

FAESF



CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS

PROF. ESP. LUANNA DE CARVALHO SANTOS (ORG.)



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

01

Estudo da Viabilidade do Piso Piezoelétrico em Obras Públicas

02

Mapeamento de uso e Ocupação do Solo Urbano: Suscetibilidade a Erodibilidade com Base na Pedologia na Cidade de Guadalupe - PI

03

Estudo da Aplicação do Isopor na Construção Civil em Floriano - PI

04

Estudo da Implantação de Materiais Térmicos em Floriano - PI

05

Estudo dos Combustíveis Renováveis no Transporte da Construção Civil

06

Biomarcadores para Detecção da COVID-19 em Redes Coletoras de Esgoto

07

Micro Purificação para Reúso de Água

08

Estudo da Utilização do Asfalto Modificado por Polímeros na Ciclovia de Floriano - PI

Apresentação e-book

Cidades Inteligentes e Sustentáveis

A proposta dessa obra é divulgar o resultado dos melhores trabalhos teóricos apresentados em formato de artigo para o e-book Cidades Inteligentes e Sustentáveis, realizados pelos alunos e professores do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Floriano – FAESF.

Importante frisar que este e-book relacionou alguns dos principais temas que estão atrelados a construção civil ao desenvolvimento sustentável em cidades, que podem ser aplicadas em diversas regiões. Na ocasião, cidades piauienses como Floriano, Guadalupe e Teresina são citadas como ótimos exemplos para que possam ser implantadas tecnologias das cidades sustentáveis.

A indústria da construção civil é um dos maiores setores responsáveis por grande parte dos problemas no meio ambiente, gerando resíduos sólidos que estão presentes em todos os tipos de obra, afetando e degradando o ambiente todos os dias nas pequenas e grandes cidades.

As cidades inteligentes e sustentáveis estão espalhadas pelo mundo e cada vez mais surgem com o propósito de melhorar a qualidade de vida da população, com desenvolvimento urbano e tecnológico, mobilidade urbana, redução de desperdícios nas construções, gestão em segurança, saúde, educação e economia, entre outros. Estudos voltados para a sustentabilidade na construção civil demonstram que: garantir que antes, durante e após a finalização das construções sejam feitas ações que reduzam o impacto ambiental nas cidades,

Nesse sentido buscamos abordar nos artigos estudos que buscam diversas ideias sustentáveis que podem atenuar o impacto ambiental com o uso consciente de materiais; o mapeamento do uso do solo; a aplicação de materiais, como o isopor, que podem ser reutilizados na execução de obras; propostas para melhoria na execução das estradas em alternativas que gerem energia, seja drenantes, tenham conforto térmico, baixa produção de ruídos e/ou naturais; utilização dos combustíveis renováveis no transporte; uso de marcadores biológicos nas redes coletoras de esgoto e micro purificadores para poder reutilizar água.

A relação ensino, pesquisa e extensão são básicas, e foi o direcionamento que procurou-se construir ao longo do desenvolvimento dos artigos no curso. Diversas leituras foram direcionadas para embasamento teórico sobre temas, coletas de dados em fontes primárias e secundárias, seleção de materiais coletados, análises, críticas e discussões, foram procedimentos metodológicos adotados para estes estudos.

Assim, deve-se aqui agradecer o incentivo à pesquisa da Dra. Marina Bucar, Coordenadora do Núcleo de Iniciação Científica da FAESF, aos docentes orientadores dos artigos que, com suas experiências acadêmicas e profissionais, forneceram caminhos a serem seguidos pelos alunos, que optaram por se aprofundarem em temáticas que podem continuar estudando no decorrer da sua vida profissional, e aos colaboradores que nos ajudaram na publicação.

Prof. Esp. Luanna de Carvalho Santos

Organizadora do e-book Cidades Inteligentes e Sustentáveis do curso de Engenharia Civil da FAESF

DIREÇÃO DO NÚCLEO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAESF

DRA. MARINA BUCAR

SUBCOORDENADORA DO NÚCLEO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAESF

PROF. ME. RUTH OTAMARIA DA SILVA AIRES

DIREÇÃO EDITORIAL

PROF. ESP. LUANNA DE CARVALHO SANTOS

ORGANIZADORA

PROF. ESP. LUANNA DE CARVALHO SANTOS

REVISÃO GERAL

PROF. ESP. LUANNA DE CARVALHO SANTOS E PROF. SAVIO TORRES MELO

CAPA

PROF. ESP. LUANNA DE CARVALHO SANTOS E ANNELI PAULE CAVALCANTI RAMOS

ÁREA DE CONHECIMENTO

ENGENHARIAS

PRODUÇÃO EDITORIAL

FAESF

CONSELHO EDITORIAL

PROF^a ESP LUANNA DE CARVALHO

PROF^a M.e AMANDA BARBOSA

PROF^a ESP. FRANCISCA ITAYNARA ARAÚJO

PROF. M. e SÁVIO MELO

PROF. ME. FRANCISCO CABEDO

PROF. ESP THIAGO PIAUILINO

PROF. ME. RUTH AIRES

PROF. ME. ROMULO MADEIRA

ALUNOS

ADERIVALDO MUNIZ

BRUNO LIMA

FRANCISCO MARQUES FILHO

GABRIEL DE SOUSA

GIOVANNA MORAIS

HORTÊNCIA ARAÚJO

JOSÉ VICTOR BARBOSA

JOSÉ NISVALDO ALENCAR

LUCAS VIEIRA

MAYKON SÁ

MOISES CABEDO

PAMELA DE MACEDO

ROVANA DUARTE

VICTOR SIQUEIRA

VICTOR MEIRELES

ESTUDO DA VIABILIDADE DO PISO PIEZOELÉTRICO EM OBRAS PÚBLICAS

Lucas Vieira de Sousa Oliveira¹ José Nivaldo Alencar de Sousa Junior¹
Sávio Torres Melo²

Resumo:

O Brasil, por ser um país com a economia voltada principalmente para o modal rodoviário, necessita de inúmeras vias pavimentadas e com o mínimo de patologias possíveis, pelo simples fato de proporcionar rapidez no transporte e segurança aos seus usuários. Devido à necessidade de melhorias em estradas, buscando diminuir o impacto ambiental, o uso de materiais ou ideias sustentáveis relacionadas às vias estão sendo colocadas em prática ao longo do tempo, através de propostas que gerem energia, drenantes, com conforto térmico, baixa produção de ruídos e/ou naturais, dentre outras. Neste trabalho será realizado um estudo da viabilidade do piso piezoelétrico no município de Floriano - PI, a fim de realizar uma análise referente à geração de eletricidade. Diante do projeto e quantidade de energia gerada realizada deste piso sustentável não corresponde a uma viabilidade vantajosa devido à quantidade de comparativos ser menor em relação aos benefícios para abastecer construções de origem pública.

Palavras-Chave: Sustentabilidade. Piso Piezoelétrico. Eficiência.

Abstract:

As Brazil is a country with an economy mainly focused on road transport, it needs numerous paved roads and with the least possible pathologies, simply because it provides speedy transport and safety to its users. Due to the need for improvements in roads, seeking to reduce the environmental impact, the use of sustainable materials or ideas related to roads are being put into practice over time, through proposals that generate energy, drainage, with thermal comfort, low production of noise and / or natural, among others. In this work, a study of the viability of the piezoelectric floor in the municipality of Floriano - PI will be carried out, in order to carry out an analysis regarding the generation of electricity. In view of the budget made, the final cost of this sustainable floor does not correspond to a sufficient generation of energy to supply public buildings.

Keywords: Sustainability. Piezoelectric floor. Budget.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma alta porcentagem na malha rodoviária referente ao pavimento flexível formado por Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), ou mais conhecido como asfalto, pelo fato do seu custo ser bem menor diante de outros tipos de pavimentos, favorecendo o seu investimento neste material.

O pavimento flexível apresenta melhores oportunidades de práticas sustentáveis. A própria reciclagem do pavimento betuminoso consiste em uma alternativa mais econômica e ecológica, permitindo assim um ciclo de vida maior ao pavimento, poupando recursos naturais (Texeira, 2019). O emprego de materiais anteriormente descartados nas revitalizações de pavimentos flexíveis gera uma diminuição de depósitos de aterro e uma recuperação das propriedades originais dos ligantes asfálticos, além disso, existe uma ampla combinação com outros materiais, borracha de pneus velhos, asfalto poliméricos, misturas mornas, dentre outras, garantindo soluções ambientais e sociais, como drenagem da água da chuva e diminuição de ruído dos carros, propiciando um melhor conforto e segurança aos usuários, conforme pode ser visto na figura 1.



(a)

EcoPavimento



(b) Noxer



(c) Asfalto-Borracha



(a) EcoPavimento

Figura 1 – Tipos de Asfaltos Sustentáveis
Fonte: Eco Desenvolvimento, 2011

Diante das possibilidades apresentadas referentes a pavimentos sustentáveis, esta pesquisa compreende em analisar uma nova forma sustentável de aplicação diante do meio público providenciando eletricidade pelo constante movimento de veículos na via, através do piso piezoelétrico.

Este trabalho está organizado nas seguintes seções: a seção 2 apresenta uma análise e procedimentos do piso piezoelétrico; a seção 3 mostra os procedimentos realizados para conseguir os dados do orçamento; a seção 4 retrata os resultados deste estudo, mostrando os projetos e realizando uma análise diante da percepção da geração de energia e, por fim, na seção 5 apresentadas às conclusões da pesquisa.

2. PISO PIEZOELÉTRICO

O pesquisador Walter Katsumi Sakamoto da Universidade Estadual Paulista (Unesp) realizava testes em placas formadas de compósitos cerâmicos nanométricos em formato de filmes, com intuito de absorver energia através da piezoelectricidade, ou seja, provocada pela pressão do movimento de pedestres, animais ou automóveis nas pistas, em outras palavras, no deslocamento do veículo,

o pneu provoca na superfície uma pressão vertical resultante do seu peso e velocidade, realizando uma transmissão ao gerador produzindo eletricidade como pode ser observado na figura 2 (Teles, 2010).



Figura 2 – Piso Piezoelétrico Fonte: Teles, 2010

Contudo, realizar procedimentos para implantar este tipo de tecnologia no pavimento consiste em compreender o seu funcionamento e detectar padrões de utilidade em vias, para assim observar a sua finalidade juntamente com os benefícios aos quais podem ser adquiridos com a sua instalação.

2.1. Piezoelectricidade

Por volta de 1880, os irmãos Jacques e Pierre Curie descobriram a capacidade em cristais de realizar a distribuição de elétrons através da pressão mecânica exercida em uma peça transformando essa intensidade em energia elétrica, no qual nomearam de piezoelectricidade, conforme apresentado na figura 3 (Pereira, 2010). A preocupação dos irmãos Curie correspondia ao fato dessa geração de energia realmente ocorrer durante a utilização desses cristais, então realizaram um teste contrário para assim comprovar o efeito existente, e diante da tensão elétrica exercida no cristal houve a confirmação da variação no tamanho de forma expansiva ou contraída, chamado efeito piezo inverso.

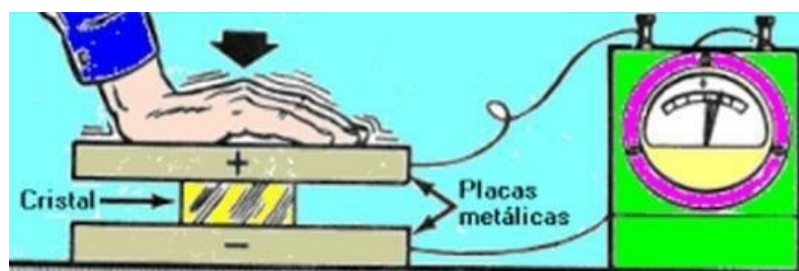


Figura 3 – Piezoelectricidade Fonte: Martins, 2016

Os cristais são formados por diversos materiais cristalinos com o efeito direto ou indireto mencionado anteriormente. Em Schertel *et al* (2014), no seu interior, os átomos eletricamente neutros estão em constante movimento aleatório (figura 4a), até o momento da aplicação de características mecânicas (pressão, tensão, etc.) no material provocando uma deformação no elemento, para aproximar os dipolos elétricos em uma área, prestes a gerar uma diferença de potencial (DDP) originando uma tensão elétrica no interior desses cristais (Figura 4b).

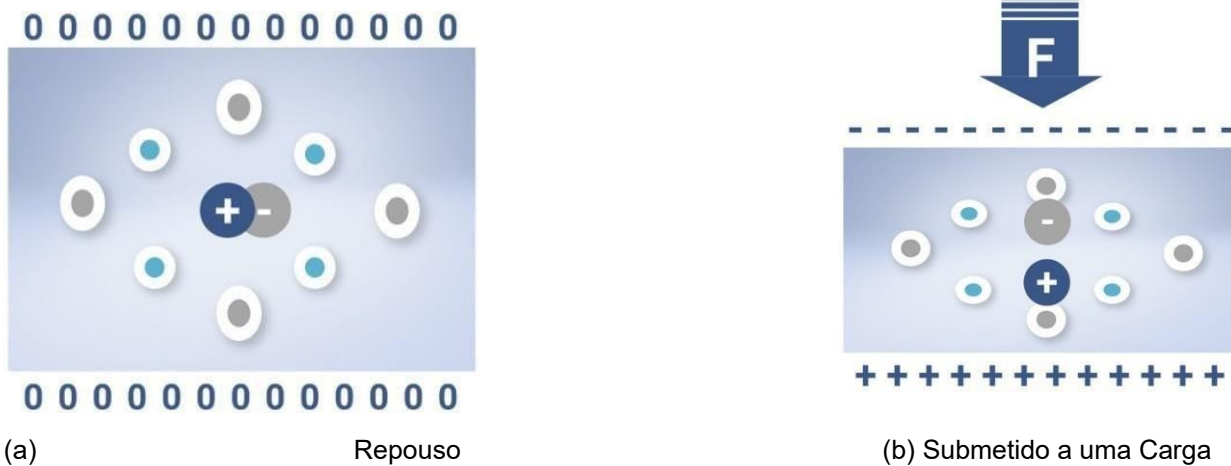


Figura 4 – Funcionamento do Cristal Piezoelétrico
Fonte: Kleckers, 2008

A dificuldade em trabalhar com a piezoelectricidade corresponde ao fato de encontrar material que apresente um tamanho ideal e boa dispersão, para assim obter bons resultados na geração de energia, como o polifluoreto de vinilideno (PVDF), o poliéter-éter-cetona (PEEK) e o titanato zirconato de chumbo (PZT). Diante dos elementos mencionados, o PZT apresenta melhores resultados em pesquisas realizadas no Departamento de Química Tecnológica da UNESP, conforme mencionadopela professora do departamento Maria Aparecida Zaghete Bertochi, pois neste composto apresentaestruturas de Perovskita (figura 5) formadas pelo íon de titânio cuja localização esta fora do eixo central não provocando uma neutralidade no cristal dando origem a uma polaridade elétrica (Teles,2010).

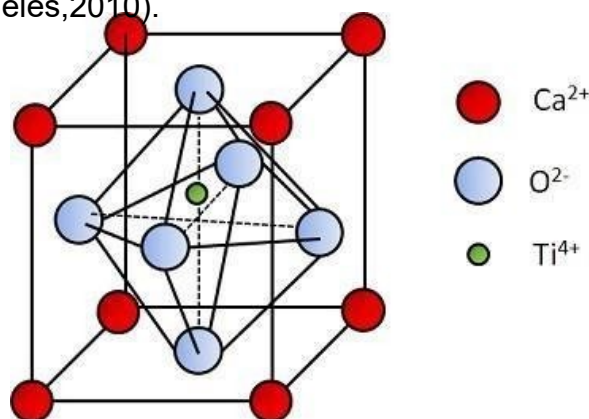


Figura 5 – Estrutura PerovskitaFonte: Martendal, 2016

2.2. Dispositivo Piezoelétrico

A ação da piezoelectricidade funciona de forma momentânea dependendo exclusivamente da intensidade de força aplicada, pois quanto maior a força, maior será a energia produzida. Esse fato ocorre devido à modificação na posição dos íons centrais mediante a carga submetida na peça, influenciando diretamente na polarização do material provocado uma diferença de potencial significativa em certo período de tempo (Costa *et al*, 2016).

O projeto consiste em beneficiar o meio ambiente e garantir uma energia limpa, mas o seu funcionamento requer bastante cautela, funcionando através de um sistema composto por três etapas:

- **Proteção:** As peças para proteger o dispositivo correspondem as duas placas entre o elemento piezoelétrico, pelo fato da fragilidade do mesmo e como alternativa para aumentar a área de

contato assim facilitando uma maior obtenção de carregamento;

- **Transformação:** Esta etapa representa a parte principal do aparelho, contendo o cristal piezoelétrico, para gerar eletricidade pela pressão exercida sobre a peça inteira e conduzir essa eletricidade pelos eletrodos;

- **Distribuição:** Após a transformação e a condução pelos eletrodos, toda essa energia deve ser depositada em uma bateria ou diretamente distribuída para locais de acesso à rede elétrica (postes, semáforos, etc).

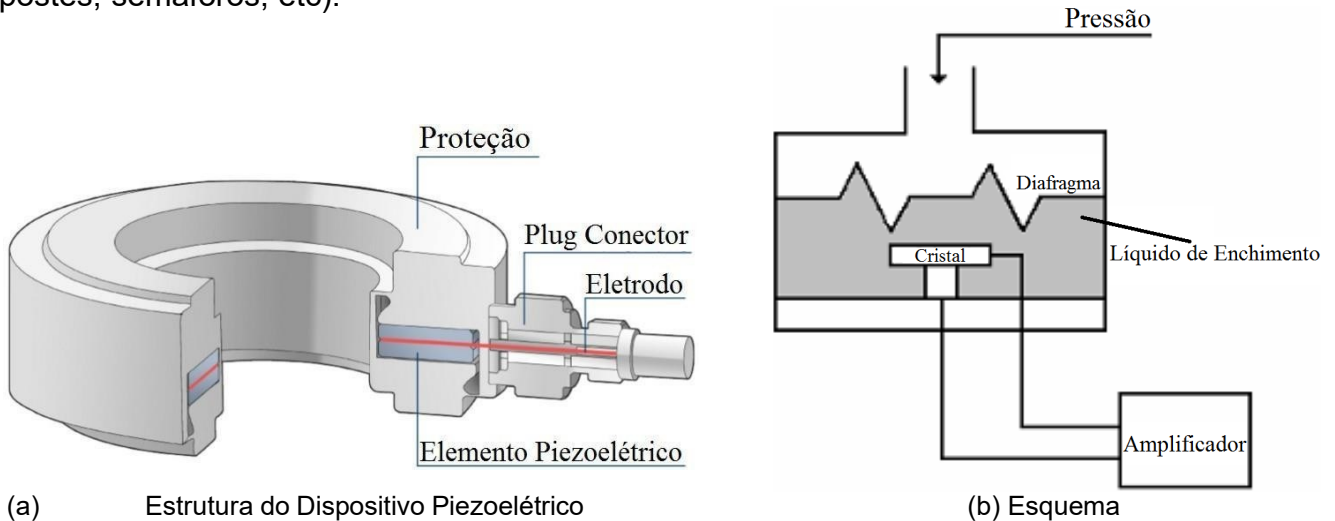




Figura 6 – Projeto Piezoelétrico Fonte: Kleckers, 2008

2.3. Aplicação de Projetos Piezoelétrico

A intenção de obter conhecimento sobre projetos piezoelétricos consiste em afirmar sobre quaisquer avanços tecnológicos em pesquisas para facilitar a captação e distribuição de eletricidade por meio de fontes alternativas e de certa forma limpa, pois a fonte de energia corresponde apenas à força aplicada sobre o cristal para gerar a eletricidade e desse modo possa proporcionar uma melhor disponibilidade e além da diminuição de poluição (Almeida, 2018).

Existem algumas alternativas de geração de energia pela piezoelectricidade, conforme pode ser descrito a seguir:

Tabela 1 – Aplicações da Piezoelectricidade

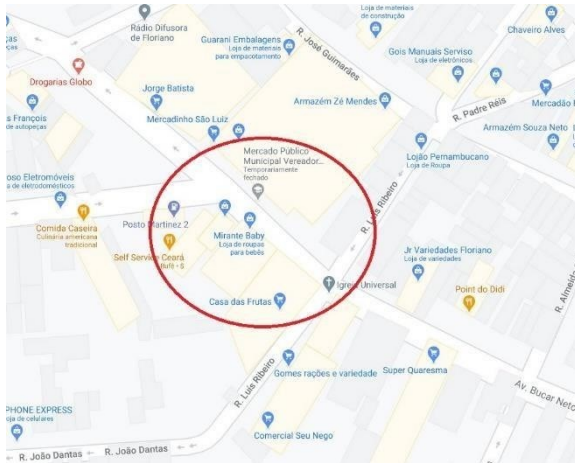
Aparelho	Descrição	Representação
Pneu	A geração de eletricidade por esse dispositivo corresponde a um material chamado BHO3 colocado no pneu, como se fosse nanogerador equipado dentro do pneu, tornando termo-piezolétrico para captar energia por meio do calor do solo, atrito e raios solares, para assim recarregar a bateria em carros elétricos. A Goodyear mostrou um protótipo no Salão de Automóvel de Genebra	 <p>Formato</p>  <p>Nanogeradores</p>

Tênis	<p>Consiste em geradores de eletricidade portáteis acoplados dentro do aparelho, a fim de proporcionar eletricidade por meio da pressão exercida de diferentes formas:</p>	
Piso	<p>1. Pessoas – devido ao movimento em cima do tênis ou pisos de calçadas, abastecendo carga suficiente para dispositivos portáteis como celular e tablets ou para gerar iluminação em lojas ou eventos;</p>	
Estradas Rodoviárias e Estradas Ferroviárias	<p>2. Veículos Terrestres – o movimento do carro, caminhão, trem, etc em cima da pista (rodoviária ou ferroviária) provoca eletricidade para alimentar postes de energia no caso de estradas ou mecanismos do próprio trem e dos trilhos;</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="911 613 1099 875">  <p data-bbox="938 909 1026 931">Estradas</p> </div> <div data-bbox="1177 613 1485 875">  <p data-bbox="1286 909 1337 931">Trem</p> </div> </div>
Aeroplanos	<p>3. Veículos Aéreos – a pressão do vento na cauda ou nas asas de aviões, boeings, etc poderia providenciar eletricidade em diversos mecanismos do aeroplano.</p>	
Windstalks	<p>Outra forma de aplicação da força dos ventos consiste em utilizar a energia eólica sem aquelas hélices e sim lâminas das turbinas eólicas por hastes, semelhantes a finas taboas chamadas de windstalks, onde a pressão dos ventos aplica uma força gerando eletricidade.</p>	

Fonte: Adaptado de Silva *et al*, 2016

3. MÉTODO DE ANÁLISE

A metodologia realizada para esta pesquisa consiste em verificar a implantação do projeto piezoelétrico em rodovias no município de Floriano – PI, a fim de destacar a sua importância como alternativa para ganho de energia de forma sustentável. Diante disso, a avenida escolhida para o estudo corresponde a Bucar Neto (figura 7) localizada bem no centro de Floriano, pois a mesma apresenta uma zona de comércio favorável, possibilitando assim um fluxo de veículos e pedestres bastante elevado.



(a) Localização da Aplicação



(b) Tamanho do Trajeto



(c) Trajeto de Ida



(d) Trajeto de Volta

Figura 7 – Avenida Bucar Neto Fonte: Google Maps, 2020

A perspectiva de análise para o trabalho corresponde apenas um trecho de 55 metros de toda a avenida devido ao fato da grande extensão que a mesma apresenta. Dessa forma, toda a execução se torna mais clara e eficiente para assim possibilitar a viabilidade no trajeto e uma melhor compreensão através dos seguintes procedimentos:

- **Projeto:** Desenvolver um esquema mostrando detalhadamente o procedimento colocando cada um dos dispositivos piezoelétricos e realizando a condução a meios alternativos (postes, armazenamentos internos, mercados e moradias locais), com o propósito de delimitar toda a condução de energia local;
- **Energia Produzida:** Realizar os cálculos suficientes para prever uma estimativa da quantidade de veículos e descobrir a capacidade de energia que pode ser armazenada durante o percurso, a fim de disponibilizar dados suficientes para mostrar os proveitos desse dispositivo na região da sua instalação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os procedimentos para execução se iniciam com meios de realizar a transferência de energia mecânica em energia elétrica pelo dispositivo, para isso o importante consiste em dispor de toda a pressão exercida na pista, dessa forma a aplicação dos dispositivos pode ser providenciada de duas formas:

- **Caminho do Pneu dos Veículos:** Todo e qualquer veículo apresenta dois eixos de pneus, o que torna essencial a execução dos dispositivos em duas partes da estrada, ou seja, o próprio comprimento do pneu para cada um dos eixos, a fim de aumentar o alcance de pressão exercido na pista de forma longitudinal, conforme pode ser observado na figura 8a;
- **Extensão do Pneu dos Veículos:** Como afirmado anteriormente todos os veículos apresentam dois eixos para os pneus, delimitando dessa forma a extensão do pneu obtendo uma maior área de contato para acontecer um melhor desempenho da influência de pressão, ou seja, a

largura do pneu para cada um dos eixos, assim mostrando o alcance de pressão exercido na pista de forma transversal, como pode ser visualizada na figura 8b.

