar o estudo, se fez necessário analisar o projeto de construção da barragem onde constam os procedimentos a serem seguidos conforme o preenchimento

do Formulário de Caracterização Ambiental (FCA) que é disponibilizado no sítio do IDAF e realizar visitas in loco juntamente do com técnico responsável pela elaboração do projeto.

Este estudo teve como objetivo avaliar as condições de um açude existente no Córrego do Deves, município de Jaguaré/ES. Nesta análise foi verificado se as técnicas normativas foram devidamente utilizadas em sua construção, assim como a manutenção que será realizada, caso necessária.

Para uma adequada operação de um aterro (barragem), tem-se a correta compactação e umidade da terra usada, limpeza da base (retirada de material inadequado), realização de trincheira, e outros, que são métodos fundamentais para a correta execução desta atividade. A compactação e umidade da terra são realizadas por empresas de terraplanagem, contratadas pelo proprietário do açude, em que a compactação é realizada por camadas de 30 centímetros, sendo realizada a umectação do solo no momento da compactação. Para a realização da trincheira é necessário a execução de uma vala no formato trapezoidal, construída transversalmente ao curso d'água, com dimensões que são de acordo com o projeto, que leva em consideração a altura da barragem. Posteriormente esta vala é preenchida com terra compactada por camadas, assim como o aterro.

Para reunir essas informações, buscou-se diferentes referências que embasem o assunto, tais como, leis e resoluções (federais e estaduais) voltadas à segurança e estabilidade do barramento, cartilhas orientativas divulgadas pelos órgãos (AGERH, 2018 e 2020; IDAF, 2017; ANA, 2016 e 2019; Brasil, 2010 e 2020), pesquisas bibliográficas, projetos técnicos de licenciamento ambiental da barragem em questão, visitas técnicas (coleta de dados e fotos). Além disso, foram realizadas entrevistas com o engenheiro agrônomo do IDAF de Jaguaré, com o proprietário do barramento de Jaguaré e com o engenheiro ambiental e civil responsável pelo projeto. Tais entrevistas envolveram discussões sobre a importância do armazenamento de água as necessidades agrícolas do proprietário, dos riscos reais que podem vir a oferecer à população a jusante caso haja o rompimento, bem como a necessidade de inspeções e manutenções preventivas.

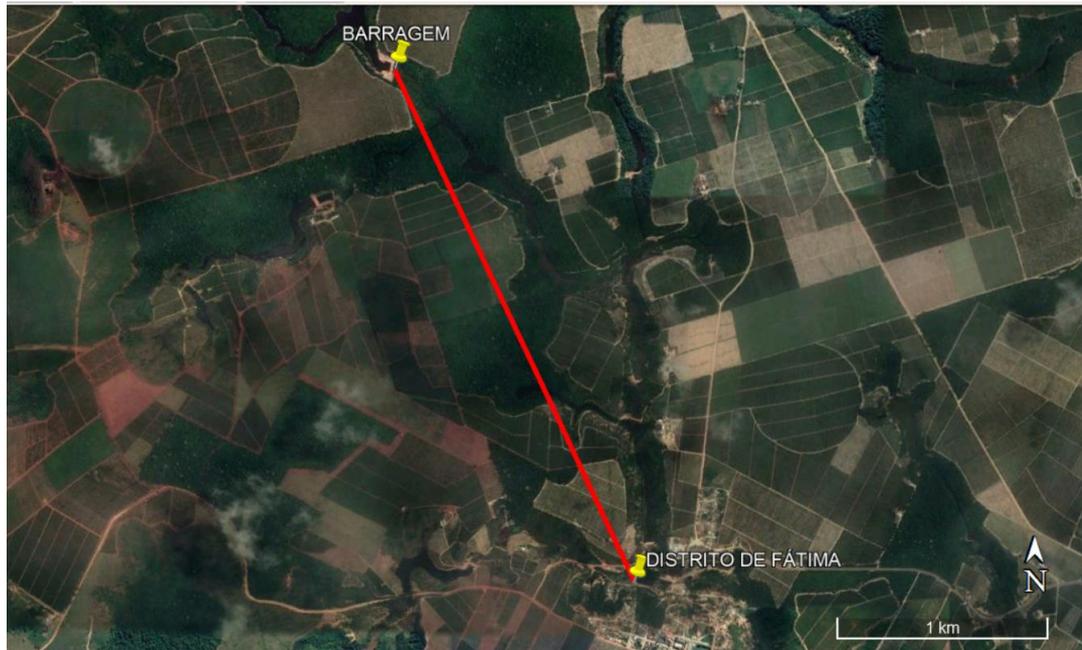
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O corpo hídrico barrado é o Córrego do Deves, que faz parte da bacia hidrográfica do Rio Doce. O mesmo é de grande importância para o município de

Jaguaré, pois auxilia diversos produtores rurais com seu recurso (água), que é usado na irrigação de cultivos agrícola.

A imagem 3 a seguir identifica o local exato do estudo em questão e em vermelho distância entre a barragem e o Distrito de Fátima (2,5 km).

Imagem 3 – Imagem de Satélite da área da Barragem



Fonte: Google Earth, 2021.

Foi realizada uma vistoria no local do estudo no dia 02 de outubro de 2021. Constatou-se que a barragem se encontra adequada, ou seja, não apresenta anomalias que comprometam a sua segurança e estabilidade. Entretanto, vale ressaltar que antes das obras de adequações a mesma possuía anomalias que são: erosões nos taludes, infiltrações, rachaduras/trincas no aterro, árvores no talude da jusante e falta de proteção nos taludes (não havia gramíneas).

Para se ter uma melhor análise, se fez o uso do formulário disponibilizado pelo IDAF (2021). Nele, encontram-se as principais características (dimensões/anomalias) de um açude.

A Tabela 1 abaixo apresenta os dados de acordo com os itens do formulário.

Tabela 1 – Preenchimento de laudo técnico com dados coletados *in loco*.

1- DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM				
Área alagada na cota de vertimento: 2,48 ha	Volume armazenado na cota do vertimento: 210.800m³			
Comprimento da crista: 72 m	Largura da crista: 8,0 m			
Inclinação talude de montante: 2,75:1 m	Inclinação talude de jusante: 2,25:1 m			
Profundidade média de operação: 8,5 m	Profundidade máxima de operação: 11,00 m			
Altura do barramento: 13,00 m	Largura total da base do barramento: 53,0 m			
Folga de segurança: 2,0 m				
2- INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO				
Assinalar quanto à ocorrência				
	Sim	Não	Não se aplica	Observações
Erosão nas ombreiras		x		
Erosões no barramento		x		
Rachaduras/trincas/afundamento no barramento de terra		x		
Rachaduras/trincas no monge		x		
Rachaduras/trincas no vertedouro		x		
Árvores e arbustos no barramento		x		
Árvores e arbustos no vertedouro		x		
Árvores/arbustos no entorno do barramento (APP)	x			Área de Preservação Permanente-APP está totalmente preservada.
Canaletas e drenos		x		
Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais no barramento de terra		x		
Sinais de movimento/deslocamento do barramento		x		
Ameaça de transbordamento da barragem		x		
Sinais de fuga d'água (infiltrações)		x		
Construções irregulares próximas ao barramento		x		
Obstrução ou assoreamento do vertedouro e monge		x		
Assoreamento do reservatório		x		
Desmatamentos na área de preservação permanente da barragem		x		
Vazamentos na tubulação do monge		x		
Defeitos gerais na barragem		x		

Fonte: Própria autoria, adaptado do Laudo Técnico para barragem construída do IDAF.

Com base na Tabela 1, percebe-se que a obra não está em risco de rompimento, visto que foram realizadas todas as adequações necessárias de acordo com o projeto e as normas técnicas.

Um exemplo de adequação realizado foi a correção das infiltrações presentes no talude da jusante, com a retirada do material irregular (terra) e colocado novo material suficientemente compactado. Na Imagem 4(a) tem-se a constatação de infiltração,

percebida pela coloração enferrujada do solo. Já a Imagem 4(b) identifica que a anomalia foi reparada e o talude está totalmente protegido.

Imagem 4 – Infiltrações: (a) no talude da jusante antes da reparação nas infiltrações; (b) totalmente extinta.



(a)



(b)

Fonte: Imagens cedidas pelo Engenheiro ambiental e civil da localidade.

Também foi verificado que os taludes possuem a correta proteção com gramíneas, o que evita a ocorrência de erosões. A erosão é uma anomalia que se não for corrigida em tempo pode ocasionar na ruptura do aterro. A imagem 5 mostra que o aterro em questão não possui tal anomalia.

Imagem 5 – Imagem do montante da barragem (02/10/2021).



Fonte: Autor.

Portanto, é de grande importância de constantes manutenções preventivas de acordo com os órgãos e leis competentes Cartilha de segurança da AGERH, Lei Federal 12.334/2010, IDAF e Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e

Instrumentação de Barragens da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a fim de garantir a integridade da obra.

A Cartilha de Segurança de Barragem da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH, 2020), discursa que “[...] as barragens devem ser bem localizadas, sustentáveis e seguras, tanto para o meio ambiente, quanto para a população [...]”. Ou seja, devem ter estudos, projetos e manutenção periódica.

Assim, a construção, seguindo os estudos e projetos aliado às manutenções periódicas garantem que a barragem permaneça segura e estável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo abordar as vantagens de se utilizar barragens de terra e analisar a situação atual de uma barragem projetada no Córrego do Deves, Zona Rural do município de Jaguaré/ES. Foi verificado se as técnicas normativas foram devidamente utilizadas em sua construção, assim como a manutenção periódica.

Após uma vistoria no local do estudo no dia 02 de outubro de 2021, constatou-se que a barragem se encontra adequada, sem quaisquer anomalias que comprometam sua segurança e estabilidade.

A mesma, entretanto, possuía anomalias, antes que fossem realizadas as obras de adequação, sendo elas: erosões nos taludes, infiltrações, rachaduras/trincas no aterro, árvores no talude da jusante e falta de proteção nos taludes. A resolução destas anomalias foi mediante a avaliação do responsável técnico em conjunto com o IDAF que orientaram ao empreendedor as medidas necessárias, que são, correção das infiltrações, retirada das árvores do aterro, plantado gramíneas nos taludes e colocado terra nos locais com presença de erosões, rachaduras e trincas, fazendo o trabalho de compactação.

Portando se faz indispensável as inspeções, pois servem para avaliar o real estado de conservação e segurança do barramento, evitando assim que desenvolvam problemas, mitigando os desastres econômicos, perdas de vidas e impactos socioambientais, que poderiam vir a ocorrer.

Por fim, vale ressaltar a importância de se construir um barramento dentro das normas técnicas, possuindo a autorização do órgão (licença ambiental), visto que o barramento é de grande valia aos produtores rurais, pois garantem disponibilidade de água para a irrigação das plantações, bem como preservar a população e o bioma localizados nas áreas de influência direta e indireta ao empreendimento.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH. **Notícias - Barragens irregulares no Espírito Santo**. Mar., 2020 . Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/Noticias>>. Acesso em: 20 set. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH. **Notícias –Situação crítica por falta de chuva**. ABR., 2016 . Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/Noticias>>. Acesso em: 29 out. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. AGERH. **Resolução nº 072** de 19 de dezembro de 2018. Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Acumulação de Água. Disponível em: <<http://servicos.iema.es.gov.br/legislacao/FileHandler.ashx?id=1040&type=2>>. Acesso em: 21 set. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - AGERH. **Cartilha de Segurança de Barragens**. Jun., 2020. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Cartilha/SegurancadeBarragens_Agerh.pdf>. Acesso em: 26 set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual do empreendedor sobre segurança de barragens. Volume II** 2016. Disponível em: <<http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/destaque-superior/boas-praticas/curso-de-seguranca-de-barragens-dae-1/aula-5-segur-barragem-2016-mei.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Curso Segurança de Barragens- Módulo 1- Barragens: aspectos legais, técnicos e socioambientais**. 2019. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2179/1/Unidade_1-modulo1.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020**. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2012.334-2010?OpenDocument>. Acesso em: 22 set. 2021.

CARVALHO, J. A. Dimensionamento de pequenas barragens de terra para a irrigação. Lavras, MG: Editora UFLA. 2008. 158 p.: il. Acesso em: 03 out. 2021.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS – CBDB. **Apresentação das barragens**. Disponível em: <http://cbdb.org.br/apresentacao-das-barragens>. Acesso em: 20 out. 2021.

ESPÍRITO SANTO. **Decreto Estadual Nº 4139-R** de 10 de agosto de 2017. Regulamenta, no âmbito do Poder Executivo Estadual, o licenciamento ambiental de barragens, para fins agropecuários e/ou usos múltiplos no Estado. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/CLAM/Barrag>

ens/Decreto%20Estadual%20n%C2%BA%204139-R.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo -IDAF. **Instrução Normativa nº 020**, de 29 de dezembro de 2017. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/CLAM/Barragens/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20n%C2%BA%2020020-2017%20comentada.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2021.

ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo -IDAF. **Termo de referência para laudo de barragem construída**. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/formularios>>. Acesso em: 01 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE. INBS. **O que é barragem?**. Mar., 2019 . Disponível em: <<https://www.inbs.com.br/o-que-e-barragem/>>. Acesso em: 18 set. 2021.

ICOLD – **The International Commission on Large Dams**. Dam failures statistical analysis. 1995. Acesso em: 25 set. 2021.

JAGUARÉ. **Lei nº 1059, de 06 de maio de 2013**. Dispõe sobre barramento para armazenamento de água no Município de Jaguaré. Disponível em: <http://www.jaguare.es.gov.br/uploads/decretos_de_creditos_suplementares/1524494880-prefeitura-municipal-de-jaguare-es-lei-no-1059-de-06-de-maio-de-2013.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DO USO DE BIODIGESTOR NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO DE RESIDÊNCIAS POPULARES DA CIDADE DE CONCEIÇÃO DA BARRA-ES

Kelly Coutinho Ferreira¹, Rodrigo Carvalho Barbosa¹, Sérgio dos Santos Olegário¹; Béverson Beltrame Reis²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus-ES

²Especialista – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

Este estudo consiste numa análise da viabilidade técnica, financeira e ambiental do uso de sistema de biodigestor para coleta e tratamento primário de esgoto doméstico em residências de pequeno porte, a fim de substituir o uso de fossas sépticas na cidade de Conceição da Barra/ES. Os biodigestores foram inventados na Índia do século XIX e mais de um século mais tarde surgiram no Brasil. Estes sistemas são alternativas sustentáveis para coleta e tratamento primário do esgoto doméstico. Os métodos utilizados para pesquisa foi basicamente uma revisão bibliográfica, com caráter descritivo exploratório, e levantamento de preço. Para análise do modelo mais viável para o proposto pelo estudo, foram considerados os custos de instalação, as características, dentre outros fatores, de cada modelo. Portanto, a substituição do sistema de fossas sépticas por sistemas de biodigestores pré-fabricados ou do modelo chinês, no município de Conceição da Barra/ES é viável tanto técnica, quanto econômica e ambientalmente, visto que reduz os danos ao meio ambiente, pode extinguir a necessidade de contratação de serviço de limpeza (limpa-fossa) e gerar biogás (que pode ser fonte energética e substituir o uso de gás ou carvão/lenha) e biofertilizante (utilizado em plantações e hortas). Acredita-se que a viabilidade econômica irá variar conforme o tipo de sistema escolhido para substituição, dada pelas diferenças de custo de construção, instalação e manutenção.

Palavras-Chave: biodigestore; esgotamento sanitário; esgoto doméstico. biogás. biofertilizante.

ABSTRACT

This study consists of an analysis of the technical, financial and environmental feasibility of using a biodigester system for the collection and primary treatment of domestic sewage in small-sized residences, in order to replace the use of septic tanks in the city of Conceição da Barra/ES. Biodigesters were invented in India in the 19th century and more than a century later they appeared in Brazil. These systems are sustainable alternatives for the collection and primary treatment of domestic sewage. The methods used for the research were basically a bibliographic review, with an exploratory descriptive character, and a price survey. For analysis of the most viable model for the one proposed by the study, the installation costs, characteristics, among other factors, of each model were considered. Therefore, replacing the septic tank system with prefabricated biodigesters systems or the Chinese model in the municipality of Conceição da Barra/ES is technically, economically and environmentally feasible, as it reduces damage to the environment, can extinguish the need to hire a cleaning service (cesspool cleaner) and generate biogas (which can be an energy source and replace the use of gas or coal/firewood) and biofertilizer (used in plantations and vegetable gardens). It is believed that economic viability will vary according to the type of system chosen for replacement, given the differences in cost of construction, installation and maintenance.

Keywords: biodigester; sanitary sewage; domestic sewage. biogas. biofertilizer.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, o volume de esgoto tratado no Brasil, no ano de 2019, corresponde a 49,1% do volume estimado de esgoto gerado e 78,5% do coletado (BRASIL, 2019). Em vários municípios, como Conceição da Barra – ES, alguns bairros da cidade de São Mateus – ES, como Guriri, e em áreas rurais, não há rede pública de coleta e tratamento de esgoto (ETE's), sendo utilizados outros sistemas como fossas sépticas, fossas negras, sumidouros ou, até mesmo, são despejados em rios, lagos ou córregos.

Alguns destes sistemas alternativos são prejudiciais para o meio ambiente, pelo despejo de esgoto sem tratamento, provocando a contaminação do solo, do lençol freático e de cursos d'água, além de serem nocivos também para a saúde da população, pois propicia a proliferação de insetos, conseqüentemente de doenças (como hepatite, amebíase, malária, diarreia) (RIBEIRO; ROOKE, 2010), além do desconforto devido ao mau cheiro.

As fossas sépticas são “tanques” de alvenaria que servem de tratamento primário do esgoto doméstico e industrial e evita o contato destes com o solo, porém, possui alto custo (SOUZA, 2015). Em comunidades mais carentes, é mais comum a fossa negra ou despejo do esgoto diretamente na rede pluvial, causando impactos negativos para o meio ambiente e para a saúde da sociedade. Há despejo irregular de esgoto em cursos de água em municípios capixaba Vila Velha, São Mateus e Vitória, e a até mesmo na capital paulista. É o caso do Córrego da bica, em São Mateus – ES, e o Rio Tietê, em São Paulo – SP.

Assim, buscando a melhoria da qualidade de vida e condição de esgotamento sanitário destas comunidades, esta pesquisa baseia-se através de uma pesquisa bibliográfica descritiva exploratória, a qual estuda os biodigestores como alternativa para tal objetivo, ponderando os benefícios, custos, especificações e processo construtivo adequado, visto que várias são as vantagens do uso de fossas biodigestoras, como “redução da carga de matéria orgânica lançada no meio ambiente, controle da proliferação de insetos e emissão de odores ofensivos e desagradáveis (...) melhor aproveitamento dos dejetos de natureza orgânica” (ARAÚJO, 2017). As fossas biodigestoras são tipos de sistemas alternativos de coleta e tratamento primário de esgoto por meio da digestão aeróbia da biomassa presente no esgoto doméstico.

A pesquisa possui como objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental, bem como a eficiência de um sistema de tratamento de esgoto doméstico por biodigestor, numa residência de pequeno porte, descrevendo e analisando este tipo de sistema, e comparando-o aos sistemas de fossas, sumidouros e filtros biológicos.

O levantamento e coleta de dados foram realizados por análise de documentos primários, secundários e terciários, bem como tomada de preço. O tratamento dos dados se dará de maneira qualitativa, com representações em imagens e tabelas.

Após a revisão bibliográfica e determinação dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto, descrição do sistema de biodigestores e detalhamento dos tipos e suas diferenças, foram comparados os benefícios e custos a fim de analisar a viabilidade de substituição de sistemas alternativos por biodigestores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O saneamento básico é um direito garantido por lei ao cidadão brasileiro, sem ele não só sua saúde como também o meio ambiente pode ser prejudicado. A falta de saneamento adequado é a principal causa de diarreia e morte de crianças com menos de 5 anos de idade (BRASIL, 2019).

Um dos serviços do saneamento sanitário é o esgotamento sanitário, que consiste no caminho e tratamento recebido pelo esgoto, desde sua geração e coleta nas edificações até sua disposição final adequada, bem como na disponibilização e manutenção de infraestruturas e operacionais (BRASIL, 2007).

Esgoto sanitário, segundo a Norma Técnica NBR 9648 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário (ABNT, 1986), são compostos, principalmente, de esgotos domésticos (água de higiene e necessidades fisiológicas humanas provenientes das edificações) e industriais (resultantes de processos industriais) e de água de infiltração e de contribuição pluvial parasitária.

Conforme Nuvolari et al. (2011), a água compõe quase totalmente o esgoto sanitário, sendo apenas 0,1% composto por sólidos que, em grande maioria, são matérias orgânicas em decomposição que propicia proliferação de microrganismos presentes nas fezes humanas, podendo estes ser, ou não, patogênicos. Desta pouca quantidade de sólidos, 75% é matéria orgânica, podendo também ser produtos tóxicos, como metais pesados provenientes do esgoto industrial, e o esgoto doméstico

possuírem diversas outras substâncias como sabões, gorduras, ligamentos de carnes, vermes, plástico, areia e diversos outros.

Segundo a Lei Nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, que estabelece diretrizes para o saneamento básico, os sistemas de saneamento básico possíveis são descritos no Artigo 3º, itens XIV a XIX, enfatizando-se o esgotamento sanitário têm-se

XIV - serviços públicos de saneamento básico de interesse comum: serviços de saneamento básico (...) em que se verifique o compartilhamento de instalações operacionais de infraestrutura de abastecimento de água e/ou de esgotamento sanitário entre 2 (dois) ou mais Municípios (...);

XV - serviços públicos de saneamento básico de interesse local: funções públicas e serviços cujas infraestruturas e instalações operacionais atendam a um único Município;

XVI - sistema condominial: rede coletora de esgoto sanitário, assentada em posição viável no interior dos lotes ou conjunto de habitações, interligada à rede pública convencional em um único ponto ou à unidade de tratamento, utilizada onde há dificuldades de execução de redes ou ligações prediais no sistema convencional de esgotamento;

XVII - sistema individual alternativo de saneamento: ação de saneamento básico ou de afastamento e destinação final dos esgotos, quando o local não for atendido diretamente pela rede pública;

XVIII - sistema separador absoluto: conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar exclusivamente esgoto sanitário;

XIX - sistema unitário: conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar conjuntamente esgoto sanitário e águas pluviais” (BRASIL, 2007).

Há também os casos de operação irregular, as quais não obedecem às determinações legais e ambientais, como é o caso da disposição inadequada de esgoto em canais fluviais e fossas rudimentares (buracos, fossas negras, etc.) que possibilitam a contaminação da população por doenças transmitidas pela urina, fezes e água, como hepatite, cólera, salmonelose, verminoses, entre outras (EMBRAPA, 2021).

As fossas negras consistem em escavações simples e sem revestimento, como mostrado na Figura 1, em que são despejados os esgotos domésticos, o que provoca a contaminação do solo e de águas subterrâneas pelos resíduos absorvidos pelo solo, além de os restos de resíduos que permanecem na fossa serem nocivos à saúde da população e ao meio ambiente (FAUSTINO, 2007, apud. SOUZA, 2015).

Figura 1: Fossa Negra



FONTE: SOUZA (2015).

Semelhantes às fossas negras, as fossas secas consistem em escavações rasas, com ou sem revestimento, com cobertura de laje, um orifício e uma “casinha”, como apresentado na Figura 2, muito comum m roças e fazendas antigamente (SOUZA, 2015). Este tipo de fossa para dejetos sem uso de água, basicamente recebem as fezes e urina humanas e papel higiênico.

Figura 2: Representação de fossa Seca.



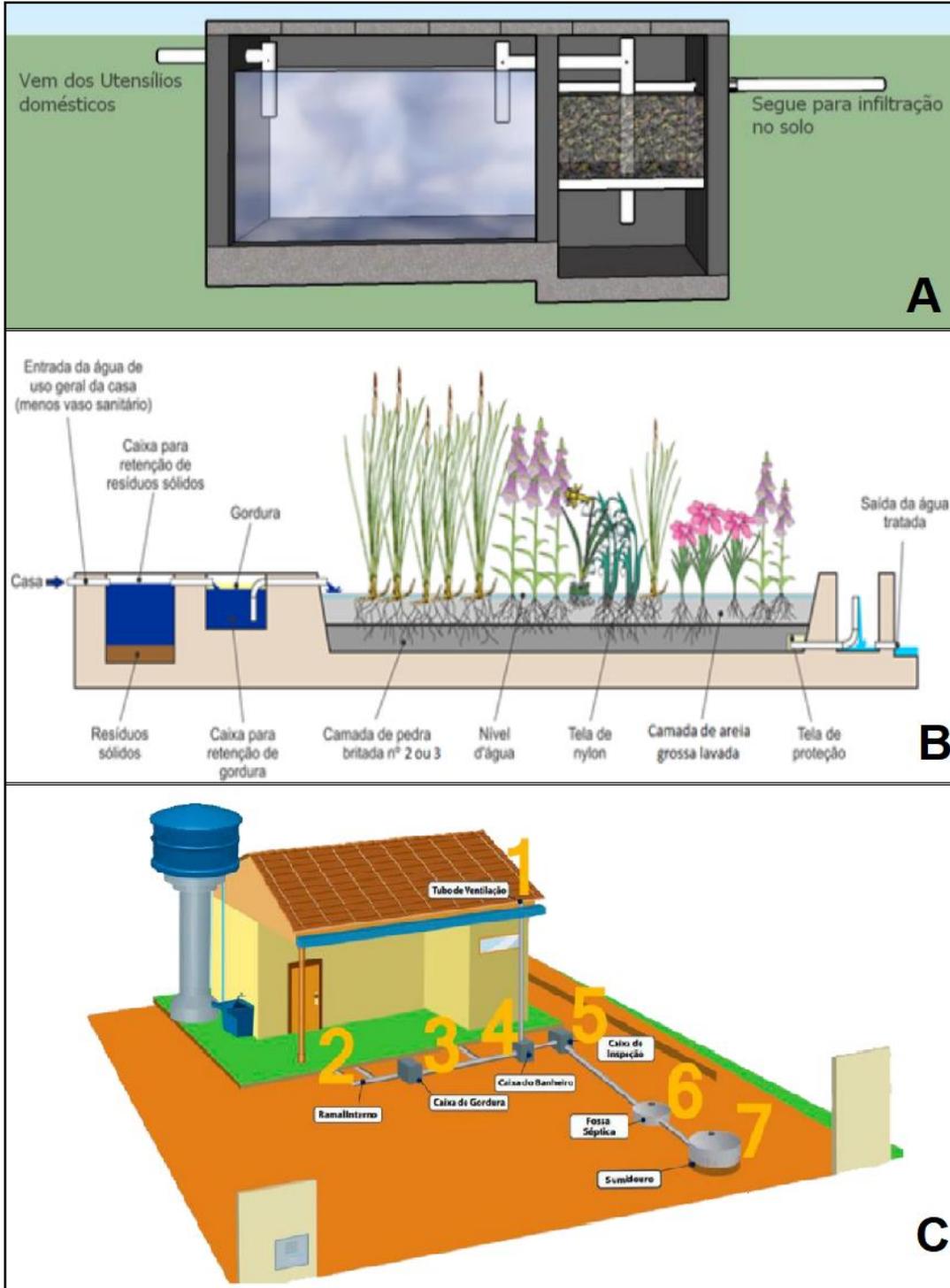
FONTE: TONETTI et al (2018).