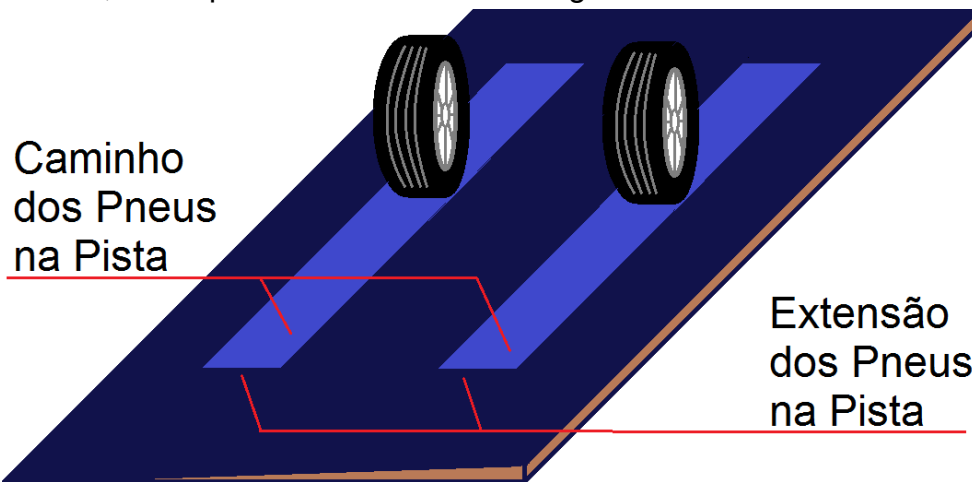


Figura 8 – Delimitação dos Eixos para a Pista. Fonte: Autores, 2020

Diante das formas comentadas, a intenção corresponde em delimitar o dispositivo no asfalto, a fim de providenciar toda e qualquer energia elétrica provocada pela pressão dos veículos que passam pela avenida, dessa maneira o esquema do dispositivo para ser aplicado na pista apresenta o seguinte aspecto:

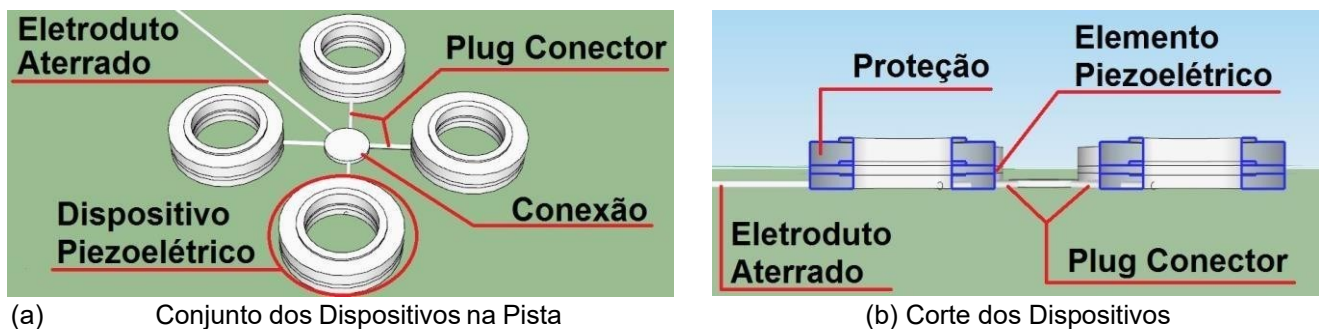


Figura 9 – Projeto Piezoelétrico na Pista
Fonte: Autores, 2020

O esquema atende a justificativa do tamanho e a quantidade de dispositivos posicionados no asfalto perante a movimentação de veículos na avenida, para determinar todo o procedimento de instalação final do trabalho. A tabela a seguir mostra as características de cada um dos aparelhos:

Tabela 2 – Partes e Componentes do Projeto Piezoelétrico na Pista

Partes	Descrição	Componentes	Dimensões
Externa	Representa os elementos de transmissão dessa energia transformada, seja para o armazenamento ou para transmitir a zonas de comércio locais	Eletroduto Aterrado	Variável
		Conexão	Espessura de 2cm e diâmetro de 8cm
		Plug Conector	1/2"
		Dispositivo Piezoelétrico	Espessura de 8cm, diâmetro externo de 22cm e interno de 20cm
Interna	Consiste em todos os procedimentos para realizar a transformação de energia mecânica em elétrica	Proteção	Espessura de 3,5cm, diâmetro externo de 22cm e interno de 20cm
		Elemento Piezoelétrico	Espessura de 1cm, diâmetro externo de 22cm e interno de 20cm

Fonte: Autores, 2020

O tamanho de cada aparelho prevalece através da extensão dos pneus de veículos na pista,

pois o fato de existir diversas larguras de pneus no mercado, o planejamento corresponde em

colocar medida que satisfaça a qualquer situação e a quantidade de dispositivos valoriza bastante a área de contato, visto que o pavimento flexível apresenta deformações excessivas ao longo do seu comprimento proporcionando uma melhor valorização de pressão, com a finalidade de proporcionar mais energia elétrica.

O projeto final corresponde em instalar os dispositivos em todo o trajeto do estudo e verificar a quantidade de energia produzida destacando os meios de distribuição e armazenamento, a fim de tornar mais claro todos os procedimentos mostrados. A imagem a seguir mostra o este projeto final:

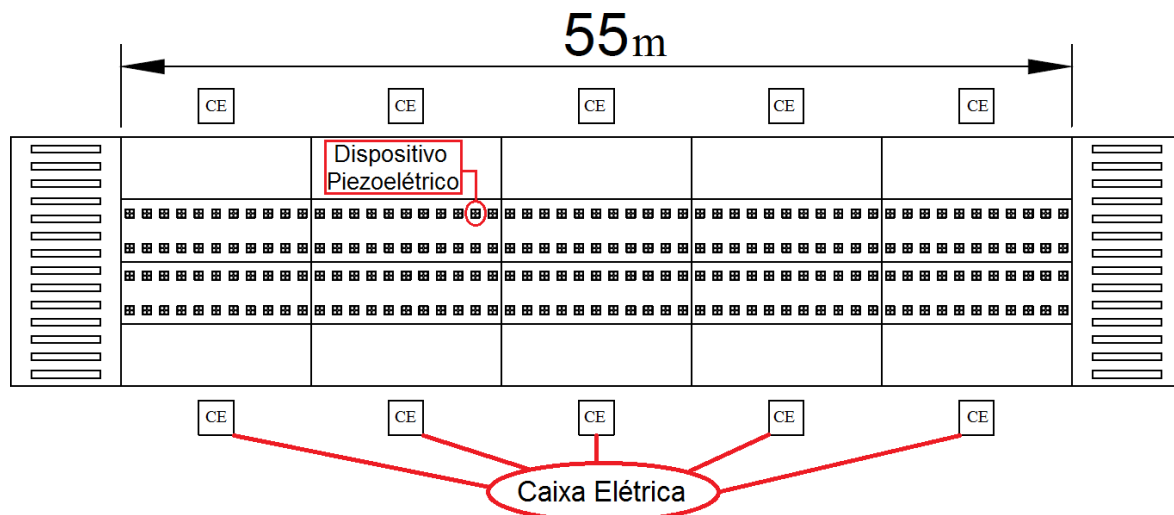


Figura 10 – Representação da Implantação de cada Dispositivo na Pista Completa
Fonte: Autores, 2020

O trajeto corresponde uma via de mão dupla, beneficiando o caminho com quatro faixas acopladas ao conjunto de dispositivos piezoelétricos (figura 9a), proporcionando 55 conjuntos em uma faixa para um pneu, totalizando 220 dispositivos no total. Para facilitar a distribuição e armazenagem, a instalação de caixas elétricas a cada 11m foram necessárias, com a intenção de melhorar as concentrações de energia armazenando em uma bateria para o uso posterior e facilitar a distribuição local.

A ideia referente à vista superior dos conjuntos de dispositivos, mostra como ficou o trajeto inteiro do estudo, porém existe outro critério de análise, o correspondente à perspectiva deste conjunto aterrado no asfalto. A importância de apresentar essa parte equivale a afirmar o desenvolvimento de todos os procedimentos de execução, então essa etapa poderia ter sido realizada durante a construção da via ou depois de construída, desde que seja desempenhada perfeitamente. Para isso, a implantação fica proporcional entre a camada da base e do revestimento, a representação transversal fica da seguinte maneira:



Figura 11 – Representação da Implantação dos Dispositivos de forma Aterrada
Fonte: Autores, 2020

Diante de todos esses procedimentos apresentados, a fim de realizar uma melhor percepção de como esses aparelhos ficariam na via e com o propósito de mostrar a armazenagem e distribuição existente foi realizado uma visualização da perspectiva do pavimento diante das vistas para assim possibilitar uma melhor compreensão da viabilidade em questão, conforme pode ser observado a seguir:

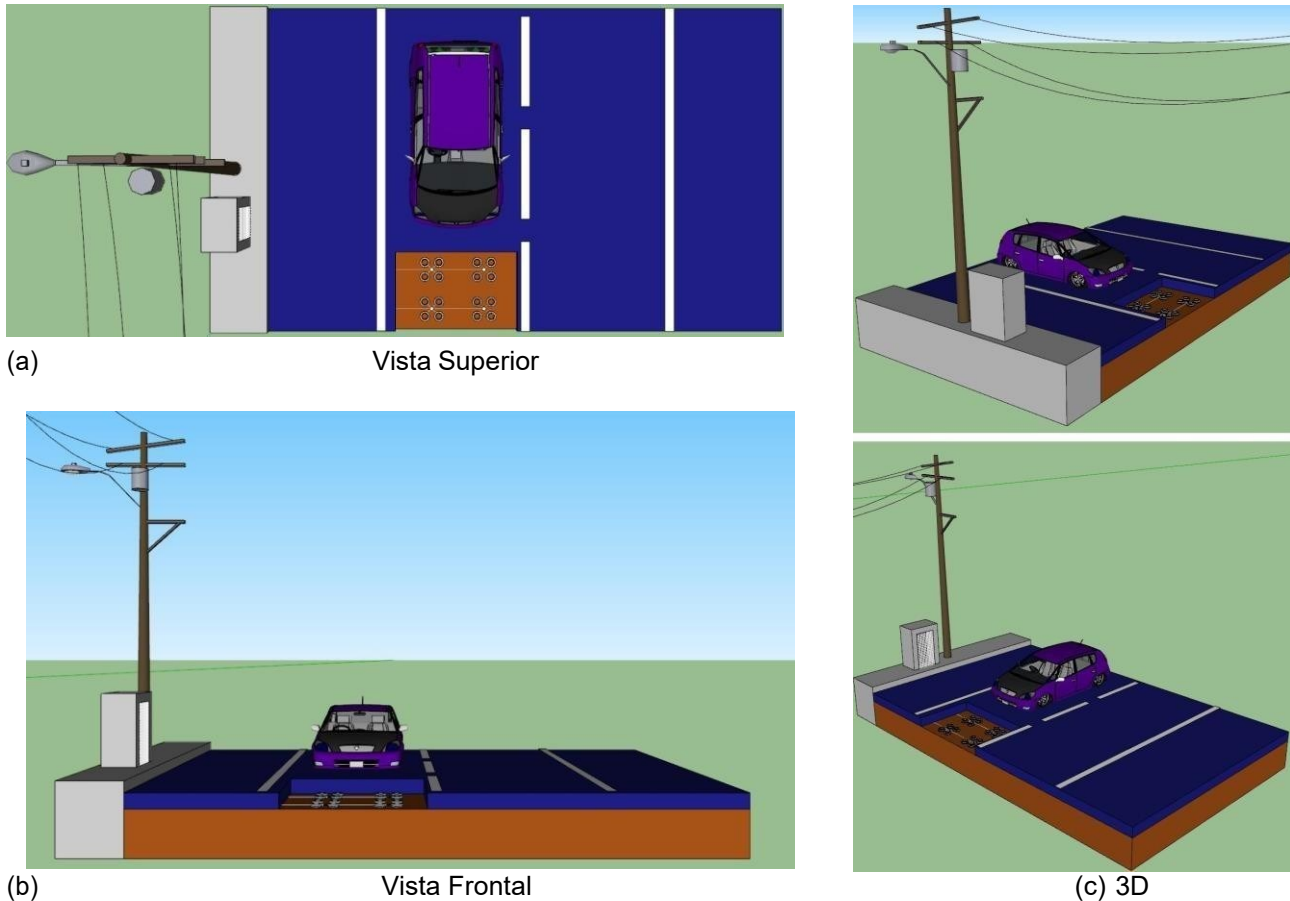


Figura 12 – Perspectivas da Avenida Fonte: Autores, 2020

O cálculo da geração de energia elétrica está atribuído através da quantidade de veículos, quantidade de faixas e o tamanho do trajeto, pois todas essas variáveis trabalham de forma proporcional e de instantânea, justamente pelo fato da calibração dos aparelhos relacionados aos teores de transformação de energia mecânica em elétrica.

Em um estudo realizado na empresa Innowattech, o professor Haim Abramovich, mostra uma pesquisa realizada em um trajeto de praticamente 1,6 km com quatro faixas, tendo uma circulação de aproximadamente 1000 veículos por hora gerando cerca de 0,4 MW, no qual esse tanto de energia poderia alimentar 600 casas. Como mencionado anteriormente, a pista apresenta cinco divisões de 11 metros cada e duas faixas de veículos para quatro faixas de locação dos dispositivos piezoelétricos (figura 10). Diante disso, o cálculo representativo para verificar o quanto cada carro passando pela avenida produz, corresponde a uma regra de três simples:

Tabela 3 – Estudo Comparativo para Determinação da Energia

Estudos	Quantidade de Dispositivos Piezoelétricos	Energia Produzida (Wh)
Ecogreen	1	10
Florianópolis	110	X

Fonte: Ecogreens

Como cada critério apresentado corresponde de forma diretamente proporcional, então o valor da energia produzida por um carro (X):

$$\frac{X}{110} = \frac{10}{1} \rightarrow X = 1100 \text{ Wh} = 1,1 \text{ kWh}$$

A produção de energia referente a um carro passando pela pista representa aproximadamente 1,1 kWh, tornando viável para gerar energia a um imóvel ou ao a iluminação

local (poste ou semáforo), pelo fato da grande movimentação de veículos diariamente das regiões vizinhas à procura de materiais e produtos no município.

Um dos fatores importantes nessa geração de energia corresponde justamente na verificação de trechos específicos em locais de muito trânsito, além de épocas festivas onde a locomoção aumenta ainda mais, proporcionando assim melhores aumentos de energia produzida, a tabela a seguir mostra alguns dias do ano para ocorrer o aumento de eletricidade local devido ao fluxo de veículos:

Tabela 4 – Energia Produzida em Dias do Ano

Dias / Feriados	Quant. de Veículos por hora	Geração de Energia no Trecho (kWh)	Utilização
Com pouca movimentação	Cerca de 20	Cerca de 45	Baterias
Tradicionais de Trabalho	Cerca de 200	Cerca de 440	Baterias, Poste ou Semáforos Públicos e Imóveis próximos
Carnaval	Entre 400 a 500	Entre 880 a 1100	
Natal e Ano Novo	Cerca de 250	Cerca de 550	

Fonte: Autores, 2020

As análises da quantidade de movimento de carros em diversos dias do ano, pretende mostrar exatamente essa energia produzida para abastecer casas o suficiente para alimentar durante um mês com fonte de 200 kWh, para assim estabelecer critérios ainda mais evolutivos durante esses feriados, a fim de promover eventos e melhoras evolutivas para o bem da cidade, conforme pode ser observado a seguir:

Tabela 5 – Quantidade de Casas Abastecidas

Dias / Feriados	Casas Abastecidas por Mês
Com pouca movimentação	0,225
Tradicionais de Trabalho	2,2
Carnaval	5,5
Natal e Ano Novo	2,75

Fonte: Autores, 2020

Devido a isso, em alguns casos a utilização gerada seria mais recomendada para outros fins, como por exemplo, para baterias, pois rapidamente essa elétrica produzida poderia ser consumida com muita facilidade, tornando todo o funcionamento do sistema de uma forma inútil, proporcionando uma insuficiência da aplicação desse material. Porém, toda alternativa para manter esse sistema funcionando propicia vantagem e eficácia, provocando acessibilidade a manuseio dessa aparelhagem para o crescimento da cidade de Floriano – PI.

5. CONCLUSÕES

Com base no que foi apresentado, a implantação do piso piezoelétrico em Floriano torna-se viável pois a quantidade produzida de energia elétrica através da piezoelectricidade com a quantidade de placas, é equivalente a uma economia enorme no consumo da rede pública, sendo autossuficiente para alimentar semáforos, postes de bairros próximos ou até mesmo ser distribuído para comércios na região, dentre outras possibilidades.

Apesar da alta quantidade de placas no trecho trazer uma desvantagem para a obra, pois gera um custo elevado para a execução do projeto, o longo prazo devolve o valor gasto com a ausência de custos com iluminação pública e outras formas de economia com a utilização da energia gerada. Através dessa forma inovadora geração de energia, a necessidade de mão de obra

qualificada e de eletricitas para a execução dos circuitos em que conectam as placas são exigidos

para a manutenção e execução do mesmo, com isso a geração de emprego é requerida e beneficia a sociedade.

Além de ser uma fonte de energia limpa, os benefícios gerados são superiores as desvantagens, pois além de ser econômico, traz benefícios ambiental e social, respeitando os pilares da sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a Deus pela vida e pela força para superar os obstáculos e concluir nossos objetivos. À família pelo apoio sempre prestado. E especialmente ao nosso orientador professor Sávio Torres Melo, por compartilhar conosco seus conhecimentos, paciência e motivação que foram essenciais para a execução deste trabalho. À faculdade FAESF pela oportunidade de participação deste EBOOK, e pela possibilidade de dividirmos nossos conhecimentos adquiridos, será de grande valor para nós.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, L. R. V. **Aplicação de Materiais Piezoelétricos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 08, Vol. 11, pp. 117-143, Agosto de 2018. ISSN:2448-0959
2. Costa, M. F. Sousa, L. C. **Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia Elétrica Para Semáforos a partir de Placas Piezoelétricas na MA 006**. Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetininga, v. 3, n. 3, 2016;
3. EcoD. **Lista de Quatro Alternativas Sustentáveis para o Asfalto nas Cidades**. 2011. Disponível em: < <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/maio/ecod-lista-4-alternativas-sustentaveis-para-o> >. Acessado em 17 de agosto de 2020;
4. Ecogreens: Soluções Sustentáveis. Como Utilizar o EcoPiso. Disponível em: < http://www.ecogreens.com.br/home/index_site/como_utilizar_ecopiso >. Acessado em 16 de outubro de 2020;
5. Kleckers, T. Transdutores de Força Piezoelétricos: O Princípio é Simples - As Possibilidades são Infinitas. 2008. Disponível em: < https://www.hbm.com/pt/7318/como-um-transdutor-de-forca-piezoelétrico-funciona/?gclid=Cj0KCQjw7sz6BRDYARIsAPHzrNLFrbY5k7juSFnYqRL66JMibPWNsWqVZ7POP2nZwDiFsgZiT9kVjDkaAjanEALw_wcB >. Acessado em 23 de agosto de 2020;
6. Martendal, C. **Cristais Piezoelétricos**. 2016. Disponível em: < <https://engenhariodemateriais.com.br/2016/03/09/cristais-piezoelétricos/> >. Acessado em 18 de setembro de 2020;
7. Martins, Bruno. et al. **Possíveis Aplicações para Geração de Energia através da Piezeletricidade**. In: Congresso Mineiro de Engenharias e Arquitetura-CENAR. 2016;
8. Pereira, A. H. A. **Cerâmicas Piezoelétricas: Funcionamento e Propriedades**. São Carlos: ATCP Engenharia Física, 2010.
9. Perlingeiro, A. R.; Pimenta, G. M.; Silva, S. E. **Geração de Energia através de Materiais Piezoelétricos**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Curso de Engenharia Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET), Rio de Janeiro, 2016;
10. Schertel, M. N. C.; Sousa, M. N.; Antunes, E. G. **Piso que Transforma Energia Mecânica em Eletricidade**. Projeto em Energia III – Curso de Engenharia de Energia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul, 2014;
11. Teles, N. R. **Piso Gera Eletricidade pela Passagem de Pedestres e Veículos**. Disponível em: < <http://cidadaniaecologica9.blogspot.com/2010/06/pisoi-gera-eletricidade-pela-passagem.html> >. Acesso em 16 de setembro de 2020;
12. Texeira, C. P. **Futuro das Estradas: As Vantagens da Sustentabilidade**. Disponível em: < <https://radardofuturo.com.br/futuro-das-estradas-as-vantagens-da-sustentabilidade/> >. Acessado em 17 de agosto de 2020.

MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO: SUSCETIBILIDADE A ERODIBILIDADE COM BASE NA PEDOLOGIA NA CIDADE DE GUADALUPE-PI

Aderivaldo Santos Muniz Junior¹Vitor Eduardo Meireles Alcântara¹

Amanda Evelyn Barbosa²

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a pedologia, o solo é resultante da interação entre litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera. Desta forma, o solo pode ser considerado como uma camada viva, a qual vive em constante alteração e evolução devido a agentes físicos, químicos e biológicos. (Lepcch (2011)). O perfil dos solos é estudado até a profundidade das raízes. As diferentes características morfológicas (cor, textura, estrutura, consistência, etc.) físicas e químicas que os solos podem vir a apresentar possibilitam a partir do agrupamento daqueles com características similares, aos quais podem ser atribuídas algumas propriedades comuns. Para a Engenharia Civil são extraídos importantes informações da pedologia, que por sua vez geram fontes de recursos geotécnicos. De acordo com Lepcch (2011) essa questão ressalta a importância da correta avaliação dos atributos do solo, incluindo suas distribuições no espaço e as demandas dos usos específicos que dele queremos fazer. Segundo o mesmo Autor a erosão acelerada decorrente da remoção e transporte das partículas do solo pelo vento e água, estão entre as principais causas de depauperamento dos solos.

A presente pesquisa propõe o mapeamento do uso e ocupação do solo urbano com base na pedologia da cidade de Guadalupe-PI, tendo em vista suas classes e o comportamento dos solos, fazendo assim uma análise e estudos da sua suscetibilidade a erosão no solo do município.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo o IBGE 2019, o município está localizado na microrregião de Floriano, compreendendo uma área irregular de 1.016,43 km², tendo como limites ao norte e oeste o estado do Maranhão (Barragem de Boa Esperança), ao sul os municípios de Marcos Parente e Porto Alegre do Piauí, e a leste Jerumenha. A sede municipal tem as coordenadas geográficas de 06° 47'13" de latitude sul e 43° 34'08" de longitude oeste de Greenwich e distância cerca de 345 km da capital Teresina.



Figura 1. Localização de Guadalupe no Piauí.
Fonte: Wikipédia (2020)

O município foi criado pela Lei Estadual nº 754 de 30/12/1943. A população estimada em 2020 10.497 habitantes, a população, segundo o Censo 2010 do IBGE, é de 10.297 habitantes e uma densidade demográfica de 10,03 hab./km², onde 6,9% das pessoas estão na zona rural.

As condições climáticas do município de Guadalupe (com altitude da sede a 177 m acima do nível do mar) apresentam temperaturas mínimas de 22 °C e máximas de 30 °C, com clima quente e semiúmido. A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais em torno de 800 a 1.200 mm e período chuvoso estendendo-se de novembro

– dezembro a abril – maio. Os meses de janeiro, fevereiro e março correspondem ao trimestre mais úmido. Estas informações foram obtidas a partir do Perfil dos Municípios (IBGE–CEPRO,

1998) e Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Piauí (1986).

De acordo com as informações no site do IBGE, o saneamento básico da cidade apresenta 29.4% de domicílios com esgotamento sanitário, 80.1% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

As Figuras 2 mostram a Lagoa 1 e Lagoa 2 da ETE de Guadalupe, Figura 3 a estação de tratamento de Água e Figura 4 o coletor de resíduos do Aterro Sanitário.



Figura 2 - Lagoa 1 e 2 da ETE



Figura 3 - Estação de Tratamento de Água



Figura 4 - Coletor de resíduos do município

A cidade de Guadalupe-PI no ano de 2019, conquistou a certificação do Selo Ambiental atendendo uma avaliação estabelecidos pela secretaria estadual do meio ambiente (SEMAR), que avalia desde o armazenamento/acondicionamento, coleta e transporte regular, se o município destina a reciclagem parte do material coletado, se pratica compostagem, incineração, se possui pontos de entrega voluntária além da disposição final desses resíduos. Também é avaliado se o município possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e dos Serviços de Saúde, bem como se executa limpeza regular dos espaços públicos, se realiza coleta seletiva de lixo hospitalar, se possui destino separado do domiciliar; além da realização de atividades de inclusão social e melhoria das condições de trabalho dos catadores de lixo e se possui associação ou cooperativa.

A certificação é dividida em três categorias: Selo A, B e C, que é fatiado 5% de Imposto Sobre

Circulação de Mercadoria e Serviços. E Guadalupe obteve o selo B, que no ano de 2020/2021 passou a obter o selo A, por obter os critérios e padrões adquiridos; B. Educação Ambiental; C. Redução de Áreas Degradadas; D. Identificação de Fontes de Poluição; E. Proteção de Mananciais de abastecimento público; F. Edificações Irregulares; I. Legislação sobre a Política Municipal de Meio Ambiente, assim o município passando a ganhar o ICMS Ecológico.