O sistema condominial ao qual a Lei se refere, geralmente trata-se de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE's), definida pela NBR 12209/92 – Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário como um “conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares e acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento” (ABNT, 1992).

Alguns outros sistemas, como fossas sépticas, filtros biológicos e biodigestores estão inseridos nos sistemas individuais alternativos da Lei supracitada. As fossas sépticas são tanques ou escavações construídas de alvenaria, com isolamento e impermeabilidades eficientes e, além de não permitir que os dejetos entrem em contato e sejam absorvidos pelo solo, realiza um tratamento primário de esgoto doméstico e industrial por meio de decantação (SOUZA, 2015). Os sumidouros são um sistema que geralmente faz parte das fossas sépticas e servem para “descarga” da parte líquida do esgoto, que também pode ocorrer por valas de infiltração. Os filtros biológicos também podem ser acoplados às fossas sépticas como um sistema de tratamento secundário, estes consistem em tanque cilíndrico, quadrado ou retangular, construído com um sistema suficientemente impermeável, durável e que atenda as especificações de projeto (como alvenaria e argamassa armada) e detém de um “leito filtrante, que poderá ser em brita, seixo rolado ou outro material que exerça a função desejada” (FUNASA, 2013).

Outro sistema alternativo é o jardim filtrante que se constitui de “um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas, onde o esgoto é tratado” (BRITO, 2017), é utilizado principalmente pelas “suas propriedades de remoção e retenção de nutrientes, processamento da matéria orgânica e resíduos químicos, e redução das cargas de sedimentos descartados nos corpos receptores (EMBRAPA, 2021), além do baixo custo e fácil manutenção. É possível visualizar estes três sistemas na Figura 3, em que apresenta esquemas de filtro biológico (4 – a), jardim filtrante (4 – b) e fossa séptica (4 – c).

Figura 3: Sistemas alternativos individuais – (A) Fossa séptica com filtro biológico, (B) jardim filtrante e (C) fossa séptica com sumidouro.



FONTE: Compilado pelo autor (FUNASA, 2013; EMBRAPA, 2021; SOUZA, 2015).

2.2 BIODIGESTORES

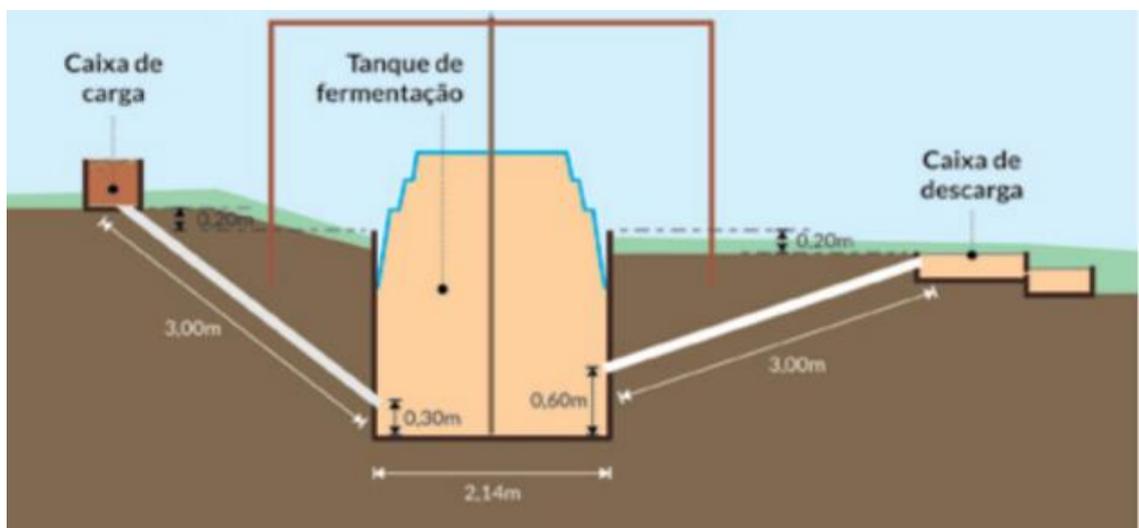
Os biodigestores são sistemas antigos, cuja primeira instalação voltada para produção de gás combustível se deu somente em meados do século XIX – mais especificamente, em 1857, na Índia –, pesquisas realizadas décadas depois resultaram na disseminação desta metodologia para o tratamento dos dejetos de animais, produção de biogás e utilização de biofertilizante (PERMINIO, 2013). Segundo Klumb (2019), foi implementado no Brasil em 1970.

Para Permínio (2013), o biodigestor é um aparelho simples, composto por uma câmara fechada, própria para que a biomassa depositada seja degradada por bactérias metanogênicas, liberando gás metano neste processo. Comumente, a biomassa são dejetos de animais. Filho (2012) afirma que os biodigestores no Brasil é, principalmente, um uso da zona rural para o tratamento de dejetos suínos e bovinos e aproveitamento do biogás e biofertilizante gerados, por exemplo, na região nordeste, em que é utilizado o biodigestor sertanejo para o desenvolvimento rural.

Mirko (2003, apud OLIVEIRA, 2018) define este tipo de sistema como “câmaras hermeticamente fechadas, onde, através de digestão anaeróbica, os resíduos são decompostos oferecendo como produto o biogás e o biofertilizante”, o que corresponde às definições dos outros dois autores citados.

Conforme pode ser visto na Figura 4, o sistema de biodigestor é composto por três partes principais: caixa de carga, caixa de descarga e tanque de fermentação (onde se encontra a câmara de armazenamento de biogás) (KLUMB, 2019).

Figura 4 - Componentes do biodigestor



FONTE: Adaptado de Klumb (2019).

As bactérias metanogênicas são as que consomem, durante o metabolismo, hidrogênio (hidrogenotróficas) e as que consomem compostos de metil (metilotróficas) e que produzem gás metano (SANTOS, 2011).

Para melhor compreensão do processo de decomposição da matéria orgânica, pode-se tomar como exemplo este processo no meio aquático, como o esgoto. Basicamente, quando há presença de oxigênio dissolvido (oxigênio presente na água) o ambiente é propício para os organismos aeróbios, ao passo que este é consumido, não é reabastecido, como no caso dos biodigestores, e começa se esgotar (menos de 0,5 mg/L), os microrganismos facultativos agirão a partir de condições aeróbias e, ao ser consumido o que restar do oxigênio dissolvido, o ambiente será adequado para os microrganismos anaeróbios, cujo consumo das matérias orgânicas não dependem de oxigênio (NUVOLARI et al., 2011).

Além das condições de sobrevivência e alimentação, os elementos gerados nestes processos e a reação química do processo de respiração são diferentes.

O Quadro 1 demonstra o processo de respiração dos seres aeróbios e anaeróbios em estágios diferentes.

Quadro 1: Relação de Reações Químicas do processo de respiração de microrganismos

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + E^{673 \text{ kcal}}$	Reação Química da respiração de microrganismos aeróbios
$CH_3COOH + SO_4^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2S + 2 H_2O + 2CO_2$	Reação Química da respiração de microrganismos anaeróbios – Dessulfatação
$4H_3 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2 H_2O$	Reação Química da respiração de microrganismos anaeróbios – Metanogênese Hidrogenotrófica
$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$	Reação Química da respiração de microrganismos anaeróbios – Metanogênese Hidrogenotrófica

FONTE: Nuvolari et al. (Adaptado, 2011).

Perminio (2013) ressalta que não é o biodigestor, propriamente dito, que gera o biogás, este apenas proporciona um ambiente adequado para que as bactérias metanogênicas, e que este sistema se compõem, apesar de vários tipos diferentes, de um tanque e um gasômetro (ou campânula, responsável pelo armazenamento do gás gerado).

Klumb (2019) lista alguns benefícios do uso de biodigestores: i) contribui para a conservação do meio ambiente; ii) são economicamente viáveis, devido à economia com compra de botijas de gás; iii) contribuem para a agricultura, pois o biofertilizante e esterco curtido aumentarem a fertilidade do solo; e iv) auxilia na saúde, visto que não há

exposição à fumaça, por não haver queima de lenha ou carvão, e, quando implementados em fazendas, facilita na limpeza de currais e chiqueiros. Além disso, Permínio (2013) afirma que o custo de fabricação é baixo e demonstra eficiência considerável.

2.3 TIPOS DE BIODIGESTORES

Existem vários tipos/modelos de biodigestores. Como visto, os pioneiros deste sistema são os chineses e indianos e possuem seus próprios modelos, e existem também o tipo batelada, contínuo, de lona.

Os principais modelos existentes são o chinês e o indiano, e podem ser observados na Figura 5 e Figura 6, respectivamente. O primeiro é rústico, construído em alvenaria, fica quase completamente enterrado no solo, sua pressão varia conforme produção e consumo do biogás, sendo que normalmente funciona em alta pressão, já o segundo modelo é mais funcional comparado ao chinês, isto, pois, “pode ser adaptado ao clima local e ao tipo de solo” (feito pela variação da relação diâmetro-profundidade) e por sua construção ser mais simples: consiste em um “poço”, geralmente moldado em ferro, coberto por uma tampa cônica (campânula flutuante, cuja função é o controle da pressão e regulação da emissão o biogás) (PERMINIO, 2013).

O Quadro 2 aponta com mais detalhes as diferenças e semelhanças entre os dois modelos quando comparados entre si, desde os materiais de construção, até o custo.

Quadro 2: Comparação entre o biodigestor modelo chinês e modelo indiano.

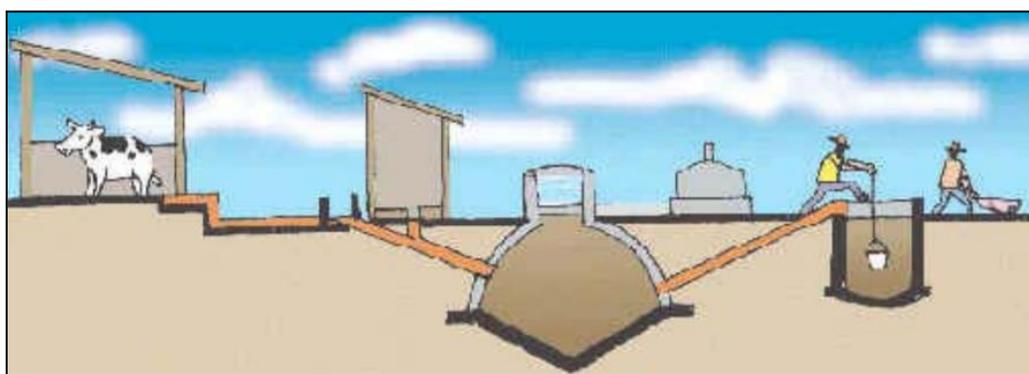
ESPECIFICAÇÕES	MODELO CHINÊS	MODELO INDIANO
Materiais	Tijolo, cimento, concreto, ferro, areia, pedra.	
Sistema	Abastecimento periódico, esvaziamento não periódico.	Abastecimento e esvaziamento periódicos.
Possibilidade de Auto Instalação	Necessita de habilidades como pedreiro, mas pode ser montado inteiramente pelo usuário.	A câmara de gás deve ser feita em oficina metalúrgica, mas pode ser montado pelo usuário.
Isolamento Térmico	Feito sob a terra, com bom isolamento natural e temperatura relativamente constante, mas pode ser melhorado quando construídos sob currais ou estábulos, por exemplo.	Há perdas de calor através da câmara de gás metálica, dificuldade de isolamento, menos indicado para climas frios.
Perda de Gás	Deve-se proteger a parte superior com materiais impermeáveis e não porosos; dificuldade em	Sem problemas.

	obter estanqueidade.	
Matérias-primas utilizadas	Esterco, dejetos humanos e outros restos orgânicos (incluindo materiais fibrosos).	Esterco, excrementos e materiais fibrosos acrescentados como aditivos.
Tempo de digestão	40 – 60 dias	
Produtividade (l/m ³ do volume do digestor/dia)	De 150 a 350 L/m ³ /dia. Podendo produzir até 600L/m ³ /dia quando perfeitamente estanque.	De 400 a 600L/m ³ /dia
Manutenção	Deve ser limpo uma ou duas vezes por ano.	Deve-se pintar a câmara de gás uma vez por ano.
Custo	Razoavelmente baixo.	Maior, dependendo do custo da campânula.
Possíveis melhorias	Abóbada impermeável, adoção de agitadores, montagem de aquecimento.	Campânula inoxidável, melhoria no isolamento térmico da mesma.

FONTE: BARRERA (Adaptado, 1993, apud. PERMINIO, 2013).

Segundo Oliveira (2018) o modelo indiano não é indicado para o tratamento de esgoto, pois há possibilidade de visualização dos dejetos suspensos. Barrera (1993, apud. PERMINIO, 2013) afirma que a quantidade de biofertilizante em ambos os modelos é considera igual.

Figura 5: Biodigestor - Modelo Chinês.



FONTE: AVELLAR, CARROCI E SILVEIRA (2003, apud. PERMINIO, 2013).

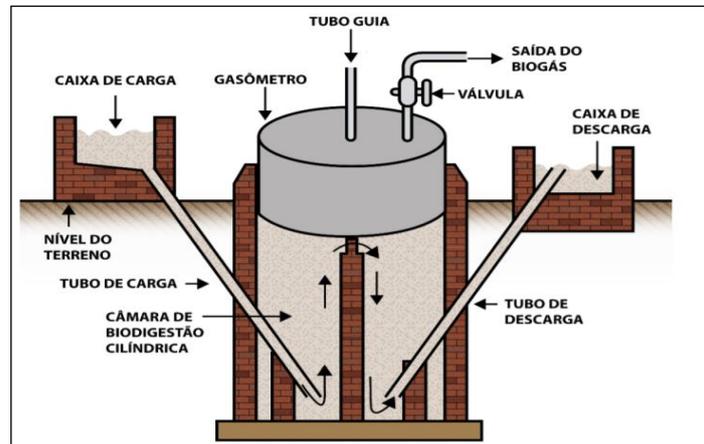
O modelo de batelada é de fácil operação e o biogás gerado pode ser mantido no próprio local ou em um gasômetro conectado, como demonstrado na Figura 7. Entretanto, é um modelo menos prático, visto que os dejetos são inseridos, mantidos durante a fermentação anaeróbia, removidos os materiais residuais após a finalização do processo e o digestor é aberto e limpo e então é novamente introduz-se mais substrato (OLIVEIRA, 2018).

Segundo Junqueira (2014, apud. OLIVEIRA, 2018) é mais utilizado em locais cuja geração de biomassa seja periódica, como em “granjas avícolas de corte, em que o

esterco é apenas coletado após a venda das aves e limpeza do galpão”. Conforme a matéria utilizada, o período de retenção hidráulica pode variar de 30 a 60 dias (OLIVER, 2008, apud. FILHO, 2012).

Figura 6: Biodigestor - Modelo indiano

FONTE: OLIVEIRA (2018).

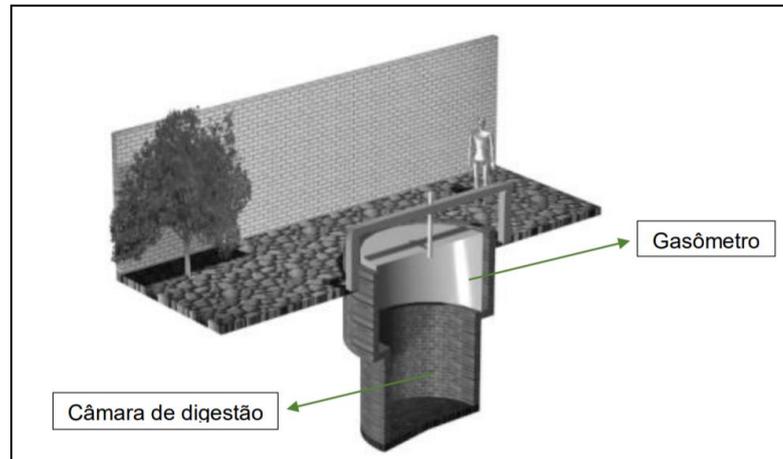


FONTE: OLIVEIRA (2018).

Diferentemente do modelo batelada, o biodigestor contínuo dispõe de abastecimento de matéria-prima continuamente, produzindo biogás e biofertilizante de acordo com o volume recebido (deve ser relativamente alto), sendo necessários dutos de conexão e, preferencialmente, matérias-primas de fácil degradação e líquida (OLIVEIRA, 2018).

Pode ser projetado vertical ou horizontalmente. O biodigestor contínuo vertical normalmente é construído submerso no solo, podendo conter uma ou duas câmaras, “a biomassa é descarregada na parte inferior e, devido à diferença de densidade, o biogás produzido se acumula na parte superior” (FILHO, 1981, apud. OLIVEIRA, 2018). O horizontal é típico de locais que apresentem impedimentos de escavações mais profundas, são caracterizados por dimensões de comprimento e largura maiores que a profundidade/altura e também pelo abastecimento da biomassa ocorrer em uma extremidade lateral e o biofertilizante ser “ejetado” na outra (OLIVEIRA, 2018). Os modelos chinês e indiano são biodigestores de alimentação contínua.

Figura 7: Representação de corte tridimensional de biodigestor modelo batelada.



FONTE: OLIVEIRA (2018).

Há ainda o biodigestor de lona, (ou biodigestor da marinha, ou ainda canadense), cuja produção de biogás é consideravelmente maior devido a maior área de exposição ao sol e, como pode ser visto na Figura 8, as campânulas são substituídas por uma cobertura de lona em PVC que, à medida que o biogás é produzido, infla como um balão (TORRES, PEDROSA, MOURA, 2012).

Figura 8: Biodigestor - Modelo da Marinha.



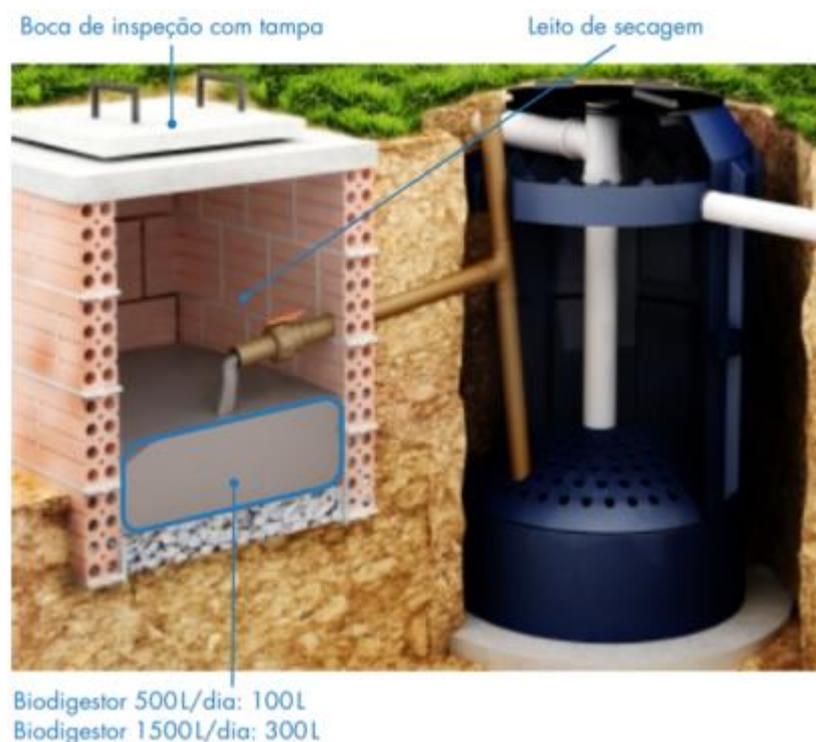
Fonte: Torres, Pedrosa, Moura (2012).

O biodigestor sertanejo, já citado anteriormente, consiste em sistemas de biodigestores do modelo indiano com uso de materiais de baixo custo, criados para o

desenvolvimento rural sustentável no Nordeste Semiárido a fim de combater a pobreza da região (OLIVEIRA, 2018).

Outro modelo são os biodigestores pré-fabricados de polietileno, como os da marca Fortlev e Acqualimp, mostrados na Figura 9. Conforme o Catálogo Técnico do Biodigestor da Fortlev (FORTLEV, 2021), este é um tipo compacto, sem necessidade de muito espaço para instalação, elimina até 80% dos poluentes, não precisa de caminhão limpa-fossa, pode atender residências de até 15 pessoas, dependendo da capacidade de volume de esgoto diário (500 a 1.500L/dia) e a capacidade do leito de secagem, feito em alvenaria varia conforme a capacidade do biodigestor, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9: Sistema com biodigestor pré-fabricado.



FONTE: Torres, Pedrosa, Moura (2012).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui natureza básica e se desenvolveu inicialmente com base metodológica bibliográfica, de caráter descritivo exploratório.

Gil (2002) sugere que tal metodologia fundamenta-se em materiais já existentes, basicamente livros e artigos que são, respectivamente, fontes primárias e secundárias. Segundo o autor, o objetivo de uma pesquisa descritiva é descrever uma população ou

fenômeno e pode viabilizar uma perspectiva diferente do problema, já a pesquisa exploratória viabiliza maximizar a familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito ou constituir hipóteses (GIL, 2002).

Primeiramente foram coletados dados bibliográficos, utilizando-se de artigos, livros, manuais, normas, apostilas, documentos, legislações e resoluções acerca de saneamento básico, sistemas de esgoto, focando nos biodigestores. A coleta dos dados foi feita predominantemente por meio da *internet*, tendo como base de dados o Google Acadêmico, *Scielo*, repositórios de universidades, revistas online, sites e portais de instituições públicas e privadas acerca do tema (EMBRAPA, OMS, FUNASA, Governo do Brasil, etc), biblioteca online e física da instituição de ensino dos autores.

O estudo tem como referência casas de pequeno porte. Segundo Libânio et al. (2004, apud. SOUZA, 2015), edificações de pequeno porte são aquelas cujas características são: a) possuir até quatro pavimentos; b) inexistência de protensão; c) cargas de uso menores que 3kN/m²; d) altura de pilares e espaçamento de vãos, respectivamente, de no máximo 4 metros e 6 metros; e) lajes de até 4 metros o menor vão ou, em caso de balanços, 2 metros. Segundo a classificação da NBR 9077/1993 – Saídas de emergência em edifícios, as edificações são classificadas conforme sua ocupação, podendo ser, por exemplo, comerciais, residenciais, industrial, escolar, dentre outras. As edificações residenciais são sub classificadas conforme o tipo de estrutura e tipo de habitação, como mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação das edificações quanto à sua ocupação.

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitações unifamiliares	Casas térreas ou assobradadas, isoladas ou não
		A-2	Habitações multifamiliares	Edifícios de apartamentos em geral
		A-3	Habitações coletivas (grupos sociais equivalentes à família)	Pensionatos, internatos, mosteiros, conventos, residenciais geriátricos

FONTE: Adaptado de ABNT (1993).

Neste contexto, para a presente pesquisa foram consideradas edificações residenciais tipo A-1, ou seja, unifamiliar e térreas. Tomou-se como parâmetro as casas de habitação popular do Programa Minha Casa Minha Vida, cuja área útil mínima deve ser de 36 m², quando a área de serviço for externa, ou 38 m², quando a área de serviço for interna, e são compostas por dois dormitórios, sala, cozinha, banheiro e área de

serviço, conforme pode ser visualizado na Figura 9, apresentada anteriormente (BRASIL, 2018).

Tendo como referência o município de Conceição da Barra, no estado do Espírito Santo, visto que o sistema de coleta de esgoto é o de fossa séptica. Segundo a Prefeitura Municipal de Conceição da Barra (2021), o município foi fundado em 1554, emancipado em 1891, é composto por quatro distritos (Conceição da Barra, Braço do Rio, Cricaré e Itaúnas) e, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, possui território de 1.182,587 km², população estimada 31.479 pessoas em 2021 e esgotamento sanitário adequado de cerca de 30%, segundo o censo de 2010 (IBGE, 2021).

Posteriormente ao levantamento bibliográfico, foi realizado também um levantamento de preço, em lojas online, para instalação de um sistema de biodigestor no tipo de residência e no município propostos, comparando com o orçamento padrão de fossas e filtros biológicos, também buscados na internet.