Conforme Figura 5, as coberturas sedimentares predominam na totalidade da área do município. Destaca-se a Formação Pedra de Fogo, reunindo arenito, folhelho, calcário e sílexito em cerca de 8% da área total. A Formação Piauí, ocupando aproximadamente 86% da área total, engloba arenito, folhelho, siltito e calcário. Por último, e aflorando em 6% da área municipal, cita-se a Formação Poti, composta de arenito, folhelho e siltito.

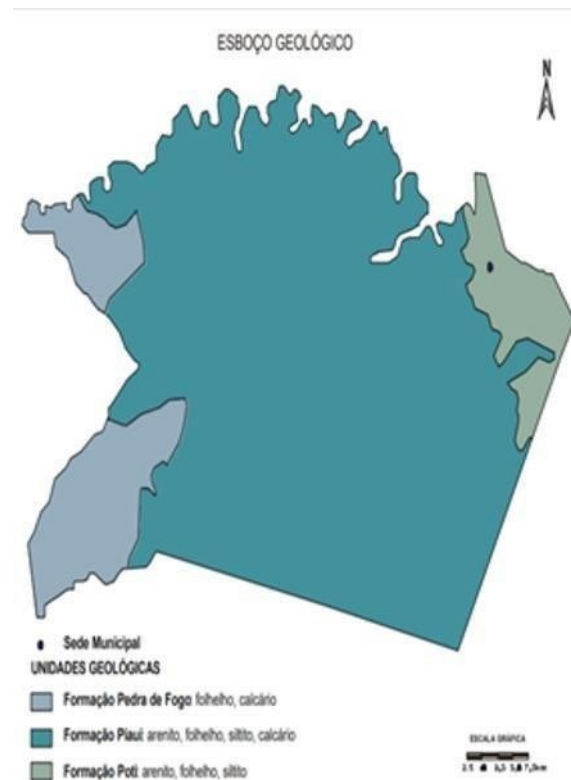


Figura 5. Esboço Geológico do Município

A cobertura pedológica que se encontra sobre os sedimentos (Formação Pedra-de Fogo, Formação Poti, Formação Piauí) nos solos de Guadalupe, se constituem basicamente por solos autóctones, herdeiros e de algumas das características da litologia. Por exemplo, a fração de areia é bastante comum suas texturas (JACOMINE et. Al., 1986).

Segundo JACOMINE, P. K. T. Levantamento exploratório e de reconhecimento de solos do estado do Piauí, foram encontradas quatro classes de solos no município: latossolos amarelos (LA), argissolos vermelho-amarelo (PVA), argissolos vermelho-amarelo com concreções (PVA1), neossolo lítico fase pedregosa (RL).

3. FORMAÇÃO TEÓRICA

O Trabalho foi desenvolvido através de pesquisa científica no município de Guadalupe, considerando as informações em mapas geológico (Escala: 1:100.000), levantamento exploratório e reconhecimento de solos do estado do Piauí (JACOMINE et. Al., 1986) que contempla as principais características dos horizontes diagnósticos das classes pedológicas encontradas no solo do município.

3.1. Latossolo Amarelo

Ocupa a maior parte das terras de Guadalupe, em torno de 62% destas ou 63.446 ha. Esta classe localiza-se sobre relevos planos e suave ondulados, nas partes de maior altimetria do município.

Segundo Guerra e Botelho (2006) os Latossolos caracterizam-se por serem, profundos, bem agregados e apresentarem um baixo gradiente textural entre os horizontes A e B, o que lhes confere uma boa drenagem ao longo do perfil e diminuição do escoamento superficial, bem como uma relativa resistência aos processos erosivos se comparado a outras classes como os NEOSSOLOS e os ARGISSOLOS. Os latossolos amarelos são distróficos e álicos, que a uma variação na sua textura arenosa (menos de 15% de argila) a média (menos de 35%, de argila e mais de 15% de areia) (JACOMINE et.al., 1986).

3.2. Argissolos Vermelho-Amarelos

Apresentam uma textura que varia entre arenosa (menos de 15% de argila) e média (menos de 35% de argila e mais de 15% de areia) e entre argilosa (solos com mais de 35% e menos de 60% de argila) e média (menos de 35% de argila e mais de 15% de areia). Também são distróficos e álicos e apresentam argila de baixa atividade (JACOMINE et. Al., 1986). Guerra e botelho (2006) ressaltam que a argila dos argissolos concentra-se nos horizontes B enquanto o horizonte A amostra-se bastante arenoso. Esse elevado gradiente textural entre os horizontes A e B favorece o escoamento superficial e subsuperficial (no contato entre A e B) o que provoca o aumento da erodibilidade dessa classe de solos. Essa classe constitui-se cerca de 30% na área do município e podem apresentar as mesmas características dos Latossolos Amarelos tendo uma fragilidade significativa.

3.3. Argirssolos Vermelho-Amarelos com Concreções

Em termo de extensão esta classe ocupa um território municipal em torno de 16% (16.075 hectare) sobre relevos ondulados e suave ondulados. Sua constituição é semelhante ao da classe dos Latossolos Amarelos, contudo, com diferenças na quantidade de cada classe de solo, sendo 70% representa os Argissolos Vermelho-Amarelos e 30% representa os Latossolos. São álicos distróficos, podendo apresentar Plinitita em sua composição e com gradiente textural elevado devido às características ressaltadas por Guerra e botelho (2006).

Dentre dos argissolos cerca de 43%, ou seja, quase a metade possui concreções (JACOMINE et.al., 1986), os que lhe dar uma característica de serem erodidos depositarem na superfície do terreno uma camada crescente de laterita. Esse fato prejudica a fertilidade natural do solo, sendo, portanto, um fator não so de vulnerabilidade á erosão, mas, também de favorecimento a processos de desertificação.

3.4. Neossolos Litólicos

Localizado sobre relevo ondulado e suave ondulado e ocupa cerca de 11% do território de Guadalupe, ou seja, 11.136 ha. Os Neossolos Litólicos estão na transição entre o que se pode denominar de solo e litologia, ou seja, suas características pedológicas ainda são pouco desenvolvidas. Em Guadalupe eles apresentam uma fase com textura média e arenosa e uma fase pedregosa e com rochas de aproximadamente 1 m de diâmetro na superfície ou na massa do solo (JACOMINE et.al., 1986).

De acordo com Guerra e Botelho (2006) a pequena espessura desses solos, em média 50 cmate o substrato rochoso, favorece a sua rápida saturação pela água, aumentando assim o escoamento superficial e subsuperficial (contato solo-rocha). Assim sendo, essa classe de solos mostra-se com um considerável potencial á erosão.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base no levantamento pedológico do mapa exploratório (Reconhecimento dos solos do município Guadalupe, PI), publicado pela (EMBRAPA, 2001), – Figura 6, avaliou-se a suscetibilidade de propriedades relevantes para a engenharia geotécnica, como a erodibilidade. De acordo com a EMBRAPA o nível generalizado dos mapeamentos engloba apenas uma visão global dos diversos solos existentes, sendo um elemento básico essencial para planejamentos regionais, escolha de áreas prioritárias que justifiquem levantamentos de solos mais detalhados e seleção de áreas para experimentação agrícola. Então a elaboração dos mapas de suscetibilidade dos solos foi baseada apenas na pedologia da região, não levando em consideração clima e geologia.



Figura 6 - Reconhecimento dos solos do município de Guadalupe, PI. Escala: 1:250.000.

Fonte: IBGE (2019) com informações ampliadas do Projeto RADAM Brasil (1973) e JACOMI-NE et al. (1986c)

Dessa forma foram cruzadas as informações da fundamentação teórica presente neste trabalho, com o mapa pedológico da cidade de Guadalupe/PI – com a presença de 4 tipos de solos distintos, assim identificando as áreas suscetíveis a ocorrência da propriedade que foi avaliada. Então foram adotados indicadores para avaliar a suscetibilidade em três níveis de escala, conforme Tabela 1, e a Tabela 2, que apresenta uma síntese das propriedades avaliadas para cada tipo de solo. Por fim foi avaliada a erosão laminar conforme estudo de Moraes (2004).

Tabela 1 – Características avaliadas para Solos Erodíveis

Erosão Laminar	Suscetibilidade
Severa/ Muito Severa/ Extremamente Se-vera	Alta
Moderada	Média
Laminar Ligeira	Baixa

Fonte: Autores, 2020

Tabela 2 – Correlação entre a Suscetibilidade e os Graus Adotados

Suscetibilidade	BAIXA	ALTA
Grau	1	3

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 3 encontra-se os critérios atribuídos aos solos componentes composto, permitindo assim, uma avaliação final de sua potencialidade a erosão para cada unidade de mapeamento.

Tabela 3 – Critérios de Suscetibilidade e Erosão

Atributo Avaliado	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	LATOSSOLO AMARELO	NEOSSOLO LITÓLICO
Erosão Laminar	Moderada	Laminar Ligeira	Severa
SUSCETIBILIDADE	MÉDIA	BAIXA	ALTA

Fonte: Adaptado do estudo de Moraes (2004) e IBGE (2019)

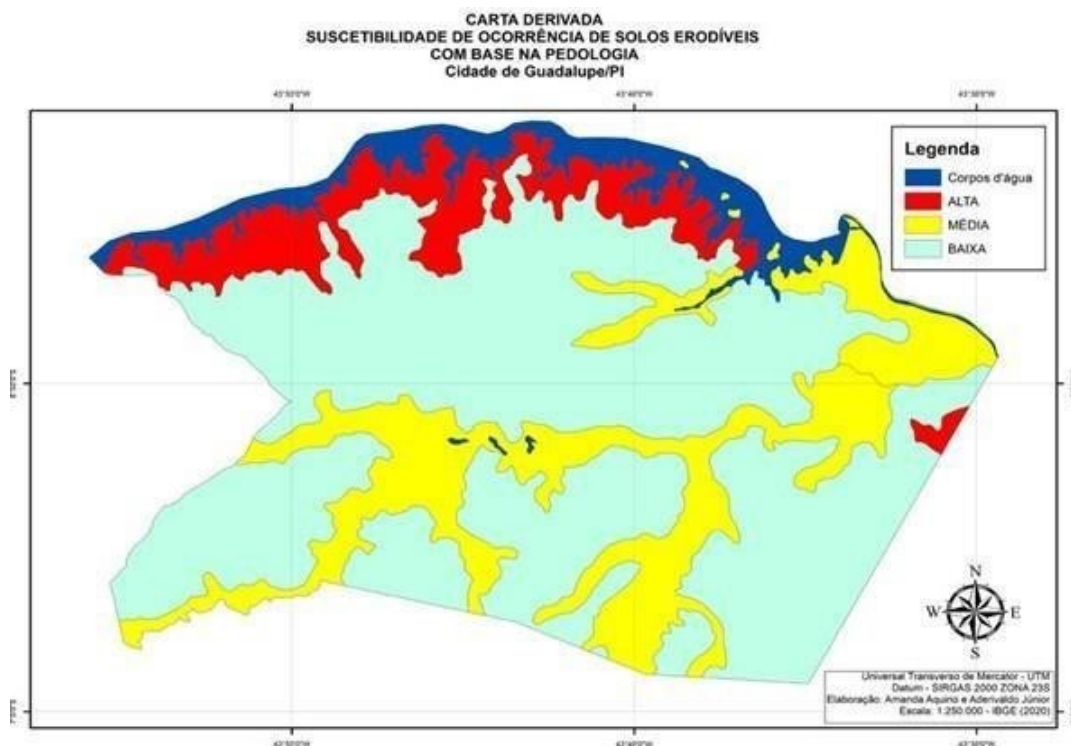


Figura 7 – Suscetibilidade de ocorrências de solos erodíveis com base nas classes de solos enas características geotécnicas desses solos apresentados

Foi fotografado feição erosiva de média intensidade e georreferenciados na carta de Suscetibilidade de ocorrência de solos Erodíveis com base na Pedologia de Guadalupe-PI (Apêndice C). Esta verificação corrobora com a metodologia da pesquisa, pois ficam localizados em áreas de média suscetibilidade. Feição erosiva: LATITUDE 06°47'14.4" S e LONGITUDE 43°36'40" W.



Figura 9: Ponto de Erosão encontrado em levantamento de campo a) Localização do Terreno no Google Earth; b) Feição erosiva

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo mapear áreas de suscetibilidade de ocorrências de solos erodíveis - considerados problemáticos para a construção civil, do município de Guadalupe- PI. Dessa forma uma significativa área da cidade encontra-se localizada em regiões de alta a média suscetibilidade de ocorrências de solos erosivos. Convém destacar que tais mapeamentos são usados como indicadores para anteprojetos de obras de grande extensão, como rodovias e estradas vicinais, projetos de canais e para o planejamento municipal no que tange ao uso e ocupação do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [Mapas Base dos municípios do Estado do Piauí]. Escalas variadas. Inédito.
2. JACOMINE, P.K.T. et al.. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN. 1986. 782 p ilustr.
3. Lepsch, Igo F. (2011). 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos.
4. Lepsch, Igo F. (2011). 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos.
5. Mapa de Guadalupe no Piauí. Acesso em 08 de outubro de 2020 [https://pt.wikipedia.org/wiki/Guadalupe_\(Piau%C3%AD\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Guadalupe_(Piau%C3%AD))

ESTUDO DA APLICAÇÃO DO ISOPOR NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM FLORIANO - PI

Rovana Shauna Freitas Duarte¹Victor Siqueira Santos¹Sávio Torres
Melo²

Resumo:

A construção civil é uma das atividades mais antigas da nossa sociedade, executada muitas vezes de forma artesanal, vem gerando ao longo dos anos uma grande quantidade de materiais e resíduos que são jogados desperdiçados na natureza de forma irresponsável. Por outro lado, estudos atuais mostram que as indústrias da construção civil estão buscando novas tecnologias que diminuam o impacto ambiental. Sabemos que a construção sustentável minimiza gastos, otimiza o uso de matéria prima e possibilita o reaproveitamento de matérias e resíduos. O Poliestileno Expansível (EPS) mais conhecido no Brasil como Isopor apresenta na sua fabricação uma porcentagem de 0,1% de petróleo, no qual a reação química do carbono e hidrogênio através da polimerização do estireno com água produz um plástico rígido cuja sua aparência final representa pequenas pérolas expansiva brancas. Devido à necessidade de expandir a sua aplicação, para enfim descobrir as possibilidades existentes no município de Floriano, com a intenção de implantar este material na Construção Civil. Neste trabalho será realizado um orçamento para analisar o custo e comparar perante a situação convencional, a fim de reduzir a quantidade de material e gastos, agilizar o tempo de construção e elevar a ideia de sustentabilidade. Diante dos orçamentos executados, o custo final da obra em EPS minimizou bastante o valor da obra, além de propiciar um melhor conforto termo acústico ao usuário da residência.

Palavras-Chave: Poliestileno Expansível. Aplicação. Orçamento.

Abstract:

Civil construction is one of the oldest activities in our society, often carried out by hand, and has generated over the years a large amount of materials and waste that are thrown and wasted in irresponsible form. On the other hand, current studies show that the construction industry is looking for new technologies that reduce the environmental impact. We know that sustainable construction minimizes costs, optimizes the use of raw materials and enables reuse of materials and waste. The Expandable Polystyrene (EPS) better known in Brazil as Styrofoam presents in its manufacture a percentage of 0.1% of oil, in which the chemical reaction of carbon and hydrogen through the polymerization of styrene with water produces a rigid plastic whose final appearance represents small expansive white pearls. Due to the need to expand its application, to finally discover the possibilities existing in the municipality of Floriano, with the intention of implementing this material in Civil Construction. In this work, a budget will be made to analyze the cost and compare it against the conventional situation, in order to reduce the amount of material and expenses, speed up the construction time and raise the idea of sustainability. In view of the executed budgets, the final cost of the work in EPS has greatly minimized the value of the work, in addition to providing better thermal acoustic comfort to the home user.

Keywords: Expandable polystyrene. Application. Budget.

1. INTRODUÇÃO

A importância de conhecer o Poliestileno Expansível (EPS) mais conhecido como Isopor corresponde ao fato das inúmeras finalidades ao qual pode ser empregado (figura 1), tornando este material altamente reaproveitado, visto que o mesmo não prejudica o meio ambiente desde que tenha um descarte correto (EPS Brasil, 2014), possuindo as seguintes aplicações:

- **Segurança:** Diversos produtos precisam de proteção durante o seu transporte e o mesmo acontece através de embalagens, sendo na área da saúde devido à delicadeza em itens farmacêuticos ou transporte de órgãos, na área ambiental no manuseio e desenvolvimento de mudas, na área nutricional na conservação de alimentos e por fim no formato de granulados evitando danos a quaisquer mercadorias;

- **Construção:** A utilização neste campo abrange em diversos elementos, com a intenção de adaptar, auxiliar e agilizar no processo produtivo, sendo em material (concreto leve), área estrutural (lajes), sistemas construtivos (painéis monolíticos), isolantes (forros), na área geotécnica (aterros leves) e na área de ancoradouros (flutuadores);

- **Lazer:** Este material também pode ser aproveitado para diversão, por meio de materiais de papelaria para trabalhos artesanais como cenários para teatros ou maquetes, e o mesmo também participa na fabricação de pranchas de surf.



Figura 1 – Aplicações do

EPSFonte: EPS Brasil,

2014

Diante das aplicações apresentadas referentes à construção, esta pesquisa compreenderem analisar a aplicação do EPS numa residência unifamiliar no município de Floriano - PI, a fim de realizar um comparativo do custo perante a casa convencional, a fim de observar as qualidades existentes.

Este trabalho está organizado nas seguintes seções: a seção 2 apresenta as diversas aplicações do EPS na Construção Civil; a seção 3 mostra os procedimentos realizados para conseguir os dados do orçamento; a seção 4 retrata os resultados deste estudo, mostrando orçamento e realizando uma análise diante da percepção de custo e, por fim, na seção 5 apresentadas às conclusões da pesquisa.

2. ISOPOR NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil causa impactos ambientais no mundo, e pensando em uma forma de reduzir esses impactos, várias pesquisas na área de sustentabilidade foram realizadas, a fim de delimitar materiais que auxiliem esse processo, e um deles corresponde ao próprio EPS (Isopor).

A composição deste elemento não afeta a natureza, mesmo sendo um plástico derivado do petróleo formado de 98% de ar e 2% de plástico, no qual a produção ocorre por meio da expansão de pellets de poliestireno, proporcionando leveza e resistência a impactos, além de ser um excelente isolante térmico, a fim de destacar o ciclo de sustentabilidade com a intenção de informar o benefício através da geração de menores resíduos e estes podem ser reaproveitados para fabricar mais Isopor para assim ser utilizado novamente em alguma construção (Mundo Isopor, 2020), conforme pode ser observado na figura a seguir:

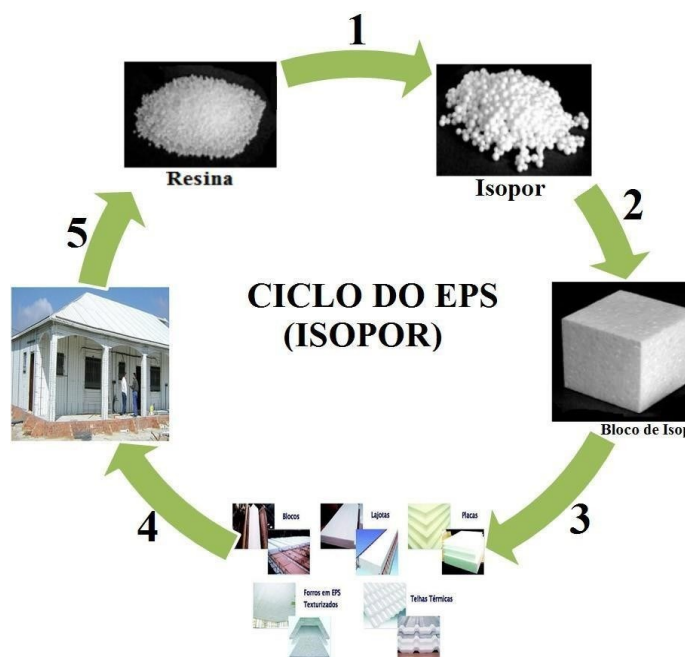


Figura 2 – Ciclo do EPS (Isopor)

Fonte: Adaptado de Santa Luzia Molduras, 2012

A produção do Isopor oferece inúmeros benefícios, não somente na reutilização, mas também na não utilização do gás CFC (Clorofluorcarboneto), e sim do pentano(), um hidrocarboneto inofensivo ao meio ambiente. Diante disso, a sua elaboração está dividida nas seguintes etapas:

1. **Expansão:** Representa o acréscimo de ar na resina formando bolhas de ar e alterando o seu formato para aspecto branco e esférico;
2. **Aglomerção:** Consiste em juntar as partículas de isopor em formato de blocos

enormes para facilitar a comercialização e a transformação;

3. Transformação: A intenção dessa etapa significa em modificar o bloco, realizando cortes em diversos produtos: telhas, lajotas, placas, forros, etc;

4. Aplicação: Com os produtos finais fabricados, realizar a execução na construção de paredes de vedação, lajes, aterros, etc;

5. Reutilização: Após a aplicação, os resíduos de isopor existentes passam por um processo de reciclagem para serem utilizados na fabricação de produtos.

2.1. Aplicações na Construção Civil

O isopor apresenta inúmeras finalidades na construção civil, pois este material apresenta uma grande utilização neste setor podendo ser empregado em diversas etapas da obra (figura 3), desde a estrutura até a fase de acabamento, mostrando uma facilidade imensa na sua aplicação com a intenção de agilizar no tempo de obra.



Figura 3 – Uso Gerais do Isopor em uma Residência

Fonte: Printes, 2020

Printes (2020) afirma que a importância de destacar esse tipo de material para uma residência corresponde ao fato de integrar ideias racionais e emocionais dentro de uma perspectiva correta durante a construção para assim apresentar e motivar outras pessoas a implantar essa técnica:

- **Racionais:** Observando a perspectiva da qualidade que o produto tem a oferecer, com o intuito de apresentar uma estrutura eficaz, com isolamento termoacústico, sustentável e econômico;
- **Emocionais:** Através da interpretação racional perante o desejo do cliente, a fim de

ISBN: 978-85-65182-21-8



tornar possível um excelente conforto, segurança, estética e preocupação com o futuro.

O propósito de destacar esses dois termos existentes condiz a um planejamento bem executado das etapas construtivas, com o propósito de durante uma construção realizar todos os procedimentos adequados para as aplicações serem executadas com todos os cuidados e responsabilidade.