Os dados da pesquisa foram tratados de forma qualitativa, pois se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados (FONSECA, 2002).

4 RESULTADOS

Segundo a NBR 13969/97 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação, a geração de esgoto de uma edificação varia conforme o tipo de prédio e quantidade de ocupantes permanentes e determina que, numa residência de baixo padrão, a contribuição de esgoto por habitante seja de 100 Litros por dia (ABNT, 1997).

De acordo com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE (2009), ao consumir 200L de água por dia, cada pessoa gera em média 150L/dia de esgoto. Considerando a quantidade de 150L de esgoto por pessoa ao dia, estimada pelo SAAE, e uma unidade unifamiliar composta por cinco membros, a quantidade de esgoto gerada é de 750 L/dia.

Para o tratamento complementar do tanque séptico, a norma refere-se ao uso de filtro anaeróbio, filtro aeróbio submerso, valas de filtração e filtros de areia, lagoa com plantas aquáticas, dentre outros tipos de tratamentos complementares ao tanque séptico. Considerou-se para o presente trabalho o filtro anaeróbio, visto que este é definido como “reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microorganismos

não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator, quanto nas superfícies do meio filtrante”, que se assemelha com as definições de biodigestor encontradas na pesquisa (ABNT, 1997).

Através da pesquisa, observaram-se diversos benefícios do uso de biodigestores, tanto em âmbito ecológico, quanto econômico e social. Oliver et al. (2008, apud., ALVES, INOUE, BORGES, 2010), aponta benefícios à saúde humana (melhoria da qualidade do ar no ambiente doméstico) e animal (melhoria das condições sanitárias), ao meio ambiente (preservação vegetal local e melhoria da qualidade do solo) e o aumento da produção (redução da mortalidade animal, aumento de forragem, redução de custos energéticos), quando aplicados em propriedades rurais.

Segundo Calza et al. (2015), os valores referentes à construção e instalação de biodigestores tipo chinês, indiano e marinha, de 20 m³ (20.000L) são de R\$ 4.052,50, R\$ 5.065,70 e R\$ 2.104,00, respectivamente. Vale ressaltar que o estudo foi realizado tendo em vista a instalação deste sistema em unidades agrícolas, e que o volume apresentado excede significativamente o necessário para uma residência de pequeno porte. Entende-se que os valores podem vir a reduzir no caso de biodigestores de menor dimensão.

De acordo com a pesquisa e levantamento de preço, o custo médio estimado para instalação de um sistema utilizando um biodigestor de 500L e de 1500L, da marca Fortlev, na cidade de Conceição da Barra – ES é, respectivamente de R\$ 4.508,92 e, como pode ser visto detalhadamente na Figura 10 que representa um quadro de composição unitária de preço elaborada pelos autores.

Figura 10: Estimativa do valor de investimento para instalação de biodigestor em Conceição da Barra - ES.

RESUMO BIODIGESTOR 500L		
Discriminação	Taxa (%)	Valores
Mão-de-Obra (A)	157,27%	16,39
Materias (B)		3165,54
Equipamentos (C)		0
Produção da Equipe (D)		1
Custo Horário Total [(A)+(C)]		16,39
Custo Unitário da Execução [(A)+(C)/(D)]=(E)		16,39
Custo Direto Total [(B)+(E)]		3181,93
Bonificação e Despesas Indiretas- BDI	30,90%	983,22
Custo Unitário (adotado)	R\$	4.165,15
RESUMO BIODIGESTOR 1500L		
Discriminação	Taxa (%)	Valores
Mão-de-Obra (A)	157,27%	15,32
Materias (B)		4995,32
Equipamentos (C)		0
Produção da Equipe (D)		1
Custo Horário Total [(A)+(C)]		15,32
Custo Unitário da Execução [(A)+(C)/(D)]=(E)		15,32
Custo Direto Total [(B)+(E)]		5010,64
Bonificação e Despesas Indiretas- BDI	30,90%	1.548,29
Custo Unitário (adotado)	R\$	6.558,93
RESUMO CAIXA DE SECAGEM (90x60x60 cm)		
Discriminação	Taxa (%)	Valores
Mão-de-Obra (A)	157,27%	123,61
Materias (B)		139,01
Equipamentos (C)		0
Produção da Equipe (D)		1
Custo Horário Total [(A)+(C)]		123,61
Custo Unitário da Execução [(A)+(C)/(D)]=(E)		123,61
Custo Direto Total [(B)+(E)]		262,62
Bonificação e Despesas Indiretas- BDI	30,90%	81,15
Custo Unitário (adotado)	R\$	343,77
ESTIMATIVA DO CUSTO TOTAL		
Biodigestor 500L	R\$	4.508,92
Biodigestor 1500L	R\$	6.902,70

Fonte: Autores

As fossas sépticas possuem um valor de investimento variável conforme o tipo de material a ser utilizado em sua construção, e de acordo com Cortes (2018), fica em torno de 7 mil reais o tipo construtivo padrão. Já conforme a ferramenta virtual de pesquisa de orçamentos do site Habitissimo (2021) os valores variam entre R\$ 3.000,00 e R\$ 35.000,00, dependendo da qualidade e tipo de materiais utilizados, duração e dimensão da obra dentre outros fatores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as características de cada modelo apresentado, considerando o tipo de residência estudada e o público-alvo (famílias de renda média/baixa), o modelo mais viável seja o modelo chinês, pois, o mesmo consiste num sistema de abastecimento contínuo cuja produção do biogás e biofertilizante se dá de acordo com o volume de matéria-prima adicionada e apesar de se mostrar relativamente menos funcional ao ser comparado com o modelo indiano, que também é de abastecimento contínuo, se mostra mais viável pelo custo ser mais baixo, seu modo construtivo ser mais acessível (predominantemente alvenaria) e “aceitar” dejetos humanos como matéria-prima um fator importante a ser considerável, visto que a principal matéria-prima considerada no proposto pela pesquisa é o esgoto doméstico (cuja parte sólida é composta quase que totalmente de matéria orgânica, incluindo dejetos humanos). Entretanto, deve-se levar em conta, também, que para utilização do biogás como fonte energética é necessária que haja acompanhamento de profissionais capacitados em condução de gases.

Apesar de o modelo indiano ser mais utilizado no Brasil e considerado mais funcional, de acordo com Permínio (2013), outro fator relevante é que o material utilizado na campânula deste modelo é de ferro e devido à cidade ser litorânea, o nível de deterioração deste material torna-se relevante, podendo aumentar a necessidade da frequência de manutenção (pintura) ou até mesmo substituição em determinado momento, aumentando ainda mais o custo.

Os demais modelos não são atrativos, pois: i) o modelo batelada necessita de abastecimento manual e limpeza conforme produção (entre 30 e 60 dias), tornando-o menos prático para uma residência e mais viável para granjas; ii) o modelo marinha, apesar de maior produção, compreende-se que seja menos viável por necessitar de uma área acima do solo maior e de maior risco (devido a presença de uma lona plástica que pode, eventualmente, se romper); iii) o biodigestor sertanejo, apesar do custo e da acessibilidade dos materiais utilizados, não fica totalmente submerso no solo ocupando uma área do terreno que, possivelmente, não esteja disponível na área urbana (é mais atrativo na zona rural).

Analisando o custo de instalação dos biodigestores pré-fabricados da marca Fortlev, este se mostra benéfico por apresentar maior facilidade de instalação, não necessitar de caminhão limpa-fossa, variação do valor de aquisição conforme sua

capacidade necessidade de área relativamente pequena. Entretanto, deve-se levar em conta que, comparado aos demais sistemas, este não produz e nem armazena biogás (FORTLEV, 2021).

Portanto, a substituição do sistema de fossas sépticas por sistemas de biodigestores pré-fabricados ou do modelo chinês, no município de Conceição da Barra-ES é viável tanto técnica, quanto econômica e ambientalmente, visto que reduz os danos ao meio ambiente, pode extinguir a necessidade de contratação de serviço de limpeza (limpa-fossa) e gerar biogás (que pode ser fonte energética e substituir o uso de gás ou carvão/lenha) e biofertilizante (utilizado em plantações e hortas). Acredita-se que a viabilidade econômica irá variar conforme o tipo de sistema escolhido para substituição, dada pelas diferenças de custo de construção, instalação e manutenção.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

____NBR 12209. **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1992.

____NBR 9077. **Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro, 1993.

____NBR 13969/97 – Tanques sépticos – **Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos**: Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ALVES, EEN; INOUE, KRA; BORGES, AC. **Biodigestores**: construção, operação e usos do biogás e do biofertilizante visando a sustentabilidade das propriedades rurais. In book: Anais de minicurso do II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável (pp.109-126). Ed.: 1. Arka Editora: 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262565096_Biodigestores_construcao_operacao_e_usos_do_biogas_e_do_biofertilizante_visando_a_sustentabilidade_das_propriedades_rurais> Acesso em: 15 out. 2021.

ARAÚJO, APC. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico**. Uberlândia: UFU, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20292/3/Produ%C3%A7%C3%A3oBiog%C3%A1sRes%C3%ADduos.pdf>> Acesso: 28 mai. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 11.445 de 05 de Janeiro de 2007**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 25 abri. 2021.

____ Ministério das Cidades. Gabinete do Ministro. **Portaria Nº 660 de 14 de Novembro de 2018**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/guest/materia/>>

/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/50484132/do1-2018-11-16-portaria-n-660-de-14-de-novembro-de-2018-50483803> Acesso em 29 set. 2021.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf> Acesso em: 10 abr. 2021.

BRITO, Leonardo. **Esgotamento sanitário para o Núcleo Rural Lago Oeste – Como fazer fossas sépticas**. Brasília: ASPROESTE, 2017. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/Cartilha-Esgotamento_vers%C3%A3o-3.pdf> Acesso em: 20 mai. 2021.

CALZA, LF; et al. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Eng. agríc.** 35 (6), Nov-Dec 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n6p990-997/2015>> Acesso em: 20 out. 2021.

CONCEIÇÃO DA BARRA. Prefeitura Municipal. **Informações do Município**. 2021. Disponível em: <<https://conceicaodabarra.es.gov.br/informacoes-do-municipio>> Acesso em: 26 set. 2021.

CORTES, R. **Fossa Séptica: Como Funciona, Preço Médio, Vantagens Ecológicas**. Gestão Educacional: 2018. Disponível em: <<https://www.gestaoeducacional.com.br/fossa-septica-como-funciona/>> Acesso: 15 out. 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Saneamento básico rural**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.cortearaújo.br/tema-saneamento-basico-rural/sobre-o-tema>> Acesso em: 10 mai. 2021.

FILHO, W.M. **Sistema integrado de tratamento de esgoto e lixo orgânico descentralizado através de biodigestores e a geração de créditos de carbono**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/147520377.pdf>> Acesso em: 30 abr. 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>> Acesso em: 5 abri. 2021.

FORTLEV. Biodigestor Fortlev. Catálogo Técnico. 2021. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Catalogo_Tecnico_Biodigestor_Fortlev.pdf> Acesso em: 25 out. 2021.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares** – FUNASA. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_msd3_2.pdf> Acesso em: 1 mai. 2021.

GIL, Antônio Carlos, 1946 – **Como elaborar projetos de pesquisa** / Antonio Carlos Gil. – 4. ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

HABITISSIMO. **Fossa Séptica no Espírito Santo**: Preços e Orçamentos. 2021. Disponível em: <<https://www.habitissimo.com.br/orcamentos/fossa-septica/espírito-santo>> Acesso: 20 out. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: Panorama de Conceição da Barra, Espírito Santo. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/conceicao-da-barra/panorama>> Acesso em: 26 set. 2021.

KLUMB, Armindo. **12 passos para construir um biodigestor**. Fundação Banco do Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.fbb.org.br/images/Editais/COPASA/2019/Biodigestor%20Sertanejo.pdf>> Acesso: 4 mai. 2021.

NUVOLARI, A.. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola / coordenação Ariovaldo Nuvolari – 2ª ed. rev. atualizada e ampl. – São Paulo: Blucher, 2011.

OLIVEIRA, Jéssica Clarisse. **Utilização de um biodigestor para tratamento de esgoto e geração de energia**: um estudo de caso na comunidade de Portelinha, RJ./ Jéssica Clarisse de Oliveira. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025008.pdf>> Acesso em: 10 abr. 2021.

PERMINIO, Guilherme Bezerra. **Viabilidade do uso de biodigestor como tratamento de efluentes domésticos descentralizado**. Lavras: UFLA, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/4546/1/Guilherme%20Perminio.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2021.

RIBEIRO, JW; ROOKE, JMS. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Juiz de Fora: UFJF, 2010. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoSa%C3%BAde.pdf>> Acesso em: 10 set. 2021.

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Esgoto – Curiosidades**. Aracruz, 2009. Disponível em: <<https://www.saaeara.com.br/informacao/esgoto---curiosidades/>> Acesso em: 26 set. 2021.