Com as inúmeras vantagens informadas anteriormente, as principais utilizações do EPS na construção civil consiste em:

Tabela 1 – Principais Aplicações do Isopor na Construção Civil

Utilização	Descrição	Aplicação
Nivelamento de Terrenos	Muito utilizado em pavimentação de estradas, consiste em subs-tituir vários volumes de terra por blocos empilhados de isopor, cuja função corresponde em realizar um assentamento apropriado para o solo, sem riscos e bem ágilna execução	
Lajes	Adicionar blocos de isopor no interior das lajes antes da concretagem, com a finalidade em deixar a laje mais leve, além de utilizar menos concreto e ferragem	
Forros	Pode ser aplicado em qualquer tipo de construção para um melhor acabamento, a fim de proporcionar uma precaução (diante de mofo, umidade e incêndios), conforto (térmico e acústico) e estética (posicionamento da iluminação)	
Elementos Estruturais	Para esse tipo de utilização existe inúmeras aplicações, paredes, pilares, colunas, etc, até no próprio traço de concreto, para assim tornar possível a flexibilidade e praticidade do material, para auxiliar no tempo de execução e redução de custos	

Telhas Térmicas	Conhecida como telha sanduíche, apresenta uma maior resistência, com a intenção de reduzir a quantidade de goteiras, evitar infiltrações, ou seja, diminuir a quantidade de manutenções	
Revestimento	Com a capacidade de evitar o mofo e a umidade, a execução do isopor em revestimentos elimina esses problemas em ambientes externos e internos, além de apresentar diversos tipos de estéticas,	

Fonte: Adaptado de ISOFORM

3. MÉTODO DE ANÁLISE

Nesta etapa da pesquisa relacionada aos procedimentos adequados a se realizar para determinar a comparação entre os dois métodos construtivos:

- **Alvenaria:** A utilização de tijolos cerâmicos na construção, correspondendo ao procedimento mais utilizado atualmente;
- **Isopor:** Sistema baseado na construção com placas ou blocos de poliestireno expandido, bastante sustentável;

A intenção de analisar a influência perante o custo-benefício na cidade de Floriano-PI, por meio de uma analogia diante do orçamento relacionado à construção. Para mostrar essa perspectiva, a análise foi realizada na obra de uma residência de 63m² localizada na Rua Projetada 3, N^o 15, Lote 24, Quadra 23, bairro: Tamboril, conforme pode ser visto nos projetos a seguir:

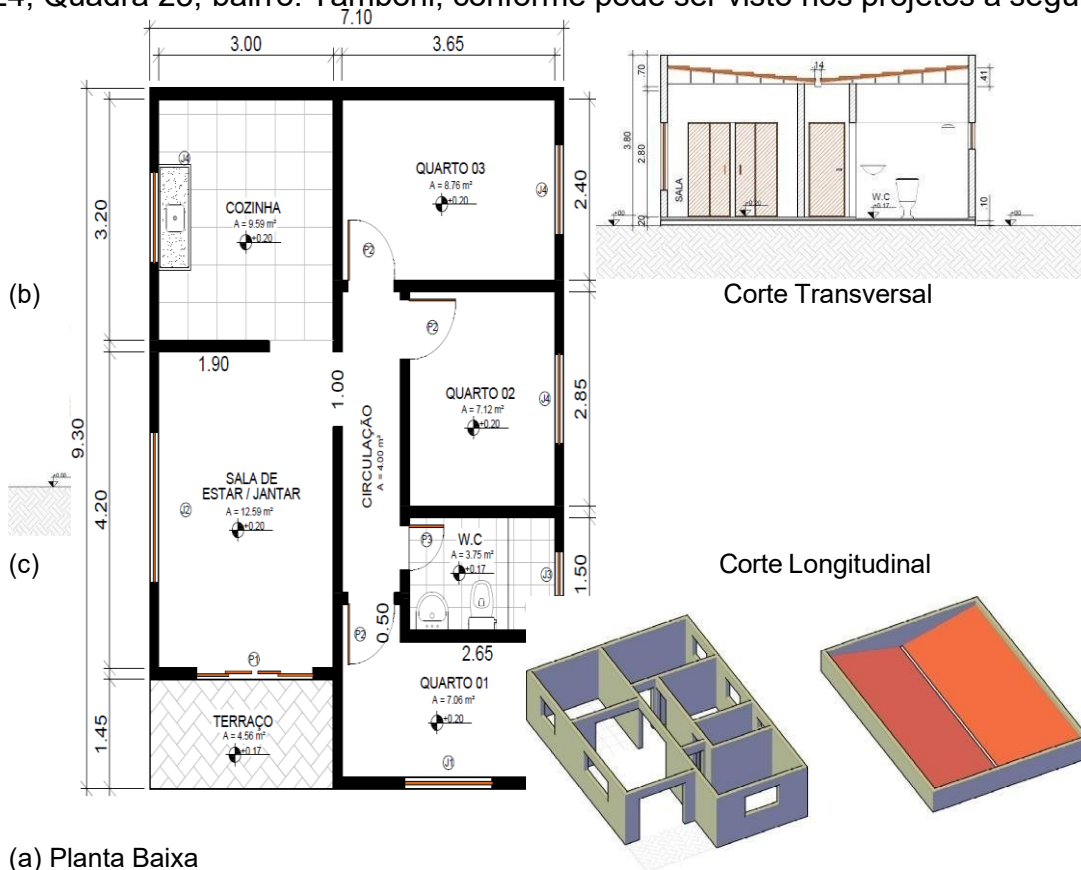


Figura 4 – Projetos da ResidênciaFonte:

Autores, 2020

(d) Vista 3D

Os projetos contam com todas as vistas da casa, para assim mostrar exatamente em quais locais a substituição da alvenaria pelo isopor ocorre. Para realizar os cálculos específicos no orçamento, utilizou como referência o seguinte banco de dados, com intuito de determinar os custos finais no meio público:

- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de março de 2020;
- E algumas composições próprias

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação deste material na construção civil proporciona melhorias significativas promovendo método construtivo alternativo promovendo uma agilidade no tempo de construção, pois o mesmo consiste em placas ligadas a malha metálica (figura 5) para assim mostrar um pouco do conceito de construção rápida.

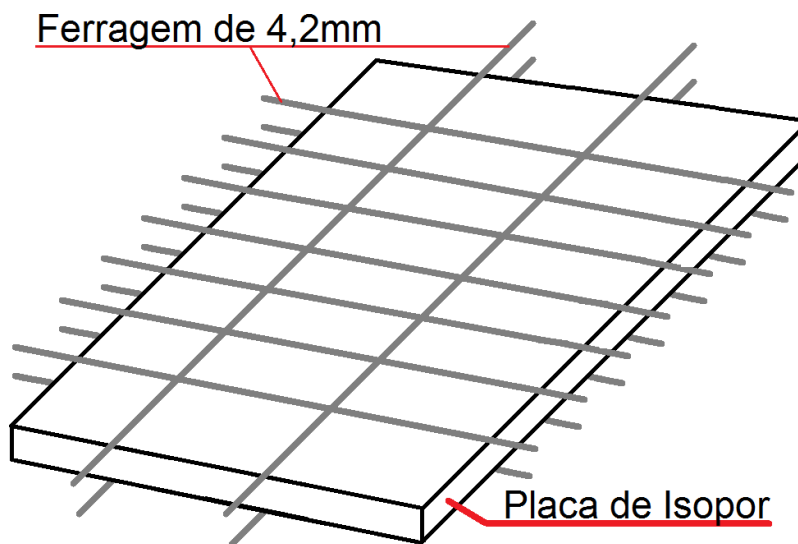


Figura 5 – Esquema do Conjunto Isopor (Placa de Isopor + Malha Metálica)

Fonte: Autores, 2020

O esquema do conjunto consiste em placas de isopor com 30 cm de largura, 3m de altura e 8 cm de espessura, além da malha metálica formada por espaçamento de 10cm x 10cm, formada por 2 barras na vertical e 30 barras na horizontal, totalizando 15m de aço. O fato de colocar apenas duas barras na vertical corresponde em realizar o ligamento entre as barras de diferentes placas, para assim fazer toda a amarração correta de todos os conjuntos, deixando a execução bastante ágil, pois basta montar o conjunto, posicionar e amarrar as ferragens.

No projeto final para a residência da metodologia, a implantação de 305 conjuntos substitui toda a alvenaria da casa, além de diminuir a espessura final das paredes e melhorando todo o conforto térmico existente, principalmente em Floriano – PI, conforme pode ser visualiza na figura a seguir:

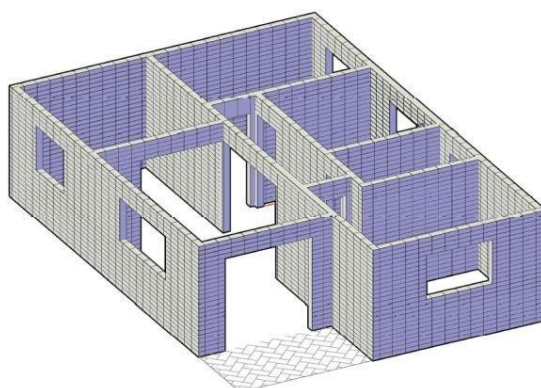


Figura 6 – Projeto Final com a Aplicação de Isopor

Fonte: Autores, 2020

Observando o ponto de vista dos custos de cada etapa de construção da residência, permitindo destacar cada procedimento perante o tempo de execução, a fim de submeter um ganho na agilidade do andamento da obra. A figura a seguir mostra as porcentagens dos processos durante a construção da residência:

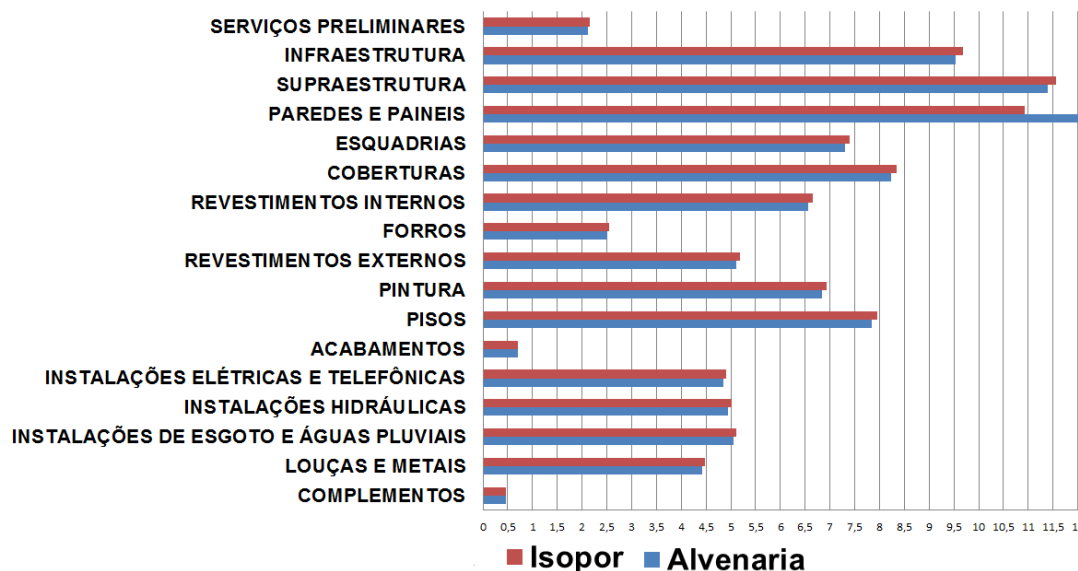


Figura 7 – Percentuais de Valores para cada Etapa de Construção

Fonte: Autores, 2020

O gráfico acima apresenta exatamente os percentuais de cada execução ao decorrer da obra, em relação ao custo final sem o BDI. A representação deste gráfico, explica o motivo de construções sustentáveis apresentam valores elevados perante as convencionais, em diversas etapas da obra, porém a utilização do isopor apresenta diferenças razoáveis de custo, menos na principal etapa “paredes e painéis”, pois a substituição corresponde a um valor muito oneroso compensando para as outras etapas.

O fato da casa de isopor apresentar um valor final inferior ao de alvenaria (tabela 2) representa um avanço significativo na utilização da sustentabilidade, pois diversos itens nessa categoria apresentam valores elevados, mas nesse tipo de construção representa justamente o contrário, tornando bastante eficiente.

Tabela 2 – Comparativo do Preço Final		
Tipo de Construção		
	Alvenaria	Isopor
Preço Final	R\$ 84854,06	R\$ 83687,15

Fonte: Autores, 2020

Além da perspectiva econômica, outros aspectos como o conforto e satisfação do cliente são empregados nesse tipo de construção, pois a rapidez que se ganha durante as execuções das etapas, consiste em finalizar a obra em pouco tempo contribuindo no requisito de mão de obra e no processo de venda dos imóveis, pois todo cliente deseja algo rápido e eficiente. Diante do aspecto do conforto, esse material funciona como isolante térmico, deixando o ambiente agradável para a moradia, uma forma satisfatória principalmente para o município de Floriano.

5. CONCLUSÕES

Com os avanços das novas tecnologias, houve um aumento nas buscas por alternativas mais sustentáveis para materiais construtivos. Sendo a construção civil um dos ramos que mais agride o meio ambiente. Em tais alternativas citamos o EPS, popularmente conhecido no Brasil por Isopor, um plástico derivado do petróleo, mas o material usado em sua composição, não agride o meio ambiente.

Em um único material, podemos distinguir três aspectos importantes: Social, Econômico e o Ambiental. O social, pelo fato de apresentar um ótimo desempenho termo acústico, proporcionando ao cliente um conforto a mais em sua edificação. O econômico, com a agilidade na hora da sua aplicação, diminui o tempo de execução e com isso reduziria a mão de obra, tornando a obra mais barata. No quesito ambiental, o EPS é 100% reciclável, não contamina o solo, o processo de fabricação consome pouca energia e na construção em si, produz uma quantidade menor de resíduos, nos quais ainda podem ser reaproveitados.

Com varias possibilidades de utilização do isopor em uma edificação, na presente pesquisa, comparamos dois métodos construtivos: sendo alvenaria convencional e o isopor. Baseado nos resultados obtidos, observamos que em alguns setores se torna mais caro a utilização de materiais sustentáveis, mas ao compararmos o custo final da obra pelos dois métodos, notamos uma significativa diferença.

Portanto, o presente trabalho conclui que o uso de EPS na construção civil da cidade de Florianópolis - PI diminui de forma significativa os custos da obra, leva mais conforto, agilidade e durabilidade para o cliente, principalmente no aspecto sonoro e econômico. Além de possuir características importantes para nossa sociedade que é trabalhar de forma sustentável, com menos agressões ao meio ambiente, situação que sempre gerou desconforto para nossa área.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos ao nosso Deus, por nunca ter deixado nós desistirmos, mesmo quando não aguentávamos mais reuniões dia de sábados e por ter nos ajudado a enfrentaressa barreira que foi a pandemia, nos impossibilitando de reuniões presenciais. Em Segundo lugar, agradecer ao nosso queridíssimo orientador Sávio Torres Melo, por não medir esforços para concretizarmos o nosso artigo, a sua ajuda foi de suma importância, sem o senhor com certeza não teria saído muita coisa, e por ter nos possibilitado um dia por semana de seu descanso para as realizações das reuniões virtuais. Ao professor Alison Vilarinho por ter nos ajudado nas revisões da nossa pesquisa, pelas dicas e ajuda no resumo e nas considerações finais.. Aos nossos familiares por entenderem que não podiam falar conosco durante as revisões on-line rs. E por fim a Faculdade FAESF por ter nos dado a oportunidade de apresentarmos o nosso artigo no primeiro E-book do curso de Engenharia Civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EPS Brasil – ABIQUIM. **Aplicações do Isopor**, 2014. Disponível em: < <http://www.epsbrasil.eco.br/aplicacoes.html> >. Acessado em 20 de setembro de 2020;
2. Isoform – Soluções Térmicas. **Finalidades do EPS**. Disponível em: < <http://www.isoform.com.br/eps.html> >. Acessado em 05 de outubro de 2020;
3. Knauf Isopor – Mundo do Isopor. **EPS Isopor na Construção Civil: Vantagens e Soluções**. 2019. Disponível em: < <https://www.mundoisopor.com.br/knauf/eps-isopor-na-construcao-civil-vantagens-e-solucoes#:~:text=Uma%20grande%20tend%C3%Aancia%20do%20EPS,metade%20o%20tempo%20das%20obras.> >. Acessado em 13 de outubro de 2020;
4. Mundo Isopor – **Aplicações Inovadoras de EPS Isopor na Construção Civil**, 2020. Disponível em: < <https://www.mundoisopor.com.br/mercado/3-aplicacoes-inovadoras-de-eps-isopor-na-construcao-civil> >. Acessado em 01 de outubro de 2020;
5. Printes, L. C. D. **Cenário dos Painéis Estruturais com EPS no Brasil**. LCP Engenharia & Construção, 2020. Palestra do CREA-JR.
6. Santa Luzia Molduras, **Análise do Ciclo de Vida dos Perfis de Poliestireno Reciclado**. 2012. Disponível em: < <https://www.santaluziamolduras.com.br/sustentabilidade/por-principio> >. Acessado em 13 de setembro de 2020.

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE MATERIAIS TÉRMICOS EM FLORIANO – PI

Giovanna Tainara de Moraes Sousa¹ Moises Cabedo Rodrigues ¹
Sávio Torres Melo²

Resumo:

O Brasil ocupa uma enorme extensão territorial chegando a mais de oito milhões de km², no qual a presença de vários climas abrange o país, sendo os principais: equatorial, tropical, tropical de altitude, tropical úmido, semiárido e subtropical. O fato de diversos climas existirem no território brasileiro apresentando inúmeras variações de temperaturas durante o ano alcançando máximos de até 40°C em localizações próximas a linha do Equador. O mercado para materiais térmicos praticamente não existe, pelo fato do pouco conhecimento referente a economia e sustentabilidade, então esta pesquisa pretende mostrar a possibilidade da implantação através de opiniões, com a finalidade de ter esse tipo de opção na construção civil em Floriano – PI. Diante dos dados obtidos, a opção para submeter esse tipo de material apresenta soluções satisfatórias, principalmente devido a altas temperaturas existentes no município, a fim de amenizá-las.

Palavras-Chave: Materiais Térmicos. Mercado. Opinião.

Abstract:

Brazil occupies an enormous territorial extension reaching more than eight million km², in which the presence of several climates covers the country, being the main ones: equatorial, tropical, tropical high, humid tropical, semiarid and subtropical. The fact that several climates exist in the Brazilian territory, presenting innumerable temperature variations during the year reaching peaks of up to 40

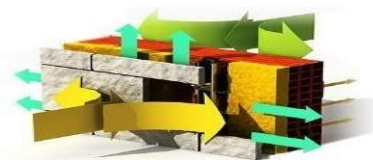
° C in locations close to the Equator. The market for thermal materials practically does not exist, due to the lack of knowledge regarding economics and sustainability, so this research intends to show the possibility of implantation through opinions, with the purpose of having this type of option in civil construction in Floriano - PI. Given the data obtained, the option to submit this type of material presents satisfactory solutions, mainly due to the high temperatures existing in the municipality, in order to alleviate them.

Keywords: Thermal Materials. Market. Opinion.

1. INTRODUÇÃO

No estado do Piauí, as temperaturas são relativamente altas tornando necessários investimentos em equipamentos de refrigeração, além de alternativas construtivas, proporcionando assim elevados custos de energia elétrica, em desenvolvimento de projetos e a procura de materiais que apresentem um melhor desempenho (Isover, 2020), a fim de melhorar o conforto térmico, no qual esses materiais são chamados de isolantes térmicos para trabalhar os seguintes aspectos:

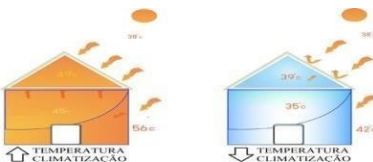
- **Saúde:** A intenção corresponde em refletir raios solares no exterior, bloqueando o interior da habitação perante as mudanças externas (1a), com o propósito de transmitir baixas temperaturas ao ambiente, evitando todo e qualquer tipo de desconforto térmico;
- **Segurança:** Este tipo de material apresenta propriedades impermeabilizantes, com a finalidade de evitar todo e qualquer tipo de patologia provocada por umidade (mofos e bactérias), tornando mais resistentes e duráveis, para assim prolongar a duração da construção (1b);
- **Economia:** A utilização na construção civil provoca uma redução do consumo de energia elétrica, pois acontece o decaimento no uso de aparelhos de climatização (ar condicionado ou ventilador), tornando possível uma valorização no preço final da própria construção (1c);
- **Sustentabilidade:** Na sua produção não produz nenhum tipo de resíduo com impacto ao meio ambiente, além de possuir materiais reaproveitáveis na sua composição possibilitando a utilização de produtos verdes (1d).



(a) Fluxo de Temperaturas



(b) Materiais Duráveis



(c) Economia



(d) Sustentabilidade

Figura 1 – Finalidades dos Materiais Térmicos

Fonte: Mauá, 2019

Referente às finalidades apresentadas sobre materiais térmicos, esta pesquisa consiste em informar e mostrar o quão importante deveria existir no mercado do município de Floriano - PI, a fim de apontar as qualidades existentes perante uma construção e o fato do mesmo possibilitar avanços em negócios locais.

Este trabalho está organizado nas seguintes seções: a seção 2 apresenta os principais materiais térmicos na Construção Civil; a seção 3 mostra os procedimentos realizados para conseguir dados fundamentais para aplicá-los em Floriano; a seção 4 retrata os resultados deste estudo, mostrando a opinião do mercado juntamente com o esboço de uma construção sustentável, a fim de mostrar uma melhor percepção e, por fim, na seção 5 apresentadas às conclusões da pesquisa.

2. ISOLANTES TÉRMICOS

A preocupação em realizar um bom conforto térmico não corresponde a um conceito atual, pois desde a época da idade média a procura por executar moradias com técnicas térmicas eram estudadas. Naquele período, a realização de construções com barro e palha nas paredes ajudava a deixar o ar interno mais renovado, um método que auxilia em até 75% as condições ao

ambiente das moradias (SustentArqui, 2016). Além da palha, existiam casas construídas ao redor de árvores justamente pelo fato das plantas purificarem o ar ao redor conservando a casa, para assim providenciar calor no inverno e frio no verão, procedimento este utilizado atualmente com telhas de grama (Bachman, 2013).

O fato de construir um local com isolamento térmico requer todo o cuidado possível, pois apenas implantar qualquer material não torna o ambiente favorável como desejado. A importância de realizar pesquisa no mercado proporciona avanços nas construções, a fim de assegurar materiais ideais para uma eficaz proteção térmica, contudo os principais requisitos para analisar esse tipo de material e proporcionar um melhor rendimento consistem:

- **Temperatura:** o clima local corresponde a uma peça fundamental para o material de implantação, visto que necessita saber as condições de radiação solar, vento, altitude e natureza do solo, ou seja, temperatura externa e, além disso, também as circunstâncias de temperatura interna, influenciadas pelas fontes internas (lareiras, fornos, freezer, etc);
- **Execução:** Saber a finalidade da construção e a sua ocupação para assim determinar o material com a espessura específico (figura 2) para um determinado ambiente, em residências esses isolantes concedem um conforto físico e no caso de indústrias a climatização serve para garantir a conservação de produtos;
- **Mercado:** Estabelecer uma meta para a execução do isolante, a fim de saber quais materiais disponíveis na região, para assim satisfazer a necessidade e saber o quanto pretende gastar garantindo um aproveitamento proporcional ao custo.

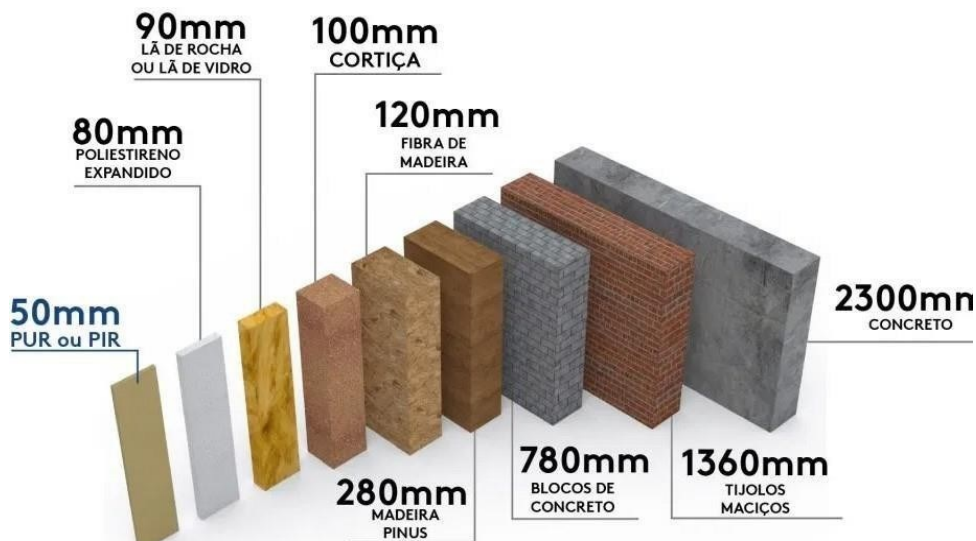


Figura 2 – Espessura Aproximada

Fonte: Kigspan Isoeste

2.1. MATERIAIS TÉRMICOS

Por possuir a capacidade de isolamento térmico, devido ao coeficiente de condutividade térmica, o material apresenta um melhor rendimento se o coeficiente for baixo (Connor, 2020), porém existem outros fatores que interferem nesse controle como:

1. **Resistência Térmica:** consiste em um material preparado para aguentar fluxos de diferentes temperaturas, com a intenção de dissipar o calor, a fim de mostrar quanto maior for à resistência, mais eficiente será o isolante térmico;
2. **Condutividade Térmica:** característica definida pela lei de Fourier correspondente ao fluxo de calor, no qual este fluxo se torna proporcional ao gradiente de temperatura;
3. **Convecção Térmica:** corresponde ao movimento das partículas em um meio líquido ou gasoso no

formato de um ciclo (transferência térmica) ocorrendo justamente uma troca de calor, acontecendo alguns materiais específicos;

4. Estrutura do Material: dependendo do formato do material acontece o ganho de energia por meio de calor entre as moléculas em diferentes eixos, a tabela a seguir apresenta o conceito de alguns tipos de materiais.

Tabela 1 – Tipos de Materiais

Tipos de Materiais	Descrição
Porosos ou Fibro-sos	Devido à convecção térmica existente, esses materiais específicos detêm e confinam o ar quente no interior das células, provendo uma melhor dissipação do calor, como o isopor e mantas (formada por fibras entrelaçadas)
Sólidos	Por meio de uma condução dos elétrons gerando uma corrente elétrica e uma energia térmica, acontece principalmente em metais

Fonte: Portal São Francisco, 2015

2.2. APLICAÇÕES DE MATERIAIS COM ISOLAMENTO TÉRMICO NO MERCADO

A partir da grande necessidade de melhores condições térmicas nas edificações e do constante crescimento da construção civil, obteve o desenvolvimento de novos materiais e métodos a fim de proporcionar mais funcionalidade e mais conforto a população. A construção civil no Brasil está em crescimento de novas opções construtivas e novos materiais com o intuito de proporcionar um produto final diferenciado, tanto esteticamente quanto funcionalmente. Diante disso, existem vários destes tipos de materiais no mercado, porém os mais usuais são: lã de vidro, lã de rocha, lã de pet, EPS (isopor) e manta térmica.

A lã de vidro corresponde a um tipo tradicional de isolante térmico, basicamente composto de areia e cacos de vidro reciclado, onde acontece o aquecimento do vidro até se fundir e se transformar em um filamento com espessura de uma linha. Apesar de sua aparência frágil, o material apresenta muita resistência, além de ser incombustível, impedindo a propagação de chamas. Não apodrece, impede a proliferação de fungos e bactérias, e sua duração não afeta em áreas com umidade. Em relação à saúde, o seu manuseio não apresenta nenhum risco, tem ótimo rendimento, baixo custo para aplicação e resultam no uso mais racional de energia, utilizado no formato de formas de painéis e rolos e empregado em diversas áreas devido sua fácil manipulação, flexibilidade e leveza. As aplicações podem ser em lajes e paredes, tanto internas quanto externas, de drywall ou de alvenaria.

Outro material muito utilizado como isolante térmico e semelhante a lã de vidro, corresponde a lã de rocha. Um material produzido a partir da fusão de uma rocha vulcânica (diábase), utilizado no formato de rolos ou painéis rígidos e pode ser aplicado em coberturas, paredes e pisos. Assim como a lã de vidro, a lã de rocha consiste em um material incombustível, anti-parasita, imputrescível, não poluente e possui uma elevada compressibilidade. A recomendação para seu manuseio e aplicação corresponde na utilização de luvas e vestuário adequados, pois pode ser prejudicial à saúde humana a partir do contato (Ebert, 2020).

Também existem disponíveis no mercado outros tipos de lã, como a lã de pet, produzida a partir de uma matéria prima 100% reciclável e sustentável, derivadas do petróleo e gás natural. Pode ser empregada em lajes, telhados e paredes, pois apresenta muita resistência à umidade, alta capacidade de compactação, por isso reduz o custo com transporte e armazenagem. A lã de pet não sofre deformação ao longo do tempo, não permite a proliferação de fungos e bactérias, possui peso reduzido, tornando a obra mais leve. Não oferece algum risco à saúde humana e não exige

o uso de equipamentos de proteção específicos, permitindo uma instalação segura, prática,

rápida e sem gerar resíduos. Criando uma barreira a passagem do calor, a lã de pet melhora
o




conforto térmico no local aplicado reduzindo o consumo de energia com ar condicionado.


Outra solução para utilização de materiais isolantes representa o poliestireno expandido, o EPS. Derivado do petróleo e do gás natural, o EPS ou mais conhecido como isopor apresenta sua utilização em diferentes estruturas de uma edificação, como em coberturas onde pode ser utilizados em preenchimentos de lajes treliçadas ou nervuradas, recheio de telhas-sanduíche, ou até mesmo em paredes, com a aplicação de tijolos de EPS ou as próprias placas. Dessa forma, dificultando adissipação do calor e mantendo uma temperatura agradável para o ambiente (Ebert, 2020).


Por fim, a manta térmica utilizada em telhados e coberturas dos mais diversos ambientes como objetivo de garantir maior conforto térmico no verão e no inverno. A composição gira em torno de uma ou duas faces de alumínio de alta refletividade, baixa emissividade de radiação térmica e uma malha de reforço mecânico de alta estabilidade e durabilidade, aumentando a vida útil da manta e dificultando a transferência do calor por radiação. Normalmente encontrado em formato de bobinas com metragens diferentes, possuindo refletividade de pelo menos 95%, bem resistente a umidade, 100% reciclável e a maioria das mantas presentes no mercado não propagam fogo em casos de incêndio e curto circuitos – necessário a verificação do fornecedor.

A intenção de destacar esses tipos de materiais principalmente para o mercado consiste em explorar alternativas para a execução, a fim de propiciar o crescimento da sua utilização aumento o número de opções e tornando o mercado mais favorável ao conforto térmico, principalmente para o município de Floriano que apresenta altas temperaturas. A tabela a seguir destaca de forma resumida cada um desses materiais, incluindo as suas devidas aplicações.

Tabela 1 – Principais Materiais Térmicos Utilizados no Mercado

Material	Descrição	Aplicação
Lã de Vidro	Composto de fibra de vidro e areia, o formato acontece através da queima do vidro até virar um filamento, para ser empregada na parte de isolamento termoacústico, na umidade, não propaga chamas e evita acúmulo de bactéria e fungo	
Lã de Rocha	Composto de Rocha Basáltica Vulcânica, gerado pelo processo de queima da rocha para moldar e produzir o tecido, altamente indicado como material termoacústico, incombustível e contra a umidade	
EPS	Derivado do Petróleo e Gás Natural, com a aparência de esferas brancas, bastante utilizado na construção civil por meio de blocos ou placas para evitar a dissipação de calor, reduz gastos e reciclável após o uso	

L ã de	<p>Formado por fibras de poliéster provenientes da reciclagem de Garrafas PET, com a utilização em lajes, telhados e paredes, sem correr nenhum risco a saúde e apresentar uma execução rápida, segura e prática sem gerar nenhum tipo de resíduo</p>	
--------------	---	---

PE T		
M ant a Tér mi- c a	<p>Gerada por uma ou mais faces de alumínio de alta refletividade e uma malha de reforço para tornar o material mais resistente e melhorar a dissipação de calor, garantindo assim um melhor conforto, bastante aplicado em telhados e coberturas de diversos tipos de ambientes</p>	

Fonte: Adaptado de Alves, 2019

Existem no mercado outros materiais e opções para atender as necessidades térmicas, como o bloco sical, espuma expansiva, 3TC, jardim vertical, etc, o maior problema em utilizar esse tipo de material consiste na dificuldade de acesso aos mesmos ou nos cuidados que deve ter, pois dependendo da região existe uma aplicação que melhor satisfaz.



(a) Bloco Sical



(b) Espuma Expansiva



(c) 3TC



(d) Jardim Vertical

Figura 3 – Outros Materiais para atender as Necessidades Térmicas

Fonte: Knauf Isopor Styrocorte, 2020

3. MÉTODOS DE ANÁLISE

Nesta etapa da pesquisa referente ao desenvolvimento, cuja função corresponde em apresentar materiais térmicos para o mercado de Florianópolis – PI, com a intenção de expandir possibilidades tanto no conhecimento como na execução. Diante disso, para realizar tais procedimentos de conhecimento e experiência no assunto, neste trabalho foi efetuado um questionário para buscar inúmeras opiniões com o seguinte questionário, através da plataforma do Google Forms:

1. Em sua opinião, o isolamento térmico é necessário?

Sim

Não

Talvez

2. Quais desses materiais isolantes você conhece?

Lã de Vidro ()

Lã de Rocha() Lã

de PET

EPS

Manta Térmica()

Outros

3. Quais desses materiais você já utilizou?

Lã de Vidro ()

Lã de Rocha() Lã

de PET

EPS

Manta Térmica()

Outros

4. Quais deles em sua opinião possui melhor custo benefício para o município de Floriano - PI?

Lã de Vidro ()

Lã de Rocha() Lã

de PET

EPS

Manta Térmica()

Outros

5. Qual teve mais facilidade na execução?

Lã de Vidro ()

Lã de Rocha() Lã

de PET

EPS

Manta Térmica()

Outros

6. Qual teve melhor facilidade de acesso?

Lã de Vidro ()

Lã de Rocha() Lã

de PET

EPS

Manta Térmica()

Outros

Todas as perguntas estão voltadas ao público em geral para analisar as possibilidades de empregar os materiais térmicos, tanto na construção civil como em outras áreas de execução.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o banco de dados referente ao questionário executado, às opiniões relatadas apresentam respostas satisfatórias sobre o estudo cuja intenção consiste em analisar cada uma das indagações para assim saber qual material apresenta um melhor desempenho em Floriano – PI. Diante disso,

a seguir consta cada uma das perguntas com os seus respectivos históricos de respostas em percentuais tornando mais claro qual material melhor se adapta.

1. Em sua opinião, o isolamento térmico é necessário? () Sim
() Não
() Talvez

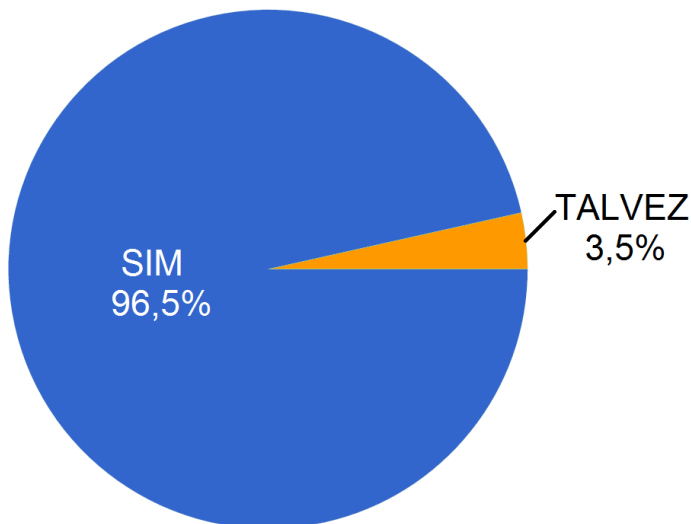


Figura 4 – Percentual sobre a Necessidade dos Materiais Isolantes Térmicos Fonte:

Autores, 2020

A intenção de realizar essa pergunta corresponde ao fato da própria indagação estabelecer a dúvida sobre o assunto e produzir a pesquisa nos leitores, pois em diversos lugares o conhecimento sobre isolamento térmico praticamente não existe, principalmente em regiões muito quentes.

Diante das respostas recolhidas, 96,5% refere à alternativa “sim”, relatando de forma eficaz observação dos benefícios deste tipo de material e quão se torna importante a sua aplicação em diversos setores, porém 3,5% correspondem à alternativa “talvez”, provavelmente devido ao fato de uma imensa busca e aplicação envolvendo muito tempo e demanda propiciando algumas desvantagens no produto final.

A proposta da pergunta apresenta resposta satisfatória, devido ao fato de realmente os materiais com isolantes térmicos compor de diversos benefícios e com esse conhecimento a mais, tentar buscar soluções para implantar ainda mais no mercado, proporcionando assim um melhor conforto aos ambientes.

2. Quais desses materiais isolantes você

conhece?() Lã de Vidro

() Lã de Rocha(

) Lã de PET

() EPS

() Manta Térmica(

) Outros

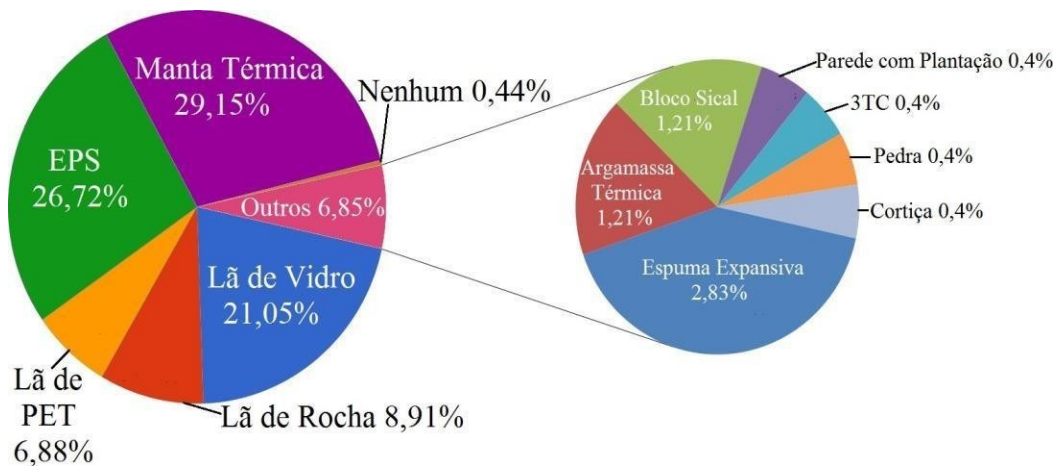


Figura 5 – Percentual sobre Conhecimento de Diversos Materiais Isolantes Térmicos

Fonte: Autores, 2020

A proposta dessa pergunta consiste em mostrar os principais materiais isolantes existentes no mercado, assim como conhecimento em diversas alternativas eficientes, porém pouco conhecidas. Este conhecimento da existência de materiais com a função de realizar um isolamento térmico propõe melhorias de conforto na construção aplicada.

Nessa situação, os materiais com maiores destaques foram EPS com uma porcentagem de 26,72%, a lã de vidro 21,05% e o maior de todos os percentuais a manta térmica com 29,15%. Esses materiais apresentam uma maior disponibilidade tanto para criação como para o próprio mercado, tornando o seu conhecimento bem superior aos demais citados. De certa forma, os materiais com porcentagens baixas apenas necessitam de itens específicos na sua composição, proporcionando uma falta de informação acarretando praticamente a ausência de sua execução.

Perante a porcentagem de Outros, os materiais citados correspondem a aplicações específicas e requerem bastantes cuidados na parte da execução, pois podem ter casos com simplicidade (como a espuma expansiva), porém todo cuidado se torna primordial principalmente em materiais com custo bem elevado. Observando o ponto de vista de manutenção alguns precisam de mais atenção, como o jardim vertical (parede de plantação) precisando de constante zelo, a fim de não deixar o plantio diminuir a capacidade de isolante e vir a ser destruído, ou seja, a intenção de investigar outros materiais realmente consiste em determinar mais opções para o mercado desde que os mesmos sejam satisfatórios para as situações submetidas.

De forma geral, o resultado dessa pergunta apresentou um formato razoável, pois o destaque do conhecimento de três tipos de materiais com essa característica realiza o posicionamento para diversos outros no mercado futuro.

3. Quais desses materiais você já

utilizou?() Lã de Vidro

() Lã de Rocha(

) Lã de PET

() EPS

() Manta Térmica(

) Outros

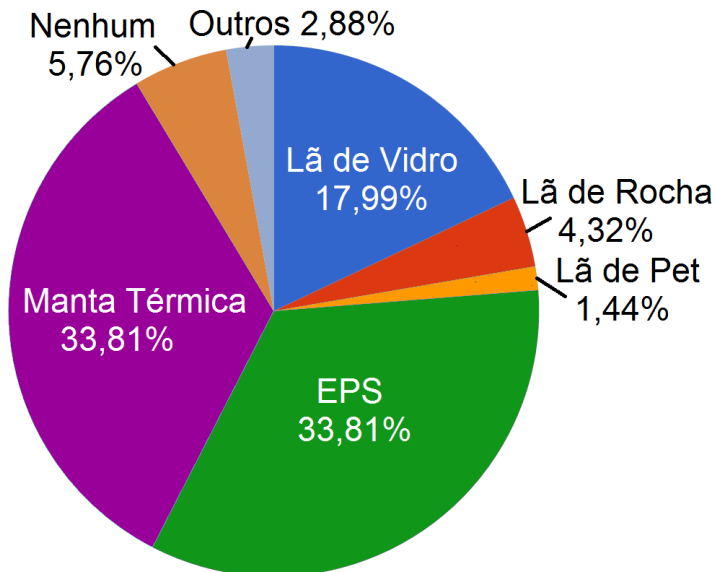


Figura 6 – Percentual sobre Aplicação dos Materiais Isolantes Térmicos

Fonte: Autores, 2020

A finalidade dessa indagação significa afirmar a aplicação dos materiais, pois o fato de não apresentarem esse tipo de opção em negócios tanto de construção como outros meios, o mercado fica muito restrito e diante disso a aplicação quase não acontece, porém a utilização varia dependendo do ambiente de instalação.

Através da pergunta anterior o comparativo aumenta, a ideia representava apenas o conhecimento, nessa agora consiste em como realizar o manuseio do material para a construção. A perspectiva de resposta perante a antecedente corresponde a mesma situação (manta térmica, lã de vidro e EPS), porém com um aumento no percentual referente a manta térmica e EPS ambas com 33,81%, com decaimento para a lã de vidro ficando com 17,99% confirmando a facilidade e agilidade no manuseio, propiciando melhores condições para os materiais em destaque.

Por meio da finalidade, essa pergunta esta evidenciando praticamente uma confirmação dos materiais mais requisitados para o mercado, além de mostrar o emprego de outros tornando a disponibilidade para outros casos ainda superior e determinando o quão se torna importante dispor desse tipo de material em lojas de construção.

4. Quais deles em sua opinião possui melhor custo benefício para o município de Floriano - PI?

() Lã de Vidro ()

Lã de Rocha() Lã

de PET

() EPS

() Manta Térmica(

) Outros

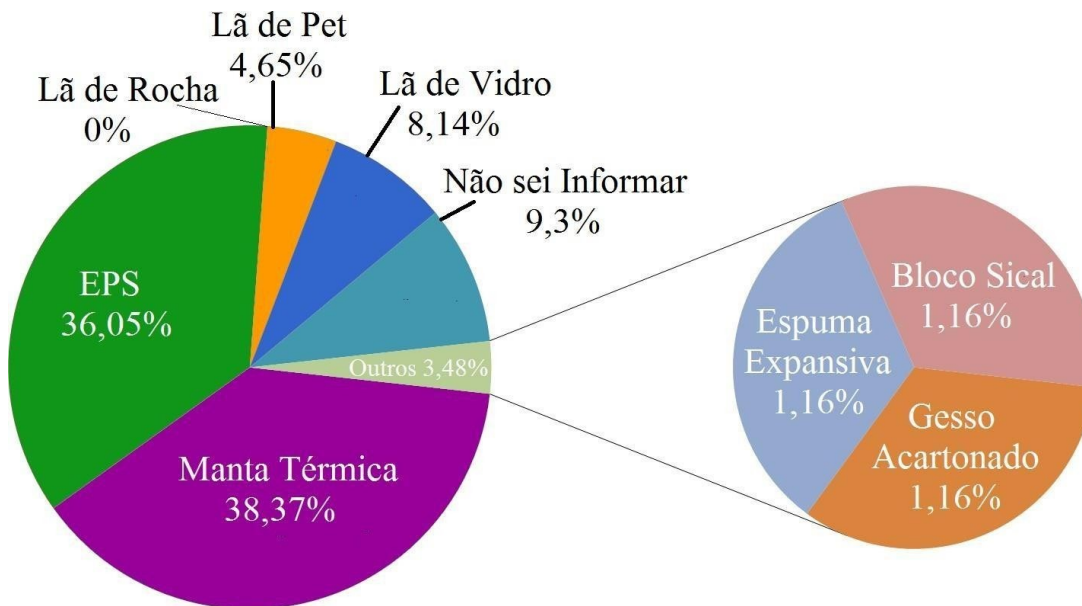


Figura 7 – Percentual sobre Custo-benefício dos Materiais Isolantes Térmicos em Floriano

Fonte: Autores, 2020

O fato de realizar essa pergunta corresponde em saber qual dos materiais citados melhor apresenta um custo durante o seu manuseio, pois toda e qualquer construção requer um bom desempenho, mas também o ideal que apresente um custo baixo.

A perspectiva gira em torno novamente da Lã de Vidro com um percentual de 8,14%, EPS com 36,05% e manta térmica com 38,37%, porém existe muita dúvida de como saber identificar o material para o clima de Floriano, por isso 9,3% não souberam informar, posicionando incertezas diante da pergunta. Um fato interessante corresponde ao percentual de Outros, com 3,48% esses valores relatam a Espuma Expansiva, Bloco Sical e o Gesso Acartonado como ideias de custo baixo no município, para assim apresentar mais opções deixando o mercado aberto.

A ideia do custo final realmente apresenta uma preocupação, principalmente em materiais onde o conhecimento do mercado não tem grande destaque, mas a intenção não deve apenas girar em torno disso e sim da finalidade ao qual o mesmo está destinado. Diante disso, o custo desses materiais citados mostra pouca influência, devido à porcentagem ser grande para três materiais e ainda uma porcentagem de insegurança, proporcionando um aspecto negativo nessa parte e deixando esse material muito a desejar, mesmo com os benefícios que trazem para a região. Provavelmente, o fato do conhecimento ser algo ainda pequeno, provoque um acúmulo de materiais deixando-os com o preço final mais elevado.

5. Qual teve mais facilidade na execução? () Lã de Vidro
 () Lã de Rocha
) Lã de PET
 () EPS
 () Manta Térmica
) Outros

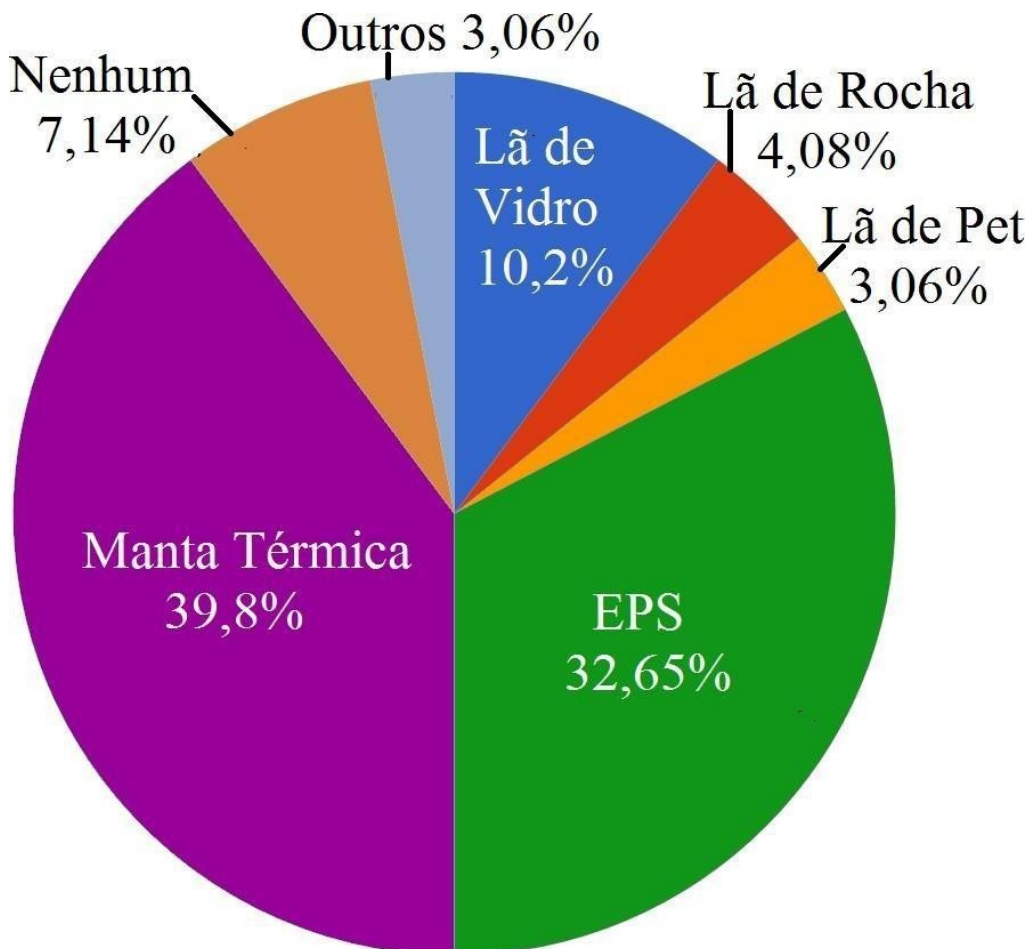


Figura 8 – Percentual de Facilidade na Execução dos Materiais Isolantes Térmicos

Fonte: Autores, 2020

A implicação deste questionamento condiz com a agilidade no tempo e na de aplicação do material, para assim estabelecer melhores condições de oferta e demanda para o município, dessa forma aprimorando o mercado e aperfeiçoando as construções com boa qualidade no fim.

Diante desse aspecto, os materiais que ganharam destaque nessa parte de execução foram novamente Lã de Vidro (10,2%), Manta Térmica (39,8%) e EPS (32,65%), devido à simplicidade perante o manuseamento, para assim tornarem aptos para o mercado juntamente com os materiais convencionais e dessa forma sejam usufruídos de forma benéfica.

A pergunta está restringindo bastante o uso de alguns materiais para assim descobrir o material ideal para a execução e diante disso apresentar um ótimo desempenho térmico, possibilitando dessa forma a ideia de conhecimento e do comportamento perante vários materiais e deixando clara a melhor opção referente à opinião da execução de vários profissionais.

6. Qual teve melhor facilidade de acesso?() Lã de Vidro
 () Lã de Rocha(
) Lã de PET
 () EPS
 () Manta Térmica(
) Outros

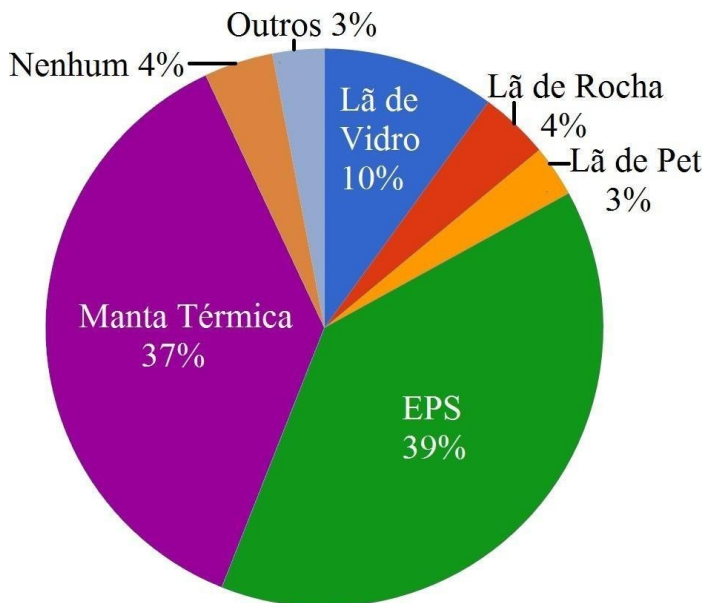


Figura 9 – Percentual de Acessibilidade dos Materiais Isolantes Térmicos

Fonte: Autores, 2020

A intenção dessa última pergunta consiste em informar a dificuldade na criação de cada tipo de material, pois os mesmos devem ter um bom desempenho no fim, para serem convenientes ao mercado.