SANTOS, RAC. **Metanogênicas e biogás**. Rio Claro: UNESP, 2011. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/ib/ceis/mundoleveduras/2011/Metanogênicas.pdf>> Acesso em: 10 set. 2021.

SOUZA, KFO. **Fossas negras**: um problema para o meio ambiente e para a saúde pública. Ariquemes: FAEMA, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.faema.edu.br/bitstream/123456789/531/1/SOUZA%2C%20K.%20F.%20O.%20-%20FOSSAS%20NEGRAS..%20UM%20PROBLEMA%20PARA%20O%20MEIO%20AM>>

BIENTE%20E%20PARA%20A%20SA%C3%9ADE%20P%C3%9ABLICA.pdf> Acesso em: 4 mai. 2021.

SOUZA, JM. **A segurança do trabalho em obras de pequeno porte no município de Parnaíba – PI.** 2015. Disponível em: <encurtador.com.br/jkyP6> Acesso em: 12 set. 2021.

TONETTI, Adriano Luiz; et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas:** referencial para a escolha de soluções. /Ana Lucia Brasil, Francisco José Peña y Lillo Madrid, et al. -- Campinas, SP.: Biblioteca/Unicamp, 2018. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1cO4nMVULSRQstTNco5EP-V3dWYH43-0n/view>> Acesso em: 25 out. 2021.

TORRES, A; PEDROSA, JF; MOURA, JP. Fundamentos de implantação de biodigestores em propriedades rurais. **Revista Educação Ambiental em Ação**, artigo nº 40. 2012. Disponível em: <<https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1248>> Acesso: 20 mai. 2021.

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS EM VIAS VICINAIS

Clarice da Silva Gava¹, Clevison da Silva Jardim¹, Heloísa Costa Rodex¹, Béverson Beltrame Reis²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus/ES

²Especialista – Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

O uso de estabilizantes ecológicos tem se tornado uma excelente alternativa para correção e melhora de propriedades importantes nos solos. Na engenharia, na construção civil e obras de terra em geral, é de suma importância que os solos que as sustentam sejam adequados, e que possuam propriedades físicas e mecânicas que atendam as solicitações. Entretanto, nem sempre o local dispõe de um solo bom, que pode ser aproveitado, nesses casos, existem alternativas para lidar com esses estorvos. É nesse ponto em que se avalia a possibilidade de melhorar o solo local para que o mesmo possa atender às exigências a qual será submetido. Os estudos foram realizados através de pesquisas em artigos científicos, trabalhos publicados, sites e livros disponíveis na biblioteca digital, e tem como objetivo alcançar respostas sobre quais estabilizantes existentes no mercado, como eles atuam no solo e quais resultados apresentam após sua aplicação. Apesar da escassez de informações e a falta de legislação pertinente ao uso desses produtos, seu uso tem se mostrado uma alternativa com custos menores, impactos ambientais inferiores se comparado a outros meios, uma solução rápida ao bater de frente com solos ruins, sejam para fundações, barragens, rodovias vicinais e outras obras de terra. Tendo em vista que o a evolução precisa acontecer de maneira harmônica entre o homem e o planeta, e as soluções dos problemas que sucedem devem ser benéficas para ambos.

Palavras-chave: estabilizantes; oxnix; dynabase.

ABSTRACT

The use of ecological stabilizers has become an excellent alternative to correct and improve important soil properties. In engineering, civil construction and earthworks in general, it is extremely important that the soils that support them are adequate, and that they have physical and mechanical properties that meet the requirements. However, the place does not always have good soil, which can be used, in these cases, there are alternatives to deal with these obstacles. It is at this point that the possibility of improving the local soil is evaluated so that it can meet the requirements to which it will be submitted. The studies were carried out through research in scientific articles, published works, websites and books available in the digital library, and aim to reach answers about which stabilizers exist on the market, how they act in the soil and what results they present after their application. Despite the lack of information and the lack of legislation pertaining to the use of these products, their use has been shown to be an alternative with lower costs, lower environmental impacts compared to other means, a quick solution when facing bad soils, whether for foundations, dams, local roads and other earth works. Considering that the evolution needs to happen in a harmonious way between man and the planet, the solutions to the problems that follow must be beneficial for both.

Keywords: stabilizers; oxnix; dynabase.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início dos tempos, entende-se a necessidade que a busca pela evolução do ser humano fez com que fosse preciso mudar, inovar e se adaptar a novos modos de viver e conviver com os problemas surgentes. Sempre foi necessário mudar, sejam as

técnicas de construção civil, ou no campo na agricultura e pecuária. E o que elas têm em comum? A necessidade de conhecer, estudar e cuidar dos solos.

Na engenharia civil, o solo é de suma importância, pois é onde tudo começa. Rodovias, prédios, pontes e barragens, todos têm seu início no solo. O conhecimento a respeito dos solos auxilia nas etapas da construção civil onde ocorrem movimentações de terra, compactações de solos e preparos dos subleitos e camadas das pavimentações de rodovias entre outros. Não apenas conhecer e analisar os solos, mas se faz necessário a busca por métodos de melhorá-los, a fim de buscar alternativas viáveis socioeconômicas para realização dessas etapas. Portanto, não se pode deixar de enfatizar que uma questão importante na evolução que é o desenvolvimento sustentável, evoluir de maneira que seja sempre mantida uma boa relação do homem com o meio ambiente.

Assim, o estudo da aplicação de estabilizantes químicos nos solos para melhora de suas propriedades mecânicas, tornando-os mais resistentes a cargas e tensões, mais compactos e impermeáveis se torna uma alternativa bastante viável

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A estabilização de solos consiste em melhorar e estabilizar algumas propriedades dos solos, alterando e melhorando, dessa forma, resistência, permeabilidade e deformabilidade (CARVALHO, 2016). Atualmente existem diversos tipos de estabilizantes para os solos. Antes de abordar quais os tipos de estabilização é importante apresentar um breve estudo sobre os solos.

2.1 FORMAÇÃO DOS SOLOS

De acordo com Araguaia (2021), a formação dos solos se dá através da ação do intemperismo nas rochas. Suas propriedades físicas são determinadas de acordo com sua composição química, tamanho e formato dos grãos. Além disso, essas características definem de qual tipo de rocha o solo deriva. Para um bom entendimento sobre os solos, é necessário ter conhecimento sobre os tipos de rochas existentes na crosta terrestre, assim como sua composição mineral. Elas podem ser divididas em três tipos principais: rochas ígneas, rochas sedimentares e rochas metamórficas.

As rochas ígneas são aquelas formadas da solidificação decorrente do resfriamento do magma expelido do manto terrestre através das erupções. Na

decorrência desse fenômeno ainda abaixo da superfície são geradas as rochas intrusivas ou plutônicas. A erosão dos materiais que cobrem essas rochas ao longo do tempo pode deixá-las expostas na superfície.

As intempéries e erosão nas rochas geram sedimentos que podem ser transportados e, através da compactação, cristalização e sedimentação, dão origem às rochas sedimentares. As rochas sedimentares possuem resistência mecânica relativamente baixa e podem formar camadas com quilômetros de espessura (BARBOSA, 2021). Alguns exemplos dessas rochas bastante conhecidas no Brasil são as que formam a Chapada Diamantina (BA) e morros de Vila Velha (PR). Outro exemplo muito conhecido é o Gran Canyon, localizado no Colorado, EUA (BRANCO, 2015).

As rochas metamórficas são formadas através da ação do metamorfismo em outras rochas (ígneas, sedimentares e metamórficas). A alteração de pressão e temperaturas pode gerar desde pequenas deformações físicas a mudanças em sua composição mineralógica (BARBOSA, 2021).

2.2 ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS

A estabilização de um solo nada mais é do que um aprimoramento das propriedades do solo para que ele possa atender às exigências às quais serão submetidos. Ela se faz necessária quando há um estudo e análise prévia sobre um solo, onde se conclui que o mesmo possui propriedades físico-mecânicas que não atendem às exigências mínimas que lhe serão solicitadas. Para lidar com esse problema pode ser realizada a substituição do solo ruim, o que gera mais custos e uma maior emissão de poluentes, o que torna a estabilização uma alternativa muito mais viável. A estabilização de um solo representa qualquer modificação artificial introduzida no seu comportamento com a finalidade de possibilitar o seu emprego em obras de engenharia, adquirindo o processo um caráter quantitativo por meio de parâmetros inerentes a determinados critérios de projeto, como a resistência ao cisalhamento, deformação sob a ação de cargas, absorção de umidade, dentre outros (FURNALETTO, CARLOS, 2020).

Para Vargas (1981), o solo é estável quando há uma resistência, mesmo não sendo esta a maior que o solo possa oferecer, que se mantém permanente ao longo do tempo, independente das estações do ano e das condições de resistência e compressibilidade tornando-o pronto para o uso imediato. Sendo assim, existem vários tipos de métodos estabilizadores adequados para cada tipo de solo.

2.3 ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA

Para uma melhor compreensão da estabilização mecânica e preciso antes conhecer o solo. O solo é composto por sólidos, água e ar (presentes entre as partículas do solo). “O solo é um material constituído por um conjunto de partículas sólidas, deixando entre si vazios que poderão estar parcial ou totalmente preenchidos pela água.”, de acordo com Pinto e Negreiros (2015). Estes autores informam que são estabelecidas também, algumas classificações para a água contidas nos solos, sendo:

- água de constituição – é a que faz parte da estrutura molecular da partícula sólida;
- água adesiva ou adsorvida – é aquela película de água que envolve e adere fortemente à partícula sólida, e à qual já nos referimos;
- água livre – é a que se encontra em uma determinada zona do terreno, enchendo todos os seus vazios; seu estudo rege-se pelas leis da Hidráulica;
- água higroscópica – é a que ainda se encontra em um solo seco ao ar livre;
- água capilar – é aquela que nos solos de grãos finos sobe pelos interstícios capilares deixados pelas partículas sólidas, além da superfície livre da...”

Dentre estas supracitadas, algumas podem ser totalmente evaporadas através do efeito do calor, a uma temperatura acima de 100 graus Celsius, sendo elas: águas livres, capilares e hidroscópicas (PINTO, NEGREIROS, 2015). A estabilização mecânica consiste em alterar as proporções de sólido, líquido e gás do solo, podendo ser feito através de compactação ou alteração granulométrica (FURNELATTO, 2015).

2.4 ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA

Na estabilização química, são adicionados estabilizadores ao solo que o alteram através de reações químicas. Segundo Furlanetto (2020), os materiais mais comuns adicionados aos solos para realizar sua estabilização são o cimento, cal, betume, pozolana, dentre outros. Para realização deste tipo de estabilização são necessários estudos e análises realizadas em laboratório, a fim de encontrar proporções adequadas para alcançar o nível ideal de resistência e permeabilidade.

Cada solo deve ser analisado para a escolha de qual método necessário para corrigi-lo. Assim como os aspectos econômicos e técnicos estão diretamente ligados à maneira como serão realizadas as correções devidas no solo (FURNELATTO, 2015).

Algumas vantagens e fatores positivos apresentados por este tipo de estabilização seguem abaixo, segundo Ecolopavi® (2018, apud OLIVEIRA HUSS):

- os custos, normalmente, mostram-se reduzidos, mesmo no caso de jazidas grandes distâncias;
- facilidade e rapidez na execução de obras de terra, além da redução com despesas de transporte pelo uso de material do próprio local da obra;
- o solo pode ser remanejado em qualquer tempo, porquanto não perde suas características adquiridas;
- os equipamentos usados são os mesmos utilizados para os habituais trabalhos de terraplenagem ou para conservação de estradas, como: moto niveladoras, grades-de-discos, caminhões-pipa, tratores agrícolas, e rolos pé-de-carneiro;
- o custo de conservação é mínimo;
- os solos adquirem grande trabalhabilidade, tornando-se facilmente compactáveis;
- verificam-se redução da absorção de água, ascensão capilar, poder de sucção e expansibilidade;
- a presença de produtos químicos minimiza a agressão ao meio ambiente, por tornar desnecessária a exploração de jazidas de materiais naturais (estabilização granulométrica);
- aumenta a vida útil das camadas de um pavimento, sejam elas revestidas ou não, logo proporciona melhoria e conforto ao tráfego porque inibe o aparecimento de defeitos (patologias);
- garante uma maior proteção das camadas aos fatores climáticos, como geada e umidade excessiva;
- rapidez na execução, ou seja, da ordem de 1.600 a 2.000 m² de produção por dia.

Dessa forma é notório que existem inúmeras vantagens na estabilização do solo, não apenas técnicas, mas econômicas. Conhecendo seus tipos e como atuam no solo, se faz necessário pesquisar e conhecer os estabilizantes disponíveis no mercado brasileiro.

2.5 ESTABILIZANTES ECOLÓGICOS

Sua aplicação ocorre no solo local sem necessidade de transporte de outros agregados ou materiais para ser misturado ao solo. Dessa forma otimiza o trabalho a ser realizado tornando-o mais prático e eficaz. A vista disso, o custo para aplicação de estabilizantes ecológicos no solo é inferior a outros métodos de solução para pavimentação, segundo Carvalho (2016). Uma solução para correção e manutenção de rodovias vicinais entre os municípios e a zona rural. É comum essas rodovias apresentarem graves problemas decorrentes da ação do tempo e clima incidentes na região dificultando o tráfego. A utilização destes estabilizantes se mostra uma alternativa para sanar esse tipo de estorvo, pois o solo estabilizado apresenta melhoras para o

tráfego, além de possuir baixos custos econômicos, ambientais e sociais (CARVALHO, 2016).

2.6 ESTABILIZANTE QUÍMICO OXNIX

Em um estudo feito por Carvalho (2016) referente à aplicação do estabilizante OXNIX em estradas parques do Jalapão/TO, podem-se obter muitas informações sobre atuação deste produto no solo. No site da fabricante estão disponíveis as informações sobre o produto, que seguem abaixo:

O estabilizador de solos testado neste trabalho, Oxnix®, vem sendo utilizado a cerca de 30 anos, é fabricado por Copra Indústria, Comércio e Serviços Ltda, e representado pela empresa Brasileira Euromerko.

O estabilizante é de origem brasileira e foi desenvolvido pela empresa supracitada, é um aditivo de origem orgânica que impermeabiliza o solo, tornando-o estável e dando-lhe capacidade de suporte ao tráfego permanente, por tempo indeterminado.

O produto é um composto químico que através de seu processo altera as características físico químicas das matérias primas: Óleos Láuricos e resinas vegetais. A exemplo do que ocorre na natureza onde certos insetos e pássaros produzem um composto digestivo capaz de dar dureza e impermeabilidade a massa

32de argila, o produto tem este efeito de colágeno ligando os micro grãos de argila entre si o que resulta num composto extremamente resistente e impermeável.

É um aglutinante que atua sobre as partículas finas do solo, aumentando a sua capacidade de suporte para absorver cargas de tráfego, reduzindo sua expansão e sucção, dispensando a pedra e outros agregados no processo de pavimentação.

O Oxnix® é um composto organometálico alcalino proveniente de hidrocarboneto saturado de cadeia média, proporcionado na forma de pó de cor branco-amarelada, solúvel em água e de caráter não iônico.

O Oxnix® é incorporado ao solo com um dos reagentes recomendados para cada tipo de solo: sulfato de alumínio ou hidróxido de cálcio. A impermeabilização é obtida pela absorção do aditivo por parte das partículas argilosas do solo (que retém íons de alumínio ou de cálcio), produzindo mudanças na atividade superficial dessas partículas.

O mais importante é a sua capacidade de criar formações na massa do solo, que tendem a reduzir a capilaridade. Essas formações, no caso do uso de sulfato de alumínio, são um gel insolúvel. No caso de hidróxido de cálcio, silicatos e aluminatos de cálcio hidratados estáveis, possuem o poder de cimentação das partículas, que preenchem os micrósporos da massa de solo. Com isto, o solo fica impermeabilizado e estabilizado na presença de água. Esta formação dificulta a capacidade de sucção, de modo que, para aumentos de umidade até uma eventual saturação, os solos tratados com Oxnix® passam a perder proporcionalmente menos resistência em relação aos que não foram tratados.

(CARVALHO, 2016, s.p.)

É possível encontrar todas essas informações acessando o site da fabricante, assim como todas as informações, sua história, instruções para aplicação do produto, rendimento do mesmo, além de indicações para uso.

Seguem algumas informações sobre o Oxnix® retirados do site:

OXNIX Estabilizante químico de solos:

OXNIX é um aditivo químico de origem orgânica que impermeabiliza o solo, tornando-o estável e dando-lhe capacidade de suporte ao tráfego permanente. Atuando sobre as partículas finas do solo, OXNIX aumenta sua capacidade de suporte para absorver cargas do tráfego, reduz sua expansão e sucção, dispensando a pedra e outros agregados no processo de pavimentação. Essas características, aliadas à facilidade de aplicação e ao baixo custo, fazem do OXNIX o estabilizante de solos ideal para base, sub-base e reforço de subleito de rodovias, ruas, avenidas, aeroportos, pátios de descarga e etc. É o resultado da mais avançada tecnologia em estabilizantes químicos de solo, oferecendo eficiência, praticidade e economia. OXNIX é um composto orgânico-metálico alcalino derivado de hidrocarboneto saturado de cadeia média, apresentado na forma de pó, solúvel em água e de caráter não iônico. Um saco de OXNIX rende até 500m² de aplicação.

O OXNIX é ideal para aplicação em:

- Base e sub-base para rodovias de tráfego pesado, aeroportos e ferrovias.
 - Preparação de bases de pátios em geral;
 - Solução econômica para estradas vicinais, rurais, arruamentos de condomínios e loteamentos.
- (OXNIX, 2021)

O fabricante traz instruções e especificações quanto à aplicação do produto. O produto deve ser misturado na água em quantidades recomendadas para as dimensões da obra, após diluído diretamente no caminhão pipa, deve ser aplicado no solo a ser estabilizado. Seu rendimento especificado é de aproximadamente 500 metros quadrados para um saco com 20 kg de OXNIX.

2.7 ESTABILIZANTE QUÍMICO DYNABASE

Além do Oxnix, anteriormente citado, pode-se encontrar disponível no mercado o estabilizante DYNABASE. O site da fabricante traz informações quanto à sua composição, distribuição no solo, incorporação ao solo, umidade e como devem ser realizadas as etapas da aplicação.

Conheça o **Estabilizante Sólido DYNABASE!**

PRODUTO

O estabilizante DYNABASE é um produto com característica física sólida, coloração acinzentada, que na sua forma mais econômica, à granel, permite ser depositado a céu aberto por longo período, sem que ocorra qualquer alteração na sua qualidade e eficácia. É um produto que pode ser manuseado sem qualquer agressão ao ser humano e ao meio ambiente

ENSAIO DO SOLO

É recomendável que a aplicação do DYNABASE seja sempre precedida de ensaio em laboratório para caracterização do solo a ser utilizado na camada tratada. Esse procedimento é necessário, tendo em vista a importância em determinar o volume correto de produto a ser utilizado em cada obra.

DISTRIBUIÇÃO

A distribuição do DYNABASE pode ser executada de forma mecânica ou manual. O importante é que a cobertura seja feita de forma homogênea. O produto, após a distribuição, estando incorporado ao solo, permite que a obra seja temporariamente paralisada no caso de problemas técnicos ou mesmo na ocorrência de chuvas, não provocando nenhuma reação antes da compactação da área trabalhada.

INCORPORAÇÃO

A incorporação do DYNABASE ao solo é muito simples, podendo ser feita através de grade niveladora agrícola, pulverizadora, enxada rotativa ou diretamente na jazida. Quanto mais homogênea for a incorporação, melhor resultado prático será obtido na aglutinação das partículas finas do solo.

UMIDADE

É recomendável absoluto rigor na umidade final do solo tratado. É preciso que o material trabalhado esteja na umidade ótima em toda a extensão do trecho em execução.

COMPACTAÇÃO

A compactação deverá ser efetuada com equipamentos de dimensões, forma e peso dentro dos padrões necessários a cada tipo de solo utilizado, mantendo-se como parâmetro os resultados prévios obtidos em laboratório.

A operação de compactação deverá começar nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro nos trechos em tangente e da borda interna para a externa nos trechos em curva.

ACABAMENTO DA BASE

O acabamento final será executado pela motoniveladora e rolo pneumático, cortando e selando a superfície de forma a não permitir material solto nem pequenos aterros que resultariam em formação de lamelas. É recomendável executar a operação na umidade adequada, permitindo a realização de um corte espelhado e ideal para imprimação, quando for o caso. É importante salientar que o solo tratado com o estabilizante sólido **DYNABASE** proporciona condições de resistência ao tempo, mesmo com a incidência de chuva ocasional. Assim, oferece grande vantagem sobre as camadas tratadas com outros agregados como brita, cascalho, seixo rolado e outros, em que a camada tratada sofre infiltração e desagregação com a presença da água. (DYNABASE, 2021).

2.8.1 Pavimento rodoviário

Na NBR – 7207/82, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é possível encontrar a seguinte definição para pavimento:

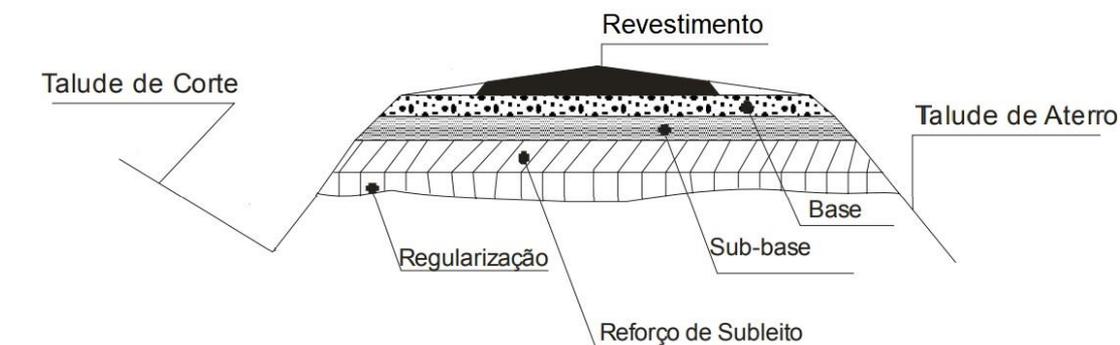
O pavimento é uma estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a resistir aos esforços horizontais que nela atuam, assim tornando mais durável à superfície de rolamento, melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança, resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego.

É importante compreender que o pavimento de uma rodovia é composto por um conjunto de camadas com espessuras finitas, onde cada camada possui materiais de diferentes resistências e deformabilidades de acordo com o nível em que se encontra,

como mostra o manual de pavimentação – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2006).

A Figura 1 abaixo mostra as camadas do pavimento:

Figura 6 - Camadas do pavimento



Fonte: Dandara (2019)

O pavimento é classificado, de uma forma geral, em flexível, semi-rígido e rígido (DNIT, 2006):

Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

Semi-Rígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

2.8.2 Vias Vicinais

É comum vias vicinais serem associadas a estradas de terra, ou até mesmo vias rurais sem importância. O termo “vicinal” vem do latim *Vicinalis*, que significa: “Aquela que faz ligação entre dois lugares, localidades ou povoações próximas”, ou seja, esse termo pode ser associado a uma via (que pode ou não possuir revestimento asfáltico) que liga dois pontos vizinhos, que tem bem definido uma origem e destino. Tais vias sofrem com as ações do clima ao longo do tempo, sejam períodos muito secos ou de extremas precipitações pluviais, dessa forma, a trafegabilidade da via quase sempre se encontra prejudicada, interferindo diretamente no seu uso, como no escoamento do

setor agropecuário, além de dificultar a mobilidade da população dependente da mesma. (ALMEIDA, 2019).

As Figuras 2 e 3 apresentam as condições das vias vicinais do campo em período chuvoso e seco:

Figura 7 - Vias vicinais em péssimas condições em períodos chuvosos



Fonte: (ALMEIDA, 2020)

Figura 8 - Vias vicinais em péssimas condições em períodos de seca



Fonte: (ALMEIDA, 2020).

A vista disso, é notável a necessidade de encontrar meios para solucionar tais situações. Dessa forma, a utilização de estabilizantes como solução para esses

problemas se torna uma alternativa técnica e econômica, assim como estudos práticos que comprovem seus resultados prometidos pela fabricante.

3 METODOLOGIA

O objetivo do estudo em questão é a análise de viabilidade técnica e econômica da aplicação de estabilizantes químicos em vias vicinais com o intuito de melhorar suas propriedades físico-mecânicas para que possam propiciar um melhor tráfego independentemente do clima da região, ou das estações do ano, já que essas estradas sofrem bastante com esses agentes naturais.

Foram realizadas pesquisas à respeito dos estabilizantes químicos disponíveis no mercado a partir de artigos e trabalhos publicados, como o da acadêmica Luana Carvalho, que tem como tema “Estudo da Viabilidade e uso dos estabilizantes de solo Oxnix na construção de estradas parques no Jalapão”, que tem como objeto de estudo o estabilizante Oxnix, assim como também pesquisas no site do fabricante. Além deste, outro artigo estudado foi o do acadêmico Gustavo Cypriano, com o tema “Estabilização de um solo argiloso com aditivo Dynabase para fins rodoviários”, que por sua vez, traz um estudo com o estabilizante Dynabase.

Os trabalhos e artigos estudados apresentam dados e resultados obtidos com ensaios com amostras de solos com a mistura com os estabilizantes, tanto o Oxnix como o Dynabase, possibilitando uma análise e comparação dos resultados alcançados com os parâmetros mínimos exigidos para camadas do pavimento exigidas pelo DNIT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O manual de pavimentação de 2006 do DNIT define como parâmetros mínimos para a camada de subleito no Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CRB – California Bearing Ratio), assim também como nos limites de expansão, como mostram as tabelas abaixo:

Tabela 2 - Limites de ISC e Expansão para camadas do pavimento

Camada do Pavimento	ISC	Expansão
Subleito	≥2%	≤2%
Reforço do Subleito	maior que o ISC do subleito	≤1%
Sub-base	≥20%	≤1%
Base	≥80%	≤0,5%

Fonte: (DNIT, 2006).