Na presença de uma enorme dificuldade em triturar o material ou conseguir a rocha específica para os materiais Lã de Pet e Lã de Rocha respectivamente, torna ambos praticamente indisponíveis, o que facilita o acesso aos demais, pois apresenta acessibilidade à matéria correspondente a confecção desses produtos, mas não justifica afirmar que o procedimento para o produto final seja rápido, porém os procedimentos iniciais ficam muito práticos com todo o material a disposição.

Os percentuais mostrados deixam claros às vantagens diante dos materiais apresentados na pesquisa, dessa forma a importância de realizar um posicionamento para determinar e encontrar fontes que tornem eficientes e rápidas o ganho de qualquer matéria, a fim de realizar a composição desses materiais isolantes térmicos melhoraria na confecção final e deixaria a disposição no mercado.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa apresentou resultados satisfatórios e com grande percentual no próprio Piauí tornando o trabalho mais aceitável, perante um posicionamento no município de Floriano. Um fato importante da pesquisa corresponde a sua relevância, pois a mesma requer o posicionamento perante o desempenho, custo, conhecimento, facilidade na execução, acessibilidade ao material enecessidade desses materiais no mercado, proporcionando alcances ilimitados desse produto, a fim de aprofundar ainda mais pesquisas na área térmica.

O posicionamento diante da pesquisa realizada mostra em diversas perguntas o destaque dos principais materiais utilizados no mercado, destacando para a cidade de Floriano o uso da Manta Térmica, visto que as vantagens da sua utilização perante os procedimentos discutidos (meio térmico, execução, etc) apresentam um posicionamento mais significativo diante dos demais materiais listados.

A manta térmica ainda se sobressa por ter uma grande versatilidade de aplicação nos telhados que podem ser de vários modelos, é facilmente encontrado no mercado com diversos tipos que variam de acordo com a necessidade (residencial ou comercial), sua durabilidade é excelente atrelada a ser 100% reciclável. Trás benefícios múltiplos como: eficiência energética, evita ocorrência de infiltrações e goteiras, baixa necessidade de manutenção e seu preço que é bastante acessível por metro.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, por nos abençoar e proporcionar a oportunidade, nos guiando e nos mantendo firmes para concluir esse projeto de pesquisa, apesar de toda e qualquer dificuldade. Ao nosso orientador, professor Sávio Torres Melo, por tanta disponibilidade e paciência nos direcionando com tamanha dedicação. Obrigada por nos motivar a sempre darmos o nosso melhor. Agradecemos também aos nossos familiares e amigos pelo apoio e convívio que nos fortalecem e nos fazem acreditar e lutar pelos nossos objetivos. A todos professores e profissionais que de alguma forma agregaram a nossa pesquisa compartilhando os seus conhecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alves, P. S. **Isolantes Térmicos – Materiais Capazes de Equilibrar a Temperatura de Um Ambiente**. BEQ – BetaEQ. Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2019.
2. Bachmann, R. E. **Tradição de Telhados Ecológicos remonta a Idade Média**. RRB Imóveis, 2013. Disponível em: < <https://rrbimoveis.wordpress.com/2013/03/06/579/> >. Acessado em 14 de outubro de 2020;
3. Connor, N. **O que é resistência térmica – Resistividade térmica – Definição**. Thermal Engineering, 2020. Disponível em: < <https://www.thermal-engineering.org/pt-br/o-que-e-resistencia-termica-resistividade-termica-definicao/> >. Acessado em 14 de outubro de 2020;
4. Ebert, F. **Isolamento térmico: mais econômico e sustentável para a sua construção**. EJE Civ Arquitetura e Engenharia Civil, 2018. Disponível em: < <https://www.ejeciv.com.br/post/isolamento-termico> >. Acessado em 30 de setembro de 2020.
5. Isover: Saint-Gobain. **O que é isolamento térmico?**. 2020. Disponível em: < <https://www.isover.com.br/o-que-e-isolamento-termico> >. Acessado em 10 de outubro de 2020;
6. Kingspan Isoeste – A solução Perfeita para Ambientes Internos e Externos. **Isolamento Térmico: o que é e qual a sua importância?**. Disponível em: < <https://kingspan-isoeste.com.br/isolamento-termico/> >. Acessado em 04 de outubro de 2020;
7. Knauf Styrocorte. **Isolamento Térmico: 3 Materiais Para Melhores Resultados**. 2020. Disponível em: < <https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/isolamento-termico-3-materiais-para-melhores-resultados> >. Acessado em 11 de outubro de 2020;
8. Mauá – Reforma e Construção. **Isolantes térmicos: por que incluí-los na sua obra?**. 2019. Disponível em: < <https://cimentomaua.com.br/isolantes-termicos/> >. Acessado em 03 de outubro de 2020;
9. Portal São Francisco. **Isolantes Térmicos**. 2015. Disponível em: < <https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/isolantes-termicos> >. Acessado em 25 de setembro de 2020;
10. *Só Biologia*. **Isolantes e condutores térmicos**. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2020. Disponível em: < em https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Calor4.php >. Acessado em 11 de outubro de 2020.
11. SustentArqui – Construção Sustentável. **Casas de palha: vantagens e desvantagens**. 2016. Disponível em: < <https://sustentarqui.com.br/casas-de-palha/> >. Acessado em 07 de outubro de 2020.

ESTUDO DOS COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS NO TRANSPORTE DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Maykon Douglas da Silva Sá¹ Richmond José Mouzinho Neto¹
Sávio Torres Melo²

Resumo:

No Brasil, existem vários modais desde o hidroviário até o aéreo, para realizar o transporte de mercadorias diante de circunstâncias que melhor favoreça o território. O mais privilegiado corresponde ao rodoviário pelo fato de melhor corresponder ao interesse do investimento público atualmente. A intenção de analisar os combustíveis, principalmente as fontes renováveis, corresponde ao fato de explorar alternativas perante as existentes com a finalidade de trabalhar um comparativo para assim determinar a melhor forma de economia e beneficiar o meio ambiente. Neste trabalho será realizado um estudo comparativo de combustíveis renováveis através da viabilidade no município de Floriano - PI, a fim de realizar uma análise referente ao consumo. Diante das observações efetuadas, o etanol apresenta um melhor rendimento perante as outras possibilidades.

Palavras-Chave: Sustentabilidade. Combustíveis Renováveis. Eficiência Energética.

Abstract:

In Brazil, there are several modes from the waterway to the air, to carry out the transport of goods in the face of circumstances that favor the territory. The most privileged one corresponds to the road because it better corresponds to the interest of public investment today. The intention of analyzing fuels, mainly from renewable sources, corresponds to the fact of exploring alternatives to the existing ones in order to work a comparison to determine the best form of economy and benefit the environment. In this work, a comparative study of renewable fuels will be carried out through feasibility in the municipality of Floriano - PI, in order to carry out an analysis regarding consumption. In view of the observations made, ethanol shows a better performance compared to other possibilities.

Keywords: Sustainability. Renewable Fuels. Energy Efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade vem se desenvolvendo ao longo dos anos através de técnicas discutidas em todo o mundo, a fim de proporcionar melhores condições nas questões sociais, econômicas e ambientais.

A energia renovável corresponde a um desses métodos (figura 1), pois a mesma apresenta fontes reaproveitáveis, proporcionando o desenvolvimento sustentável, visto que ao utilizar produtos encontrados na natureza como sol, vento, chuva, etc, os mesmos podem beneficiar com um menor impacto ao meio ambiente, além de melhorar o consumo de energia e possibilitar uma contribuição ao conforto populacional (West, 2019), conforme pode ser compreendido nos itens a seguir:

- Energia Eólica: Obtida pela força dos ventos, por meio de cata-ventos (1a);
- Energia Solar: Captação de raios solares por placas fotovoltaicas (1b);
- Energia Hídrica: Gerada através do fluxo de água, como em barragens (1c);
- Energia Geotérmica: Adquirida pelo calor interno da Terra (1d).



(a) Energia Eólica



(b) Energia Solar



(c) Energia Hídrica



(d) Energia Geotérmica

Figura 1 – Tipos de Energias Renováveis

Fonte: EPE, 2015

Um dos critérios para promover essa ideia, consiste em explorar a eficiência energética, com a intenção de melhorar o manuseio das fontes de energia. Diante das possibilidades existentes referentes a combustíveis renováveis, esta pesquisa pretende buscar alternativas diante da convencional com a intenção de destacar o consumo, e no fim mostrar uma expectativa do bem a meio ambiente.

Este trabalho está organizado nas seguintes seções: a seção 2 apresenta uma análise de combustíveis renováveis juntamente com uma aplicação; a seção 3 mostra os procedimentos realizados para conseguir os dados para a descoberta do combustível renovável para a construção civil diante dos já existentes; a seção 4 retrata os resultados deste estudo, mostrando a perspectiva do consumo e, por fim, na seção 5 apresentadas às conclusões da pesquisa.

2. BIOCOMBUSTÍVEIS

Dentre os diversos modelos de energia não fóssil, destaca-se a utilização de biocombustíveis, provenientes da biomassa produzida através de fontes vegetais e animais (Figura 2). A maior

motivação para a produção destes combustíveis se trata da busca pela independência do petróleo,

pelo fato da sua produção e consumo gerar bastantes poluentes, além de ser um recurso limitado gerando grandes gastos na sua extração (Scientia, 2015).

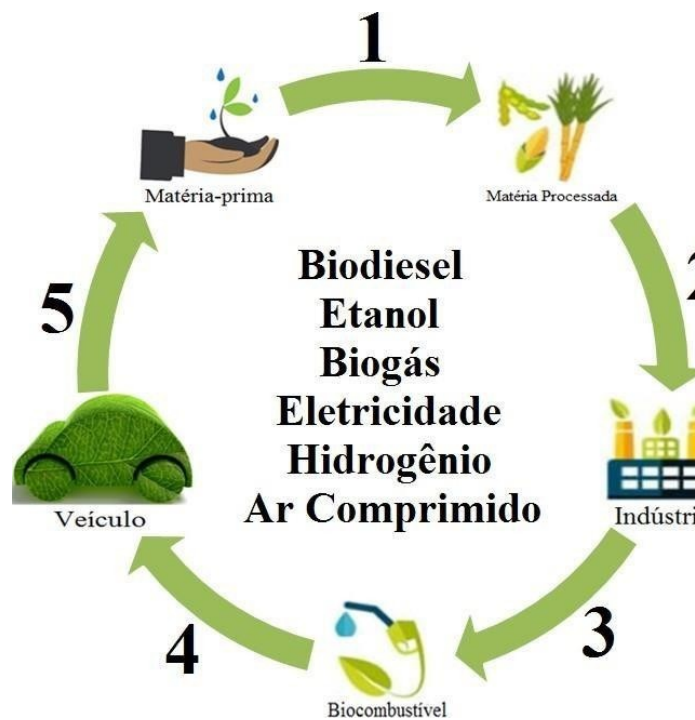


Figura 2 – Ciclo dos Biocombustíveis

Fonte: Adaptado de Geissler, 2019

A produção de biocombustíveis, assim como outras energias renováveis busca minimizar a emissão de gases poluentes na atmosfera, oriundos de veículos e indústrias. A sua elaboração está dividida nas seguintes etapas:

1. **Extração:** Busca por produtos de forma natural e renovável (matéria-prima), para de uma forma realizar o manuseio desta matéria-prima (matéria processada);
2. **Transporte:** Consiste em realizar o deslocamento dos materiais para fábrica (indústria), onde serão armazenados para ocorrer outros procedimentos;
3. **Procedimentos Industriais:** Na fábrica, acontece a limpeza e todos os processos de tratamento químicos, para no fim criar o produto final (biocombustível);
4. **Comercialização:** Uso do produto no mercado, através de veículos, com a intenção de apresentar a evolução dos biocombustíveis no seu estado final, a fim de proporcionar a sustentabilidade no mundo;
5. **Reutilização:** A emissão de gases dos veículos volta ao meio ambiente, auxiliando nos procedimentos de crescimento e desenvolvimento das matérias-primas iniciais.

2.1. Combustíveis Renováveis

O combustível limpo, verde ou ecologicamente correto corresponde a nomenclaturas utilizadas para designar os combustíveis renováveis. As buscas por esse tipo de produto, com menores emissões de gases poluentes ganharam um terreno bem amplo em discussões nas últimas décadas diante de grandes potências do planeta.

Países, empresas e organizações buscam aperfeiçoar seus sistemas produtivos, o setor de transportes, devido ao fato do mesmo representar o aquecimento global, inovando com estudos na parte da utilização de combustíveis limpos, no qual atualmente os mais utilizados são: etanol, biodiesel, biogás e a energia elétrica, conforme pode ser explicado a seguir:

- **BIODIESEL:** Fabricado através da reação química do triglicerídeo com o álcool, originando

moléculas de ésteres (R-COOR'), correspondendo ao próprio combustível. No critério de comercialização, o mais presente ocorre com uma porcentagem de 2% (B2), tornando útil em motores a diesel para influenciar o aumento da vida útil dos motores, além da diminuição de gases poluentes. Em Floriano, existe a Unibras uma empresa fundada em 2005 com a intenção de proporcionar a geração desse combustível como alternativa para os postos da região, a fim de beneficiar com a geração de empregos e melhorar o clima regional (Carvalho, 2019);

- **ETANOL:** Também conhecido como bioetanol ou álcool etílico, obtido principalmente através da fermentação da cana-de-açúcar, sendo o maior concorrente da gasolina. Atualmente muitas indústrias trabalham com sobras e resíduos de produtos naturais (sabugo e a palha do milho, o bagaço, as pontas e as palhas da cana-de-açúcar) ou a utilização de biorrefinarias emergem como fundamentais para a expressiva ampliação pretendida da produção de etanol. Os EUA estão em primeiro lugar na fabricação, vindo o Brasil logo em seguida, ambos juntos apresentam praticamente 70% de todo o etanol produzido;

- **BIOGÁS:** Corresponde a uma substância inflamável formada da mistura de gás metano (30 a 80%), gás carbônico (35 a 45%) e, pouca quantidade de gás sulfídrico. A sua extração acontece de lixo em aterros sanitários e de materiais orgânicos específicos (resíduos florestais, dejetos de animais, etc). Na cidade de Floriano, a prática de utilizar o biogás acontece na zona rural com o uso do biodigestor, equipamento para realizar o tratamento e depósito de resíduos orgânicos, gerando esse biogás sendo utilizado na zona rural como gás de cozinha (Penha, 2020);







- **ELETRICIDADE:** A utilização da energia elétrica como combustível corresponde a uma tecnologia inovadora com zero emissão de gases poluentes. Em veículos 100% elétricos, os motores trabalham a inversão do campo magnético gerando eletricidade para recarregar a bateria do próprio veículo através da locomoção ou a alimentação de tomada existente em eletropostos, porém existem veículos híbridos que utilizam a eletricidade e o combustível (seja gasolina, etanol, etc) de forma permuta um com o outro de maneira inteligente;

- **AR COMPRIMIDO:** Essa tecnologia consiste em usar apenas o ar atmosférico, sem a utilização de nenhum combustível e se auto-reabastecendo. A ideia consiste em realizar o movimento dos pistões do motor através do aumento de pressão, por meio da compressão do ar presente no meio ambiente. Diante disso, ocorre uma expansão liberando energia suficiente para mover os pistões e acionar o motor. O programa Centelha – PI informou em 2019 ideias motivadoras e uma delas foi sobre uma moto movida a ar comprimido no município de Uruçuí, para assim incentivar pesquisas na área, a fim de proporcionar uma visão empreendedora sobre o assunto;

- **HIDROGÊNIO:** Existem duas alternativas para o uso do hidrogênio em veículos, uma através do motor de combustão e outra por eletricidade, a etapa do motor a combustão acontece o procedimento de eletrólise, no qual a geração de um gás inserido na câmara do motor para assim servir como aditivo na queima do combustível chamado de HHO e por eletricidade funciona como motor híbrido cujo esse movimento com o combustível hidrogênio carrega a bateria e deixa a disposição no final. A aplicação desse tipo de combustível está sendo utilizada em ônibus espaciais da NASA.

A tabela seguir apresenta informações dos combustíveis renováveis relacionados aos três pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), justamente para mostrar a influência da utilização desses biocombustíveis diante de aspectos positivos e negativos, ou seja, as suas vantagens e desvantagens. Além disso, alternativas de aplicação dos biocombustíveis a veículos, juntamente com a intenção de mostrar exatamente a evolução do mercado para combustíveis renováveis.

Tabela 1 – Parâmetros para Combustíveis Renováveis

Critérios	Influência	Outras Alternativas de Veículos	
Econômica	Substitui o uso de combustíveis fósseis	 Scania R440 (Biodiesel)	 Scania R410 (Biogás)
	Aumenta vida útil dos motores		
	Menores custos que o petróleo		
	Produção mais baixa de energia		
	Facilidade de armazenamento e transporte		
	Poucos postos de abastecimento		
Social	Geração de emprego e renda	 Jac iEV 1200T (Elétrico)	 Scania P270 (Etanol)
	Incentivo a pesquisas em produção e procura		
Ambiental	Reduzir a emissão de gases poluentes na aplicação	 Kart (Ar Comprimido)	 Scania GenH2 (Hidrogênio)
	Diminuição do efeito estufa e da poluição atmosférica		
	Não é tóxico, nem corrosivo		
	Baixo risco de explosão		
	Aumento do desmatamento		
Aumento de gases poluentes durante a geração/criação			

Fonte: Autores, 2020

2.2. Avanços dos Biocombustíveis ao longo dos anos

A maior motivação para a produção destes combustíveis consiste em uma busca pela independência do petróleo, que além de ser um recurso limitado, sua produção e consumo gera bastante poluentes e grandes gastos na sua extração. Além disso, a produção de biocombustíveis, assim como as outras energias renováveis, busca minimizar a emissão de gases poluentes na atmosfera. Estes gases ocorrem principalmente de veículos e de fábricas, especialmente em grandes cidades e polos industriais.

Desde a segunda metade do século XX vem sendo debatido pela sociedade, profissionais e empresas das mais diversas áreas, maneiras de reduzir o desperdício e reduzir a degradação do meio ambiente a partir de práticas mais eficazes e sustentáveis. A construção civil é responsável por grande parte da produção de resíduos, por conta disso, atualmente estão sendo implementadas práticas de gestão e diversas medidas no intuito de diminuir desperdícios e, sobretudo a geração dos resíduos.

Como solução os combustíveis renováveis, dentre eles os mais conhecidos são o Etanol, cuja aplicação no Brasil se dá desde o fim da década de 70, e o Biodiesel que já passou a ser utilizado em meados, do século XXI, com suas aplicações no ramo veicular tanto em carro de pequeno porte (Etanol) e grande porte (Biodiesel) e também nas fábricas como na produção de cimento e na fabricação de tintas e vernizes (Farias, 2009).

Para que se consiga fazer uma análise detalhada de todas as etapas de uma construção onde

podem ser gerados resíduos que prejudicam diretamente o meio ambiente, é preciso se atentar aos detalhes que não são notados ou muitas vezes deixados de lado. Como por exemplo, pode ser citado o transporte dos materiais e a utilização de máquinas que utilizam combustíveis fósseis, portanto possuem grande potencial de emissão de gases nocivos. Considerando o tamanho do

mercado da construção civil e tudo que engloba, é possível ter uma dimensão da quantidade de transportes que são necessários para fazer com que todos os produtos cheguem até o seu destino e com isso todo o potencial de emissão de gases poluentes que são derivados desses transportes.

No Brasil, foi criado em 1960 o Ministério de Minas e Energia (MME), ao qual possui quatro Secretarias finalísticas que propõem diretrizes e implementa políticas nacionais em suas áreas de atuação, uma delas é a Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (SPG), que entre suas atribuições legais está coordenar os estudos de planejamento plurianual dos setores de petróleo, gás natural e biocombustíveis. O etanol e o biodiesel são os biocombustíveis que fazem o Brasil se destacar como grande produtor mundial, atualmente o percentual obrigatório de etanol anidro combustível por litro que deve ser adicionado é de 27% na gasolina comum ou aditivada, já no caso do óleo diesel, desde março de 2020, o percentual mínimo obrigatório da adição de biodiesel é de 12%, podendo chegar até 15%. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), no ano de 2016 o Brasil foi responsável por 25,0% do etanol produzido no mundo.

3. MÉTODO DE ANÁLISE

Nesta etapa da pesquisa referente ao desenvolvimento, cuja função corresponde em realizar um comparativo entre combustíveis renováveis, através da quantidade de emissão de CO₂ em veículos de transporte da construção civil. Com esse critério, este trabalho pretende descobrir exatamente o melhor percurso para execução do aterro no Auditório da Faculdade de Ensino Superior de Floriano (FAESF), em um mesmo veículo com diferentes alternativas para biocombustíveis. Diante disso, a determinação do trajeto se torna fundamental para destacar a quantidade de gás carbônico liberado para a atmosfera, por isso foram destacados quatro caminhos:

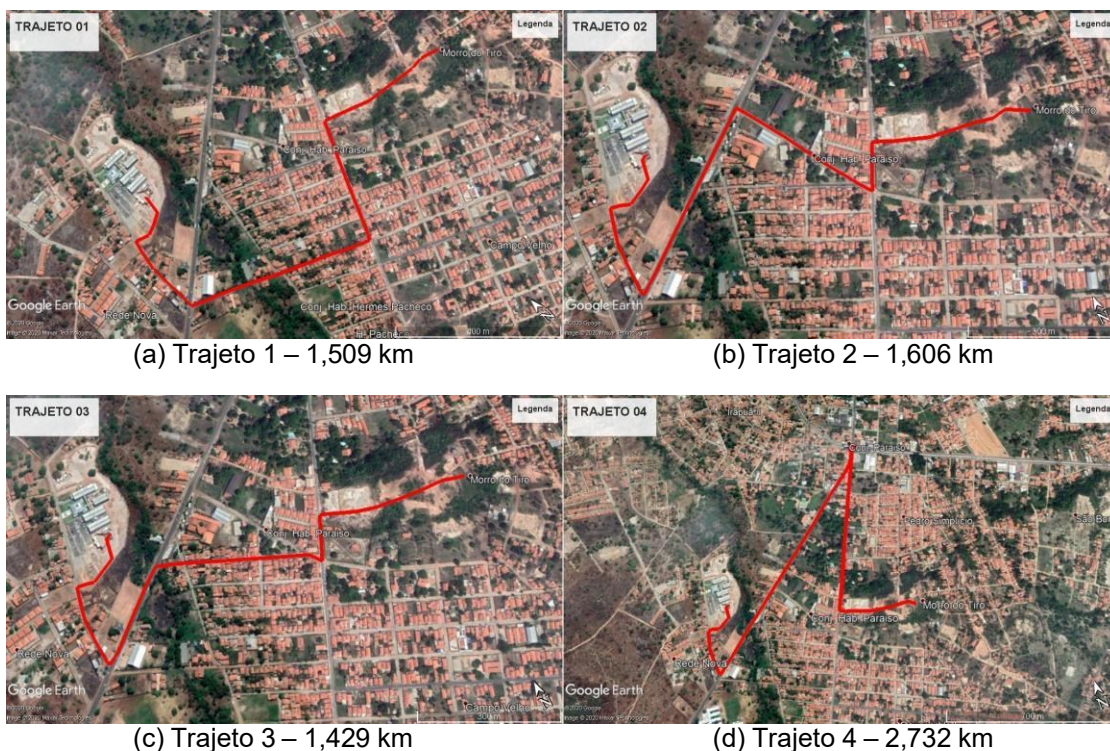


Figura 3 – Possibilidade de Trajeto

Fonte: Google Earth, 2020

O transporte de material de jazida (Morro do Tiro) para aterro e terraplanagem de um terreno com aproximadamente 1200 m², localizado na cidade de Floriano-PI. A quantidade de gás carbônico gerada por combustíveis renováveis e não renováveis corresponde exatamente à poluição emitida para a atmosfera proporcionando um aumento do efeito estufa dependendo da quantidade liberada. Diante disso, as análises foram realizadas perante dois procedimentos:

- **Parâmetros de Trajetos:** Consiste em verificar aspectos dentro do trajeto que tornem acessíveis e com uma menor probabilidade de emissão de CO₂ na atmosfera;
- **Emissão de Gás Carbônico:** Realizar cálculos através de dados moleculares, a fim de determinar a quantidade de CO₂ eliminada para a atmosfera.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos critérios para analisar definitivamente toda e qualquer emissão de poluentes na atmosfera corresponde ao percurso utilizado pelo veículo, pois quanto maior o trajeto ou dificuldades existente nele (curvas, patologias, etc), mais tempo de utilização do veículo proporcionando uma elevada quantidade de eliminação de gás carbônico para o meio ambiente. Diante disso, a figura 3 apresenta quatro rotas de acesso do Morro do Tiro até a faculdade FAESF e através de uma avaliação nas estradas, pode ser analisado o seguinte:

- **Acessibilidade:** O trajeto 1 apresenta um local de grande dificuldade de acesso para veículos (figura 4, parte em azul), seja de grande porte ou não, pois existe um riacho e a água tem bastante acesso a pista, deixando a estrada de terra praticamente encharcada provocando vários atolamentos, tornando a mesma praticamente inacessível e imprópria para a pesquisa;

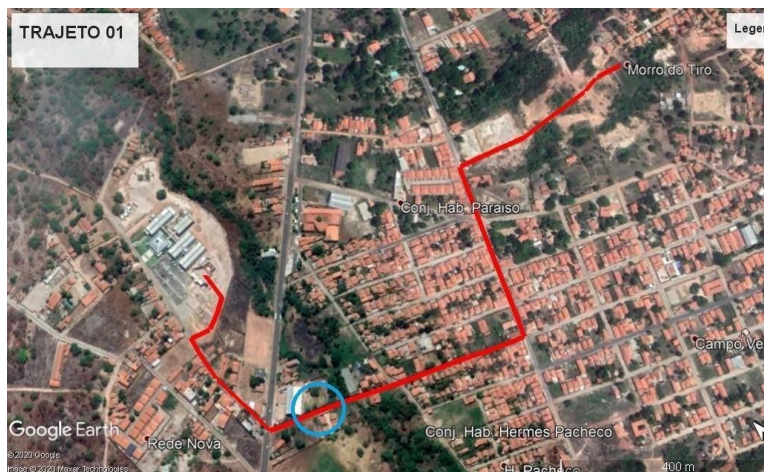


Figura 4 – Localização da Dificuldade do Trajeto 1
Fonte: Google Earth, 2020

- **Fluxo de Veículos:** O trajeto 4 devido ao grande acesso a BR (figura 5, parte em azul), o fluxo intenso de veículos se torna mais perigoso, proporcionando dificuldade em movimentação, além de maior cautela durante o transporte, ou seja, possibilitando maior tempo de trânsito devido a preocupação, tornando a mesma dispensável para a pesquisa;



Figura 5 – Tamanho da Distância na BR do Trajeto 4
Fonte: Google Earth, 2020

• **Extensão:** Com a análise dos dois trajetos anteriores e ambos excluídos devido aos problemas mencionados, restam apenas o trajeto 2 e 3, mas ambos não apresentam dificuldades no tráfego e nem na acessibilidade, porém o trajeto 2 apresenta uma extensão superior ao trajeto 3, constatando que de todos os percursos destacados para a pesquisa o de melhor proveitos comprovados consiste no trajeto 3.

Com o caminho determinado para encontrar uma menor emissão de gases, os cálculos seguintes mostrados na tabela 2, apresentam a quantidade de gás carbônico emitido de um veículo de carga para realizar o transporte de terra, com a finalidade de realizar o comparativo entre combustíveis renováveis e não renováveis, conforme pode ser visto a seguir:

Tabela 2 – Comparativo entre Emissões de Gás Carbônico de Combustíveis Renováveis e Não Renováveis											
Classificação	Combustível	Densidade (kg/L)	Molécula	Massa molar (g/mol)	Massa de CO ₂ liberada pela Molécula	Relação entre Combustíveis	kg de CO ₂ emitido na Atmosfera	Turma	Consumo de Veículo de Carga (Km/L)	Consumo Total do Trajeto (L)	Emissão Total do Trajeto (Kg)
Não Renovável	Gasolina	0,703	Undecano (C ₁₁ H ₂₄)		484,00	4,32	3,04				1,74
	Dieisel	0,85	Hexadecano (C ₁₆ H ₃₄)		704,00	3,12	2,66				1,52
Renovável	Biodiesel	0,88	Éster		880,00	2,86	2,51		2,5	0,5716	1,44
	Etanol	0,789	Álcool (C ₂ H ₆ O)	46,00	88,00	1,91	1,51				0,86
	Biogás	0,0072	Metano (CH ₄)	16,00	44,00	2,75					

Hidrogênio		Hidrogênio (H ₂)	2,00	-	-	-				-
Aerocomprimido	-	-	-	-	-	-				-
Fonte: Autores, 2020										

Dentre os combustíveis limpos que foram trabalhados, alguns possuem características que diferem dos demais e necessitam individualmente de cuidados especiais para viabilizar a sua utilização. De fato, os combustíveis renováveis apresentam menores emissões, conforme discutido durante toda a pesquisa e os dados da tabela 2 comprovam todos os argumentos abordados, a figura 6 apresenta de forma mais clara essas informações através de percentuais:

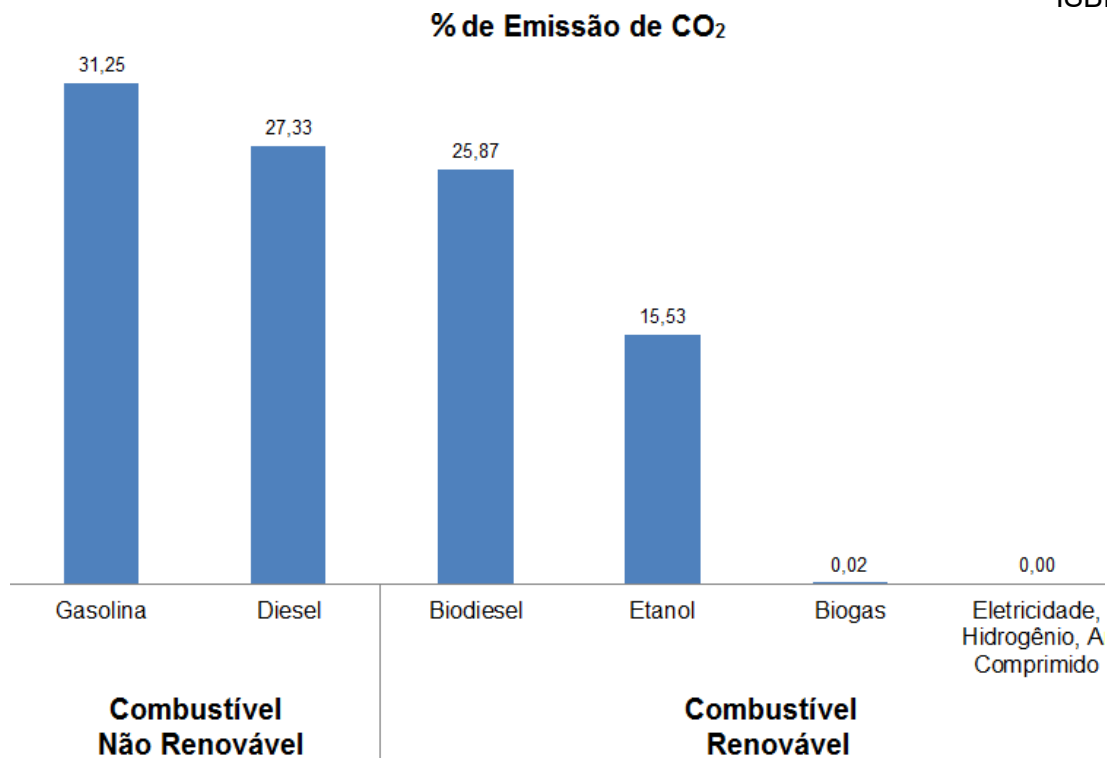


Figura 6 – Gráfico Percentual de Emissão de CO₂ por Combustível

Fonte: Autores, 2020

Os combustíveis não renováveis apresentam porcentagens elevadas em relação aos renováveis devido à alta quantidade de carbono nas suas moléculas, pois a combustão em veículos apresenta maiores emissões de gás carbônico. Os resultados obtidos através do cálculo das emissões de CO₂ em combustíveis convencionais comparado com os biocombustíveis mostra que dependendo da viabilidade, a substituição desses combustíveis fósseis por estes outros considerados limpos proporcionaria uma redução drástica das emissões de gases poluentes.

Dentre os renováveis, destacamos a eletricidade, hidrogênio e o ar comprimido, os quais possuem emissão zero de CO₂ no funcionamento dos motores. Porém, esses três combustíveis citados ainda estão nas primeiras fases de testes e de utilização em pequena e média escala, e devem ser os combustíveis do futuro. Tanto eles como o Biogás, apresentam índices baixos de eliminação, mas a dificuldade no processo para geração desse biocombustível e armazenagem requer maquinário pesado para a construção ou transportação para abastecer postos com a sua utilização, produzindo uma enorme quantidade de gases poluentes na atmosfera, sem nenhuma forma de reutilizar, apenas aumentando o efeito estufa no planeta, propiciando inúmeras desvantagens no clima da região.

Diferente dos combustíveis renováveis mencionados anteriormente, o biodiesel e o etanol também eliminam quantidades razoáveis de CO₂, mas após a eliminação desse gás carbônico, toda a planta utilizada para criar os combustíveis consomem esses gases através do processo de fotossíntese, originando um ciclo por meio de um equilíbrio da emissão e do consumo de gases poluentes, tornando viável e a sua aplicação no final.

5. CONCLUSÕES

Os resultados mostram uma variedade considerável de soluções para a substituição de combustíveis que liberam grande quantidade de CO₂, mas alguns aspectos ainda estão distantes para que seja alcançada uma utilização em larga escala. O destaque de combustíveis renováveis consiste em analisar não apenas a eliminação pelos motores, mas também os processos produtivos para determinar qual deles apresentam uma melhor eficiência, com o intuito de garantir a validade da sua utilização. Os combustíveis que não emitem gases poluentes ainda estão em fases de

testes, sendo feitos estudos necessários para comprovar sua viabilidade tecnológica e econômica para serem inseridos no mercado. A mais evoluída atualmente é a eletricidade, existem iniciativas de empresas que pretendem substituir sua frota por caminhões elétricos e as montadoras estudam maneiras eficientes de viabilizar a produção e garantir a qualidade do produto.

Levando em consideração os resultados obtidos nesse trabalho, chegou-se à conclusão de que para a situação estudada o combustível mais viável é o etanol, apesar de conhecido a bastante tempo, ainda é o mais próximo da realidade, em especial por ser um produto cuja as matérias primas são de origem agrícola e podem ser produzidas em todas as regiões do Brasil, principalmente proveniente da extração de cana-de-açúcar.

O fato deste combustível ter uma menor complexibilidade em sua produção é determinante para que futuramente o etanol seja dominante no mercado, unindo-se a eficiência, acessibilidade, baixo custo e, principalmente o baixo índice de poluição. No mercado brasileiro atual, a produção de caminhões movidos a etanol já é realidade, os motores estão evoluindo e ficando mais eficientes a cada dia. Assim, conseguindo aplicar os conceitos de sustentabilidade no ramo da construção civil, que sempre foi criticada por sua alta taxa de poluição, tornando possível o transporte de materiais de forma limpa e ecológica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus por ter conseguido finalizar esse grande projeto. Gratidão à professora Luanna carvalho pela oportunidade de participar dessa iniciativa tão grandiosa para a faculdade FAESF. Um agradecimento especial ao professor Sávio Torres Melo, por nos motivar e auxiliar no dia a dia, de forma que o trabalho fosse feito com os resultados esperados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministério de Minas e Energia (MME). **Conheça o Ministério**. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/web/guest/aceso-a-informacao/institucional/o-ministerio> >. Acessado em 10 de outubro de 2020;
2. EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Fontes de Energia. 2015. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia#TOPO> >. Acessado em 18 de agosto de 2020;
3. Geissler, C. **Produção de Biodiesel & Educação Ambiental**. Minicurso, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Rio Grande do Sul, 2018;
4. West, L. **Principais Fontes de Energia Renováveis**. ThoughtCo – Ciência, Tecnologia e Matemática, 2019. Disponível em: < <https://www.thoughtco.com/top-renewable-energy-sources-1204190> >. Acessado em 28 de agosto de 2020;
5. Farias, L. A. Biodiesel: Histórico, uso e impactos ambientais. Portal de Educação – Biologia. 2009. Disponível em: < <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/biodiesel-historico-uso-e-impactos-ambientais/16994> >. Acessado em 05 de setembro de 2020;
6. Carvalho, I. **Usina de biodiesel de Floriano será reativada em novembro, afirma Unibras**. BiodieselBr. 2019. Disponível em: < <https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/info/usina-de-biodiesel-de-floriano-sera-reativada-em-novembro-afirma-unibras-061119> >. Acessado em 07 de setembro de 2020;
7. Scientia. **Biocombustíveis**. 2015. Disponível em: < <https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/biocombustiveis> >. Acessado em 29 de agosto de 2020;
8. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). **OCDE trabalhando com o Brasil**. 2019. Disponível em < <http://www.oecd.org/latin-america/countries/brazil/brasil.htm> >. Acessado em: 14 de outubro de 2020.
9. Penha, L. E. **Floriano é primeira cidade do sul do Piauí a inaugurar biodigestor rural**. Rota 343, 2020. Disponível em: < <https://www.rota343.com/noticia/floriano-e-primeira-cidade-do-sul-do-piaui-a-inaugurar-biodigestor-rural/> >. Acessado em 10 de setembro de 2020.
10. Programa Centelha. 2019. Disponível em: < http://www.fapepi.pi.gov.br/media/uploads/resultado_preliminar_fase_1.pdf >. Acessado em 15 de setembro de 2020.

BIOMARCADORES PARA DETECÇÃO DA COVID-19 EM REDES COLETORAS DE ESGOTO

Hortência Araújo A. de Lima José Victor B. Sousa Amanda Evelyn
Barbosa

1. INTRODUÇÃO

A pandemia do novo coronavírus (COVID-19) causada por infecção pela Síndrome Respiratória Aguda Coronavírus 2 (SARS-CoV-2) matou 2.082.745 e infectou 96.267.473 pessoas no mundo todo até 22 de janeiro de 2021, segundo dados da Organização Mundial de Saúde. Estudos foram feitos até então em busca da compreensão da doença e suas formas de transmissão e em alguns foram relatadas presença de SARS-CoV-2 nas fezes e efluentes como em Medema (2020). Isso pode resultar em diferentes estratégias de controle da pandemia como um método alternativo utilizando epidemiologia baseada em águas residuais. Esse método mede assinaturas químicas em esgoto, como biomarcadores da SARS-CoV-2, aplicando o tipo de teste de diagnóstico clínico (projetado para indivíduos) em coletores de determinada localidade para identificar comunidades contaminadas. Além disso, a possibilidade da contaminação fecal-oral leva a necessidade de atenção para regiões com saneamento básico precário ou deficiente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A pandemia do novo coronavírus (SARS-Cov-2) teve origem em Wuhan, província de Hubei, na China. É o sétimo coronavírus a infectar humanos, além desta nova versão do vírus, podemos destacar SARS-CoV e MERS-CoV, estes são causadores de sintomas agudos respiratórios, as demais variantes do vírus são consideradas leves (ANDERSEN et al., 2020). De acordo com o autor, o surgimento do vírus não se sabe ao certo, mas há algumas hipóteses que pode-se destacar, dentre elas, o surgimento teria ocorrido através de um vetor animal (morcego) e do consumo desse por humanos, ou de que o vírus teria sido manipulado em laboratório.

O vírus do COVID-19 é geometricamente esférico, com diâmetro de cerca de 120 nm de diâmetro e recoberto por uma membrana proteica, responsável por várias fases do ciclo de vida do vírus, como montagem, formação da membrana e patogênese. Dentro do envoltório há uma capsulohelicoidal contendo um núcleo com proteínas e o genoma do RNA do vírus (ROSA et al., 2020).

Os biomarcadores ou marcadores biológicos são definidos como indicadores quantitativos de processos biológicos ou patológicos empregados para fins de diagnóstico ou monitoração da resposta a um agente farmacológico. Podem ser medidos experimentalmente baseados em testes laboratoriais de sangue, urina ou tecidos (ABENSUR, 2011). Segundo Yang et al. (2017), o DNA é eliminado do corpo humano e através do seu sequenciamento é quantificável por meio de biomarcadores.

Os genes biomarcadores, também chamado de biosensores, são os fundamentos do estudo da epidemiologia molecular. A epidemiologia molecular baseia-se em analisar os componentes dos ácidos nucleicos para o estudo de certas doenças. Assim identificar marcadores biológicos contribui com o diagnóstico de doenças e também com a verificação da atividade e remissão de processos patológicos. (FORATTINI, 2005, p. 23; VILLELA e OLIVEIRA, 2018).

Há evidências da detecção da presença de RNA viral da SARS-CoV-2 em fezes e esgotos. De acordo com Wu et al. (2020), a presença do vírus em amostras fecais mostrou-se mais duradouro, cerca de 5 semanas a mais do que em amostras respiratórias. No caso das águas residuais, um estudo realizado com uma versão anterior do novo coronavírus, mostrou que o esgoto a uma temperatura de 23°C, só atinge-se uma redução de 99% da carga viral entre 2 a 3 dias (GUNDY et al., 2009). Tendo como base as referências citadas e o conhecimento de que o vírus possui uma boa resistência ao meio ambiente, o exposto vem a corroborar com a conjectura da contaminação fecal-oral.

Medema *et al.* (2020) demonstrou que essa concentração gênica está correlacionada com a prevalência de COVID-19, isto é, o aumento da detecção do RNA do vírus em esgotos está ligado ao aumento de casos de COVID-19, os testes foram feitos usando a reação em cadeia da

polimerase

quantitativa de transcrição reversa em inglês *reverse transcription-quantitative polymerase chain reaction* (RT – qPCR) e indicam que a vigilância de esgoto poderia ser uma ferramenta sensível para monitorar a circulação do vírus na população.

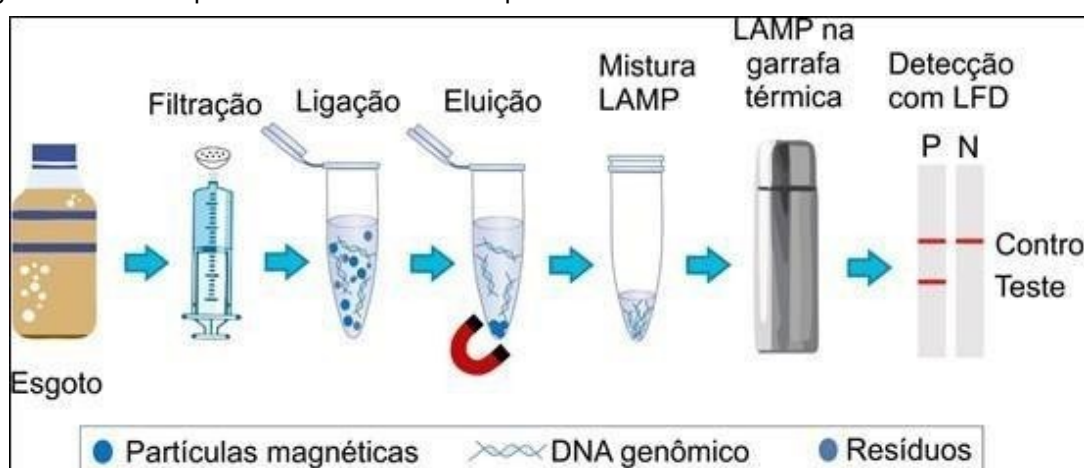
A descoberta de RNA viral nos esgotos não significa que esse efluente seja viável e infeccioso para COVID-19. A infectividade para SARS-CoV-2 diminui na água residual devido à temperatura, pH, sólidos e micro poluentes, e a inativação pode ser obtida usando desinfecção (cloro livre, luz UVC). Embora os estudos preliminares sobre WBE apresentem-se promissores, há uma incerteza sobre a permanência das cargas virais nas águas residuais e nas fezes e mais pesquisas são necessárias (FOLADORI *et al.*, 2020).

Metodologias de detecção como a reação em cadeia da polimerase quantitativa de transcrição reversa (RT-PCR), ELISA também conhecido como teste rápido, baseado na reação de antígenos-anticorpos e o método do número mais provável (MPN), quantificador de vírus viáveis e não-viáveis, são utilizados para rastreamento de águas residuais (DAUGHTON, 2020, apud SODRÉ, *et al.*, 2020). Podemos destacar também o LAMP (loop-mediated isothermal amplification), amplificação isotérmica mediada por loop.

O LAMP vem despontando como um novo ensaio incorporado a detecção utilizando a WBE. A amplificação isotérmica mediada, possui uma aplicabilidade simples, rápida e de baixo custo, que consiste em um teste portátil para detectar mtDNA (DNA mitocondrial) humano presente no esgoto. A análise não necessita de um laboratório, podendo ser realizado os testes *in loco*, sendo assim um promissor monitor da saúde pública (ZHAO *et al.*, 2015 e YANG *et al.*, 2017).

A figura 1 demonstra os procedimentos necessários para o ensaio de LAMP, que consistem na coleta da amostra do esgoto, passando por um processo simples de filtração para extração de resíduos suspensos, a partir da metodologia de conta magnética comercial o DNA genômico é isolado e colocado em um frasco portátil (garrafa térmica) a vácuo com água e levado a uma temperatura entre 60°C a 64°C, por um tempo de aproximadamente 45 min. Logo após foi transferido para um dispositivo (papel rasteiro) de fluxo lateral para ser visualizado o resultado (YANG *et al.* 2017).

Figura 1 - Representação da extração e detecção de biomarcadores de população genômica no campo com LAMP - Lateral dispositivo de fluxo.



Fonte - Adaptado YANG *et al.* 2017

O primeiro estudo que diagnosticou a existência do SARS-CoV-2 em amostras de águas residuais foi publicado na Holanda por meio dos testes de qRT-PCR foram verificadas sete estações de tratamento de esgoto (ETE) de um aeroporto (MEDEMA *et al.* 2020). Segundo o autor, o resultado da pesquisa mostra que é irrefutável a premissa que a utilização das águas residuais vem a corroborar como maneira de monitoramento da disseminação viral e da necessidade de

criação de uma rede de vigilância sanitária através do WBE. Além deste estudo e de um norte-americano, a revista científica *Nature* noticiou no mês de abril que outras pesquisas relacionadas estavam sendo realizadas ao redor no mundo (WU et al., 2020).

A epidemiologia usa métodos quantitativos para estudar a ocorrência de doenças nas populações humanas e para definir estratégias de prevenção e controle e é fundamental no processo de identificação e mapeamento de doenças emergentes. A epidemiologia baseada em águas residuais (WBE) foi identificada como uma ferramenta de vigilância de doenças infecciosas em toda a população com uma comprovada eficiência no histórico de poliomielite e hepatite A e para monitoramento do consumo de drogas ilícitas através da análise de águas residuais (BONITA et al. 2010; HART e HALDEN, 2020).

As vantagens econômicas dessa abordagem em relação aos testes convencionais podem economizar bilhões de dólares, dependendo do tamanho da comunidade e do número de testes realizados. A vigilância de populações pelo esgoto é mais barata e mais rápida que a triagem clínica, apesar de não a substituir completamente (HART e HALDEN, 2020).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo foi feito por meio de revisão bibliográfica tratando-se de busca, seleção e síntese do conteúdo publicado em artigos científicos de periódicos especializados e em órgãos oficiais como a revista *Science of the Total Environment* e a Agência Nacional de Águas (ANA). A busca foi realizada em plataformas como *Science Direct*, Scielo e Google Acadêmico e a seleção dos artigos se deu através da leitura daqueles que continham palavras-chaves relacionadas ao tema em seus títulos e resumos, por fim, os principais conceitos foram sintetizados no referencial teórico para embasamento do tema e as principais ideias encontradas a respeito do tema estão compiladas nos resultados.

4. RESULTADOS

Com base nos estudos epidemiológicos feitos a partir de amostras coletadas de um sistema de esgotamento sanitário é possível identificar a presença e a concentração viral do COVID-19 através de exames laboratoriais ou *in loco*. Os biomarcadores, como o RNA viral, são excretados na urina e nas fezes, estão presentes no efluente e são a base para o estudo epidemiológico. O risco global de surtos de doenças virais enfatiza a necessidade de técnicas de detecção rápidas, precisas e sensíveis para acelerar o diagnóstico, permitindo a intervenção precoce. A figura 2 representa a rota do COVID-19 no sistema de esgotamento sanitário e exemplifica como a análise do esgoto pode identificar uma região contaminada (BARCELÓ, 2020).