Comparando os resultados obtidos e apresentados por Carvalho (2016) quanto ao estabilizante Oxnix (Tabela 2):

Tabela 3 - Resultados dos ensaios de ISC e Expansão (Oxnix)

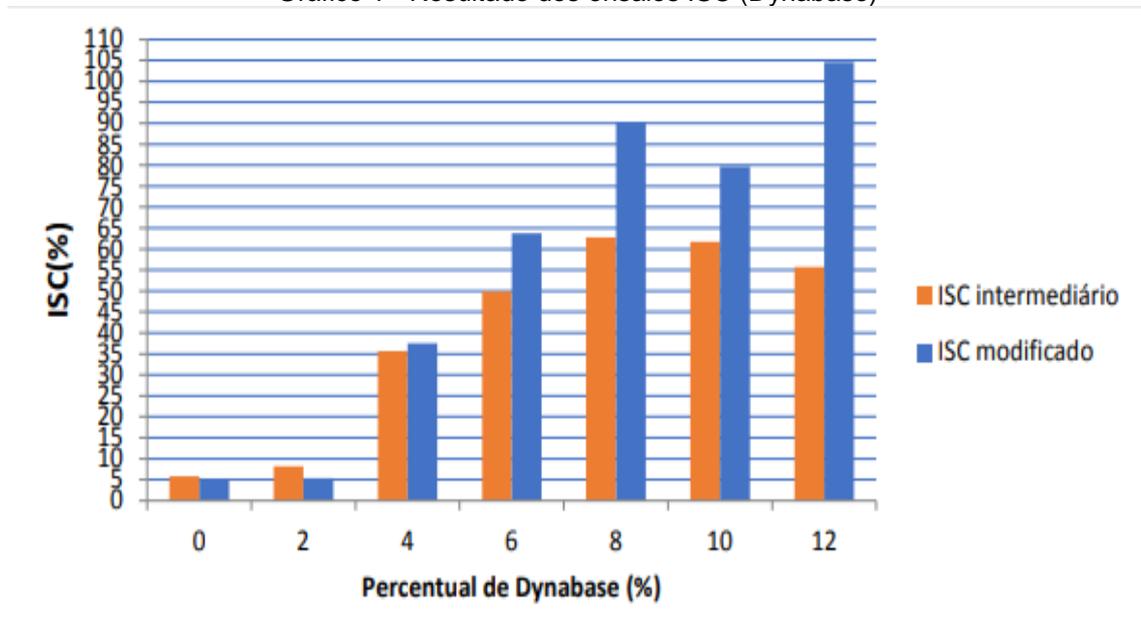
Característica	AM 1 (7%)	AM 2 (8%)	AM 3 (7%)	MÉDIA
ISC (%)	13,20	16,40	7,20	12,27
EXPANSÃO (%)	0,07	0,02	0,01	0,033

Fonte: (CARVALHO, 2016).

Nos dados mostrados anteriormente, o estabilizante Oxnix apresentou resultados médios de ISC = 12,27% e expansão = 0,033%, ambos se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pelo DNIT, além de apresentar melhoras quanto ao ganho de resistência se comparado com o solo sem o produto.

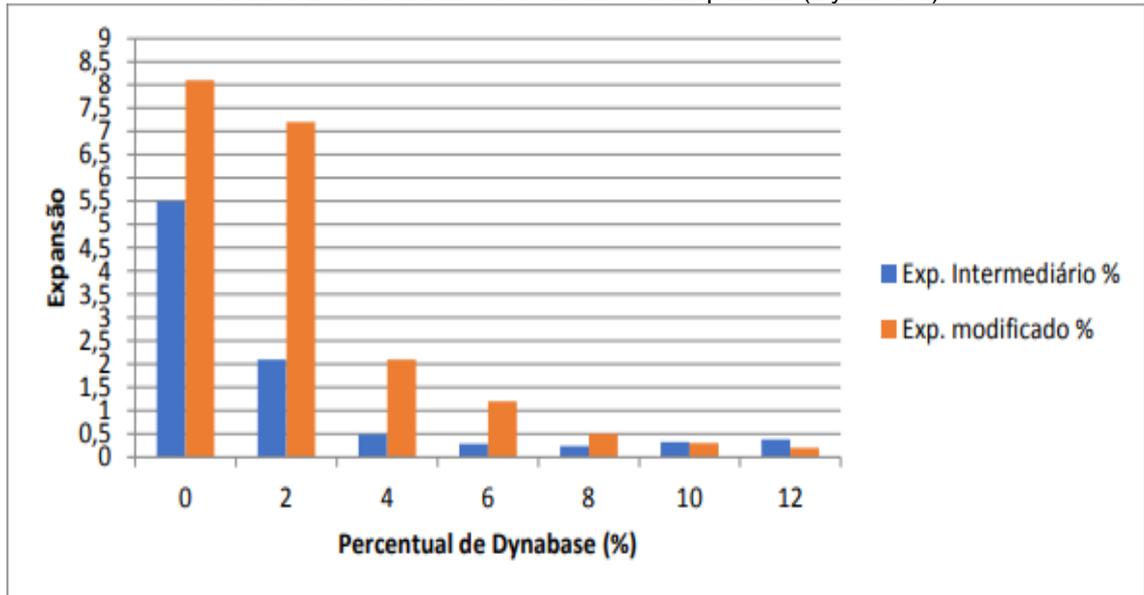
Resultados alcançados por Cypriano (2019) com o estabilizante Dynabase, são apresentados nos Gráficos 1 e 2:

Gráfico 1 - Resultado dos ensaios ISC (Dynabase)



Fonte: (CYPRIANO, 2019).

Gráfico 2 - Resultados dos ensaios de Expansão (Dynabase)



Fonte: (CYPRIANO, 2019).

Dessa forma, ambos estabilizantes estudados e analisados obtiveram resultados satisfatórios quanto ao ganho de resistência, assim como o atendimento aos limites estabelecidos pelo DNIT para a camada de subleito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito ao uso de estabilizantes químicos ecológicos com a finalidade de melhorar alguns atributos do solo, tornando-o mais apropriado para uso. São escassas as informações a respeito, são poucos os estudos que comprovem, na prática, os resultados apresentados após sua aplicação, além de não existir legislação específica pertinente.

Apesar disso, mesmo com uma escassez de estudos, o uso desse tipo de produto tem se mostrado uma excelente alternativa com custos baixos, se mostrando mais sustentável por não agredir o meio ambiente e diminuir a poluição gerada em movimentações de terras em taludes. Ademais, com o uso de estabilizantes visando o proveito do solo local, são reduzidas as explorações em jazidas e outros recursos não renováveis. Tendo em vista que os problemas decorrentes necessitam de soluções sustentáveis, e que apresentem os menores custos econômicos, sociais e ambientais.

É possível observar que a estabilização dos solos analisados por Carvalho (2016) e Cypriano (2019) se mostrou satisfatória, gerando um material mais resistente e durável

que o solo natural, se tornando uma excelente alternativa para recuperação e melhora de vias vicinais.

É importante frisar que os resultados obtidos nos solos analisados não refletem de maneira linear e igual para todos os solos, sendo necessários análises e estudos para cada tipo de solo, a fim de obter resultados consistentes e válidos. Dessa forma, sugere-se que sejam realizados estudos com amostras antes da incorporação de estabilizantes e/ou outros aditivos ao solo.

6 REFERÊNCIAS

ARAGUAIA, Mariana. **Constituição do Solo**. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/constuicao-solo.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BARBOSA, Elson. Educamaisbrasil. **Tipos de rochas**. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/tipos-de-rochas>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BRANCO, Percio Moraes Branco. **Os solos**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Os-Solos-2620.html>. Julho, 2015. Acesso em: 19 set. 2021.

_____. **Rochas**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Canal-Escola/Rochas-1107.html>>. Julho, 2015. Acesso em: 19 set. 2021.

CARVALHO, Luana Caroline. **Estudo da viabilidade e uso dos estabilizantes de solo Oxnix na construção de estradas parques no Jalapão**. Centro Luterano de Palmas, Tocantins, 2016. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwilkbaX-P7vAhWDdd8KHQO8AagQFjAFegQIBxAD&url=https%3A%2F%2Ffulbrato.br%2Fbibliotecadigital%2Fuploads%2Fdocument5d1ce9ea09004.pdf&usg=AOvVaw1UhVknPuodeyYYP66cIMCr>>. Acesso em: 15 mar.2021.

CYPRIANO, Gustavo Leal. **Estabilização de um solo argiloso com aditivo Dynabase para fins rodoviários**. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/7133/1/GustavoLealCypriano.pdf>>. Acesso em: 10 Abr. 2021.

DAS, B.M.; SOBHAN, K. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2019. 9788522128280. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522128280/>. Acesso em: 10 set. 2021.

DYNABASE. **DYNABAE estabilizante de solo**. Disponível em: <<https://www.dynabase.com.br/produto>>. Acesso em: 5 mar. 2021.

FURNALETTO, Pedro Carlos. **Estabilização do solo**: O que é e qual sua importância? Disponível em: <<https://neoipsum.com.br/estabilizacao-do-solo/>>. Agosto, 2020. Acesso em: 5 mar. 2021.

HENRIQUE, P. J. **Geologia Geral**. 7ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2017. 9788521634317. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521634317/>. Acesso em: 10 set. 2021.

HUSS, Fabio de Oliveira. **Estabilização química de solos para fins rodoviários**. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6927>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

OXNIX. **OXNIX estabilizante químico de solos**. Disponível em: <<https://www.oxnix.com.br>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Tipos de erosão"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/tipos-erosao.htm>. Acesso em abril de 2021.

PINTO, C.H.; NEGREIROS, C.A.; A., R.J.M.D. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações**: Fundamentos. Vol. 1, 7ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2015. 978-85-216-3005-0. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-3005-0/>. Acesso em: 05 maio 2021.

RAMIRO, Juliana. **Tipos de solos**: saiba quais são e os tipos existentes no Brasil. Boas Práticas Agrônômicas. Disponível em: <<https://boaspraticasagronomicas.com.br/artigos/tipos-de-solo/>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

TOLEDO, Maria Cristina Motta. **Universidade de São Paulo**: intemperismo e pedogênese. Disponível em: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action;jsessionid=C6402C91427129EE4AAFC926DA293ED2?idItem=398>. Acesso em: 05 mar. 2021.

Mundo Tecnológico

Apresentação

A revista Mundo Tecnológico publica trabalhos técnicos culturais, científicos e/ou acadêmicos, nas áreas ligadas aos cursos oferecidos de graduação, desde que atenda aos objetivos da Instituição. Admite-se, de preferência, autor pertencente à Faculdade, sem limitar, contudo, as contribuições e intercâmbios externos, julgados pelo Conselho Editorial, de valor para a Revista e, sobretudo, para a sociedade brasileira.

Normas de Publicação

Os originais entregues para publicação deverão ser assinados pelo autor e seguir as seguintes normas:

1 Texto

- 1.1 Os trabalhos devem ser inéditos e submetidos ao Conselho Editorial, para a avaliação e revista de pelo menos, dois de seus membros, cabendo-lhe o direito de publicá-lo ou não;
- 1.2 O texto deve ser apresentado em formato A4 (210x297mm);
- 1.3 Os trabalhos e artigos não devem ultrapassar o total de vinte laudas, em espaçamento normal; resumos de dissertação e monografia, duas laudas e resenhas e/ou relatos, não devem ultrapassar quatro laudas;
- 1.4 O texto deve ser entregue em CD e impresso, sendo composto no editor de texto Word for Windows, com fonte Time New Roman 12;
- 1.5 O trabalho deve apresentar obrigatoriamente:
 - Título;
 - Nome(s) do(s) autor(es)
 - Breve currículo do(s) autor(es), enfocando as atividades mais condizentes com o tema trabalhado;
 - Introdução;
 - Corpo do trabalho;
 - Resultado e/ou conclusões;
 - Referências bibliográficas.

2 Referências Bibliográficas

As referências bibliográficas deverão ser listadas imediatamente após texto, em ordem alfabética, obedecendo Normas Técnicas.

3 Citações

Qualquer citação no texto deverá ter obrigatoriamente identificação completa da fonte, acrescida da (s) página (s) de onde foi retirada a citação.

Pede-se aos autores

- Seguir rigorosamente o Manual de Normas Técnicas da Multivix, que se encontra a disposição de todos na Biblioteca e na intranet do site da Instituição;
- Linguagem condizente como produção científica, evitando abreviações, jargões e neologismos desnecessários;
- Objetividade quanto à construção do título do artigo;
- Apresentação do significado de cada sigla que conta do texto na primeira vez em que ocorre.

Considerações Finais

Os artigos são de inteira responsabilidade de seus autores e o Conselho de Editoração não se responsabilizará pelas opiniões expressadas nos artigos assinados.