Figura 2: COVID-19 no sistema de esgotamento sanitário



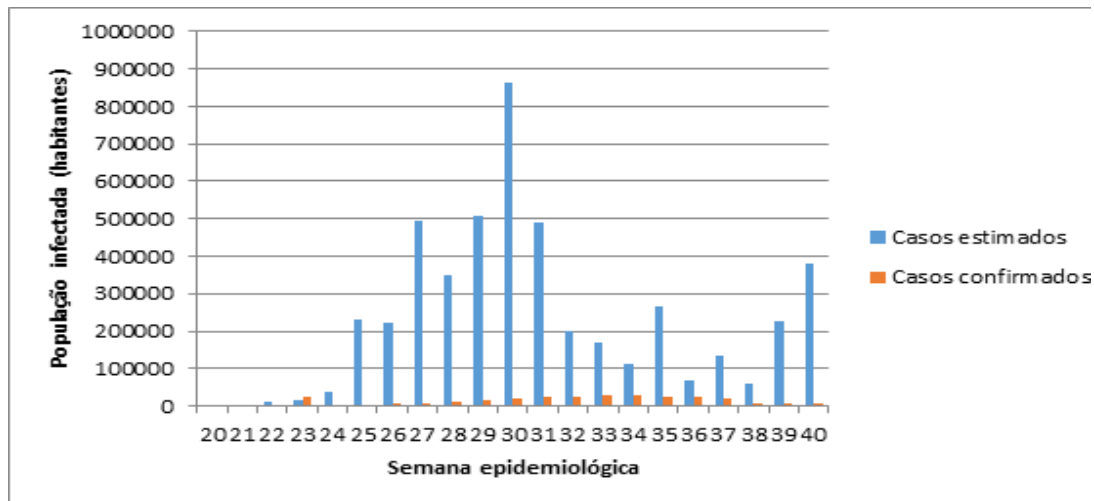
Fonte: Autores (2020)

AANA juntamente com outras instituições tem feito desde Abril um acompanhamento do Covidnos esgotos através de um plano de comunicação chamado: “Detecção e quantificação do novo coronavírus em amostras de esgoto nas cidades de Belo Horizonte e Contagem” e faz a divulgação dos resultados das análises laboratoriais de detecção e quantificação do novo coronavírus, causador da pandemia da Covid19, nas amostras de esgoto coletadas em diferentes pontos do sistema de esgotamento sanitário das cidades de Belo Horizonte e Contagem por meio do Boletim de Acompanhamento.

Os resultados mostram nos mapas as localidades onde o vírus foi detectado e também a concentração viral, além de comparar a estimativa da população infectada, calculada com base nos testes nas amostras coletadas, com os casos confirmados e notificados. Aplicar esses estudos em outras cidades pode ajudar a avaliar o numero de infectados e direcionar as medidas de prevenção e contenção da doença economizando recursos e agindo de forma antecipada. Os boletins de acompanhamento dos estudos da ANA em Belo Horizonte trazem gráficos e mapas que mostram seus resultados, e a partir de 05 de outubro de 2020 lançou o Painel Dinâmico Monitoramento COVID Esgotos para acompanhamento dos principais resultados desse estudo, de forma mais interativa.

O gráfico 1 foi elaborado a partir dos dados desse painel. Nele é possível observar como a quantidade de casos estimados é bem maior que os casos confirmados e mostra o comparativo dos dados produzidos pela ANA a partir da semana epidemiológica 20 até a 40 que correspondem ao período de 11 de maio a 02 de outubro de 2020 (21 semanas consecutivas de monitoramento).

Gráfico 1: Comparação da estimativa da população infectada pelo novo coronavírus a partir do monitoramento do esgoto e do número de casos confirmados de Covid-19 em Belo Horizonte



Fonte: Autores (2020)

O Quadro 1 apresenta uma síntese dos principais estudos realizados em diferentes regiões do mundo, assim como a contribuição de cada autor. Dessa forma percebe-se uma ação coletiva em desenvolvimento a nível mundial que pode resultar em diferentes estratégias de controle da pandemia. Assim destaca-se como principais contribuições o estudo de GUNDY, et al. (2008), que demonstraram que a resistência do vírus em meio aquoso está ligada a temperaturas mais altas. Hart e Halden (2020) indicam que a aplicabilidade do WBE é viável, principalmente em grandes centros urbanos com boa estrutura de rede coletora e de tratamento de esgoto. A testagem de 74 infectados no estudo de WU, et al. (2020), indicou que estes pacientes após darem negativo nas suas amostras respiratórias, permanecem de 33 e 47 dias com o vírus ativo em suas amostras fecais. De acordo com Barceló (2020), os biomarcadores são de interesse porque podem ser bastante específicos para determinadas doenças infecciosas e, dessa forma, podem ser usados para WBE, pois são eliminados pela urina e fezes.

Quadro 1 - Compilação dos resultados e contribuição dos estudos divididos por país e título

País	Título	Contribuição do estudo	Autor
Holanda	Presença de RNA de SARS-CoV-2 em esgotos e correlação com a prevalência de COVID-19 relatada no estágio inicial da epidemia na Holanda.	Resultados de estudos realizados em águas residuais antes e depois do primeiro caso relatado de infecção pelo COVID-19, mostrou que a utilização de ferramentas de diagnóstico através de WBE como auxiliar no monitoramento e no controle de epidemias é satisfatório.	MADEMA, et al. 2020
EU A	Sobrevivência de Coronavírus em Água e Esgoto.	O estudo demonstrou que a resistência do coronavírus em meio aquoso está ligada também a temperatura. A 23 °C, a inativação de 99% ocorre em 2-4 dias e a +4 °C há um aumento considerável de dias.	GUNDY, et al. 2008
Escócia	Monitoramento de biomarcadores populacionais genéticos para epidemiologia baseada em águas residuais.	Introduz uma promissora metodologia (Ensaio de LAMP) de detecção rápida, portátil e de baixo custo para o diagnóstico e a propagação de doenças, utilizando a análise de águas residuais.	YANG, et al. 2017
China	Presença prolongada de SARS-CoV-2 viral RNA em amostras fecais.	Em testagens de intervaladas de 1-2 dias durante o período ativo da SARS-CoV-2, com coleta de amostras das vias respiratórias e fecais de 74 pacientes, notou-se que a presença ativa do vírus prolongou-se por mais tempo nas fases. Paciente A e B, após darem negativo nas suas amostras respiratórias permaneceram respectivamente 33 e 47 dias ativos em suas amostras fecais.	WU, et al. 2020

BRA SIL	SARS-CoV-2 no esgoto: métodos de detecção e tratamento	Trata-se de uma revisão bibliográfica, que traz uma seleção dos mais relevantes artigos publicados, nos quais apresentam resultados que confirmam a presença e detecção do SARS-CoV-2 em águas residuais utilizando o método RT-PCR. o autor concluiu que a metodologia de testagem dos efluentes deve ser aplicada como um potencial fornecedor de alerta de circulação do vírus em comunidades.	DA SILVA FERREIRA, et al. 2020
EUA	Análise computacional da vigilância SARS-CoV-2 / COVID-19 por Epidemiologia baseada em águas residuais local e globalmente: Viabilidade, economia, oportunidades e desafios.	Através de análises de modelagem computacional e de custo, a pesquisa concluiu que aplicabilidade do WBE é viável principalmente em grandes centros urbanos possuído de uma boa estrutura de rede coletora e de tratamento de esgoto. Essa metodologia de análise epidemiológica por efluentes vem despontando como o único meio viável para testes em massa pelo mundo. Tendo ainda os custos reduzidos comparados aos demais testes.	HART E HALDEN, 2020
Esp anha	Epidemiologia baseada em águas residuais para monitorar surto de COVID-19: presente e futuros métodos de diagnóstico para estar em seu radar.	Apresenta diferentes tipos de métodos de ensaios para detecção da SARS-CoV-2 em WBE e aponta que geralmente é realizada com ensaio de reação em cadeia da polimerase à base de ácido (PCR), em todo o mundo. Entretanto na maioria dos casos é impossível comparar os dados, como conteúdo viral, entre os laboratórios em países diferentes por que seus protocolos são diferentes e requerem padronização. Por fim, sugere que uma solução para monitorar surto de COVID-19 com WBE pode ser uma combinação de tecnologias e estratégias metodológicas já existentes, como tecnologias de PCR e biomarcadores endógenos usando ELISA e / ou MS.	BARCELÓ, 2020
Índia	Primeira prova da capacidade de vigilância de águas residuais para COVID-19 em Índia por meio da detecção de material genético de SARS-CoV-2.	Os resultados demonstraram a capacidade da epidemiologia baseada em águas residuais em configurações indianas e advogam que, apesar da falta de infraestrutura de esgoto, WBE pode ser aplicada. A variação temporal no valor de concentrações de RNA demonstrou a capacidade de vigilância WBE na Índia.	KUMAR, et al. 2020

Fonte: Autores (2020).

5. CONCLUSÃO

A epidemiologia baseada em águas residuais (WBE) é uma abordagem promissora para compreender o grau do surto da doença em uma determinada bacia hidrográfica monitorando a carga viral nas águas residuais, uma vez que esta contém excrementos de indivíduos sintomáticos e assintomáticos, pode ser usada como uma ferramenta de alerta precoce para o surto da doença em uma comunidade e para informar a eficácia das atuais intervenções de saúde pública. Além disso, a análise apenas de amostras clínicas não prever surtos em tempo hábil ou e também não contabiliza a maioria dos portadores assintomáticos. Portanto, a vigilância em escala comunitária, incluindo a epidemiologia baseada em águas residuais, pode aliar a os dados dos testes individuais aos de comunidade, tornando-se uma valiosa ferramenta de previsão epidemiológica para o SARS-CoV-2 e outros vírus pandêmicos.

Apesar disso, é necessário que mais estudos sejam feitos a respeito dos fatores que influenciaram a viabilidade do vírus na matriz complexa das águas residuais como a temperatura, tempo de persistência e variações de pH ou até eventos de águas pluviais no sistema de esgoto; e também que haja padronização nos procedimentos de laboratório visando a comparação e conexão dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABENSUR, H. (2011). **Biomarcadores na Nefrologia**. São Paulo: Roche. Disponível em: <<https://arquivos.sbn.org.br/pdf/biomarcadores.pdf>>. Acesso em: 26/08/2020.
2. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Monitoramento COVID Esgotos. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/acontece-na-ana/monitoramento-covid-esgotos>>. Acesso em: 24/01/2021.
3. Andersen, KG, Rambaut, A., Lipkin, WI et al. (2020). **A origem proximal do SARS-CoV-2**. *Nat Med* **26**, p. 450–452. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41591-020-0820-9>>. Acesso em: 03/09/2020.
4. BARCELÓ, D. (2020). **Wastewater-Based Epidemiology to monitor COVID-19 outbreak: Present and future diagnostic methods to be in your radar**. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666016420300402>>. Acesso em: 02/09/2020.
5. BONITA, R. et al. **Epidemiologia básica** / R. Bonita, R. Beaglehole, T. Kjellström; [tradução e revisão científica Juraci A. Cesar]. - 2.ed. - São Paulo: Santos, 2010.
6. DA SILVA FERREIRA, A. D. et al (2020). **Sars-CoV-2 no esgoto: Métodos de detecção e tratamento**. Revista Ifes Ciência, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 15-22, 2020. DOI: 10.36524/ric.v6i1.647. Disponível em:<<https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/647>>. Acesso em: 26/09/2020.
7. FOLADORI, Paola et al. (2020). **SARS-CoV-2 from faeces to wastewater treatment:What do we know? A review**. *Science of the Total Environment*. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720339668>>. Acesso em: 02/09/2020.
8. FORATTINI, P. O. (2005). **Conceitos básicos da epidemiologia molecular**. São Paulo: Editora da USP.
9. Gundy, P., Gerba, C.P., Pepper, I.L. (2008). **Survival of coronaviruses in water and wastewater**. *Food Environ. Virol.* 1, p. 10–14. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12560-008-9001-6>>. Acesso em: 01/09/2020.
10. HART, E. Olga; HALDEN, U. Rolf. **Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance by wastewater-based epidemiology locally and globally: Feasibility, economy, opportunities and challenges**. *Science of the Total Environment*, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720323925>>. Acesso em: 28/08/2020.
11. MEDEMA et al. (2020). **Presence of SARS-Coronavirus-2 RNA in Sewage and Correlation with Reported COVID-19 Prevalence in the Early Stage of the Epidemic in The Netherlands**. *Environmental Science & Technology Letters*, p. 511-516. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.estlett.0c00357>>. Acesso em: 03/09/2020.
12. Organização Pan-Americana de Saúde (2020). **Folha informativa COVID-19 - Escritório da OPAS e da OMS no Brasil**. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19>>. Acesso em: 22/09/2020.
13. Rosa, G., Bonadonna, L., Lucentini, L., Kenmoe, Suffredini, E. (2020). **Coronavirus in water environments: Occurrence, persistence and concentration methods - A scoping review**. *Water Research* 179. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115899>>. Acesso em: 10/09/2020.

14. SODRÉ, et al. (2020). **Epidemiologia do esgoto como estratégia para monitoramento comunitário, mapeamento de focos emergentes e elaboração de sistemas de alerta rápido para covid-19.** *Quim. Nova*, Vol. XY, p 1-5. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170545>>. Acesso em: 20/09/2020.
15. VILLELA, M. F. E.; OLIVEIRA, M. F. (2018) **Epidemiologia sem mistérios: tudo aquilo que você precisa saber!**. Paco Editorial.
16. Wu, Y., Guo, C., Tang, L., Hong, Z., et al. (2020). **Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples.** *Lancet Gastroenterol. Hepatol.* 5, p. 434–435. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30083-2](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30083-2)>. Acesso em: 05/09/2020.
17. Yang, Z., et al. (2017). **Monitoring Genetic Population Biomarkers for Wastewater-Based Epidemiology.** *Analytical Chemistry* 89, p. 9941–9945, Disponível em: <DOI: 10.1021/acs.analchem.7b02257>. Acesso em: 15/09/2020.

MICRO PURIFICAÇÃO PARA REÚSO DE ÁGUA

Bruno Lima Moura Gabriel Gleno de Sousa Pereira Francisca Itaynara
De Souza Araújo

RESUMO

Com base nas pesquisas e dados sobre a água chegasse facilmente a conclusão que é um recurso limitado e essencial a sobrevivência humana. Alguns pontos sobre a conscientização, escassez e reuso da água foram abordados nesse trabalho. As técnicas usadas atualmente sobre o reaproveitamento da água em residências são soluções sustentáveis e que contribuem para um uso mais adequado desse meio natural e assim podendo ter uma conservação hídrica para as futuras gerações. O aumento da população é uma das causas que age diretamente para a escassez da água, também pode-se citar o uso inadequado, má distribuição e a falta de sistemas de reutilização. O estudo apresenta um sistema que já está em prática, podendo ser adequado para residências de pequeno porte, provocando uma notória mudança na forma de reuso de água, sendo assim, a sua aplicação nas residências e prédios comerciais ocasionaria uma redução significativa no consumo de água.

Palavras-chave: Micro purificação. Água potável. Reaproveitamento.

ABSTRACT:

Based on research and data on water, it was easy to conclude that it is a limited and essential resource for human survival. Some points about water awareness, scarcity and reuse were addressed in this work. The techniques currently used on the reuse of water in homes are sustainable solutions that contribute to a more appropriate use of this natural environment and thus can have water conservation for future generations. The increase in population is one of the causes that acts directly to the scarcity of water, it can also be mentioned the inadequate use, bad distribution and the lack of reuse systems. The study presents a system that is already in practice, which may be suitable for small residences, causing a notable change in the form of water reuse, therefore, its application in residences and commercial buildings would cause a significant reduction in water consumption.

Keywords: Micro purification. Water. Reuse.

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos mais importante que compõem o planeta terra e o mais usado pela população. São nas industriais que ocorre o maior consumo de água e em quase todas elas não se é reutilizado este recurso. Tendo em vista a escassez da água potável no planeta, pode-se atribuir a diminuição desse recurso a diversos fatores, tais como: o seu uso desordenado, o crescimento populacional e a falsa impressão da água ser um recurso inesgotável.

Diante do fato a cima mostrado, pode-se perceber o quanto é importante esse recurso natural, então deve-se adotar medidas de conscientização por parte população para diminuir o desperdício de água e aumentar o seu reuso.

1.1 Definição e História do reuso da água:

O reuso de água é uma pratica desenvolvida por pesquisadores na tentativa de diminuir o consumo da água potável, destinando essa água coletada para o processo de reutilização para fins não potáveis, como irrigação de jardins, lavagem de espaços comuns, lavagens de carros e descargas em bacias sanitárias.

Entende-se que o desenvolvimento sustentável é o caminho que foi encontrado para que os impactos causados pelo consumo desenfreado por décadas não afetassem de forma tão desastrosa a utilização da água potável atualmente. Em busca de novos meios de gerar água potável e suprir a falta já existente em muitos locais, cientistas buscam de forma desenfreada uma solução viável e que possa ser alcançada por todos para reuso da água já consumida, na tentativa de diminuir assim o consumo da água potável.

Segundo Santos (1993), citado por Leal (et al 2014 p. 3165). “A reutilização ou reuso de água ou ainda em outra forma de expressão, o uso de águas residuárias, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Há relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. Contudo, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância.”

A revolução industrial foi um marco de crescimento econômico e também de aumento do uso deste recurso natural. As cidades tomadas por grandes indústrias que detinham um consumo desenfreado e sem fiscalização dos recursos naturais disponíveis causaram uma normalidade acerca do desperdício de água para a promoção do capitalismo e crescimento econômico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A falta de água:

Um dos grandes problemas nesse sentido começa pela distribuição da água sobre o planeta, em que algumas regiões tem grandes privilégios em ter mais água do que outras, podemos citar como uma região que tem esse privilegio a Amazônia, segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento, ela possui cerca de 80% do total de volume de água do país, adquiridas no Relatório Pleno de 2017 sendo essas informações de domínio público disponíveis para o acesso no site eletrônico da ANA. Em contra partida alguns países da África apresentam uma grande falta desse recurso natural. Ao passar do tempo a população vai aumentando e o consumo de água pelos diferentes tipos de atividades humana aumentam. A degradação desse recurso cresceu e a quantidade de água continua a mesma.

Para a quantidade que se tem de água, as necessidades seriam supridas se não fosse o mau uso da população e se tivesse um melhor gerenciamento, as águas já utilizadas poderiam passar por um processo e ser reutilizadas em outras funções, por exemplo lavagem de áreas públicas, em bacia sanitária ou mesmo para irrigação de jardins.

Segundo Rocha (2001 apud CUNHA 2008, p. 6) “De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas) a quantidade necessária para sobrevivência humana (ingestão, e preparação de alimentos) é de aproximadamente 21 litros por pessoa por dia.” “Esse consumo tem-se um aumento quando se inclui os usos higiênicos pessoais e uso geral.”

De acordo com os dados recolhidos, a uma taxa de indivíduos que morrem por causas ligadas a falta de água ou por falta de saneamento básico para assegurar a qualidade da água que estes ingerem, por este motivo à necessidade do estabelecimento das variáveis para controle de qualidade da água.

2.2 Uso consciente e sustentável:

Os grandes centros urbanos se adaptam da melhor forma possível para que não falte esse recurso e constantemente vem se reinventando estratégias e políticas públicas voltadas para a sustentação dos mananciais, diminuição dos desperdícios e a racionalização do uso.

Segundo Rocha (2001), (2001 apud CUNHA 2008, p. 14) “Atualmente no Brasil cerca de 70% das bacias sanitárias tem vazamento e, em um ano, um vazamento na bacia sanitária é capaz de desperdiçar mais de 83 mil litros de água, o suficiente para tomar 4 banhos por dia durante 1 ano.”

A carência de políticas de incentivo ao consumo consciente da água potável é um dos grandes motivos que ocasionam a escassez em algumas regiões e a abundância em outras. É necessário que seja informado sobre a verificação de vazamentos em bacias sanitárias, tubulações e outros equipamentos hidráulicos, afim de que o consumo possa ser somente para os fins essenciais.

2.3 Processo de reuso:

O processo desenvolvido para que houvesse a possibilidade de reuso da água consumida no interior de residências e prédios comerciais destinasse a retirar em suma maioria os contaminantes químicos adicionados a água durante o uso (sabão e detergente), os resíduos sólidos suspensos (fibras, poeira e terras) e as gorduras.

Devido à escassez dos recursos hídricos, diversos países desenvolveram sistemas de tratamento visando à reciclagem das águas cinzas e residuárias, pode-se encontrar uma gama de impurezas nesses dois tipos de águas, em que substâncias como cabelos, pelos, pele, sabão e detergentes usados na lavagem e banho são bastante comuns.

2.4 Fases do Processo:

Fases	Realização do Processo
Pré-cloração	Toda água é armazenada e já recebe o primeiro tratamento com o cloro que é adicionado assim que a água chega ao reservatório. (Isso facilita a retirada de matéria orgânica e metais.)
Pré-alkalinização	Depois do cloro, a água recebe cal ou soda, que servem para ajustar o PH aos valores exigidos nas fases seguintes do tratamento. PH - O índice PH refere-se à água ser um ácido, uma base ou neutro. Um PH de 7 é neutro; um PH abaixo de 7 é ácido e um PH acima de 7 é básico ou alcalino.
Coagulação	Nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.

Floculação	Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.
------------	--

Decantação	Neste processo, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior.
Filtração	Logo depois, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação. E volta para fazer o abastecimento de torneiras que serve para irrigação de jardins, lavagem de calçadas e bacias sanitárias.

Fonte: SABESP, Tratamento de Água.

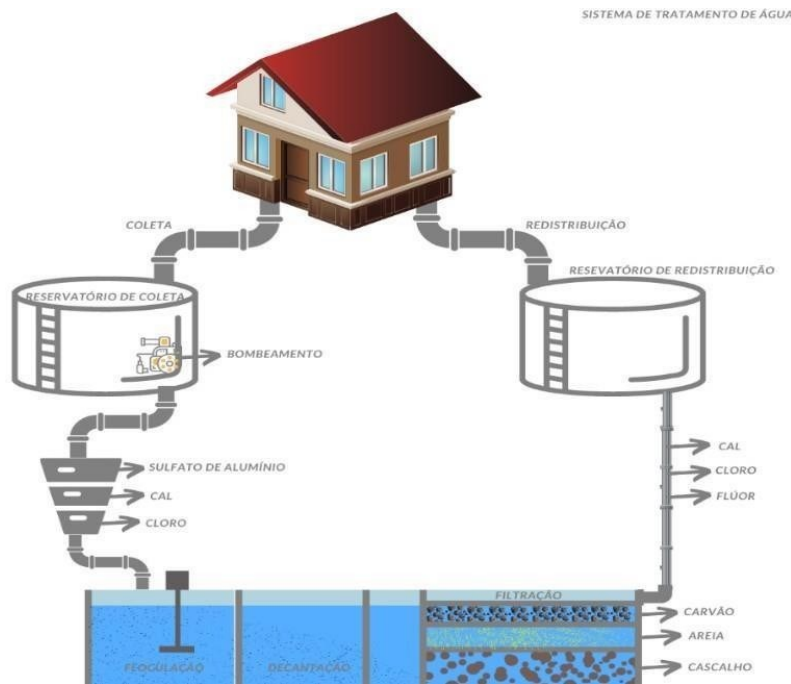


Figura 1: Sistema de Tratamento da Água.
Fonte: Autoria Própria, 2020.

3 MÉTODOS E MATERIAIS

A realização desta pesquisa, teve por base a utilização de dados obtidos por meio de revisão bibliográfica. Utilizamos também artigos, posts online, TCC, revista online e meios eletrônicos que deram suporte para a pesquisa.

Na sequência foi observado o consumo de água em uma residência de pequeno porte, a fim de analisar o quanto iria reduzir o gasto de água com a utilização do mini filtro para as águas cinzas residuais.

4 RESULTADOS

Diante dos estudos desenvolvidos neste trabalho, podemos observar que a implantação de um sistema de reuso de águas cinzas diminuiu de forma considerável o consumo da água potável. A política de consumo consciente requer que residências consumam cada vez menos água, de forma a preservar os reservatórios naturais, sendo uma alternativa para preservação e economia doméstica a implantação desses sistemas de reuso.

Segundo SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), o consumo médio per capita de água (IN022) dos prestadores de serviços particulares do SNIS no ano de 2019 foi de 123,8 l/hab/dia, com isso pode-se calcular o valor do consumo de uma

residência situada no estado do Piauí.

Número de habitantes	5
Consumo per capita (l/hab/dia)	123,8
Consumo diário (l/dia)	619
Consumo interno mensal (l)	19189

Estimativa do consumo interno mensal.

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Segundo a NBR 9649 de 1986 que fala sobre Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, considera-se um coeficiente de 0.8 de retorno que tem uma relação média entre o volume de esgoto produzido e de água efetivamente consumida. No caso de uma residência de pequeno porte e levando em consideração que toda a água que será consumida vai passar pelo processo de filtragem e retorna para a residência e assim 80% da água que seria descartada e jogada fora vai poder ter um reaproveitamento em outras atividades na residência.

5 CONCLUSÃO:

É evidente a necessidade de desenvolver políticas públicas de conscientização e incentivos ao consumo consciente de água. Os governantes, empresas e a população devem passar a adquirir ações que priorizem a economia e o reuso de água, de forma que seja viabilizado até formas de fiscalizar estas ações.

Para que se tenha criação de políticas e principalmente o incentivo ao reuso de água é imprescindível a criação de legislação que regule este segmento científico e de parâmetros de qualidades para analisar a água de reuso. Com a ajuda governamental tem possibilidade de se aplicar esse tipo de sistema mostrado na pesquisa nas residências.

A possibilidade de se manter preservado o recurso natural vital a existência da vida não deve ser analisado somente do ponto de vista econômico, dos custos gerados para que haja a sua economia, mas sim do ponto de vista que a sua completa escassez levaria a um colapso mundial, sendo assim é viável que se busque formas de se reutilizar as águas que puderem ser reutilizadas e que se implante políticas de consumo consciente.

REFERÊNCIAS

CONTRERAS, A. M. G. **Produção e caracterização de filtro para purificação de água a partir de cinza de casca de arroz impregnada com nanopartículas de prata.** 2014. 76 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CUNHA, V. D. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reuso urbano.** 2008. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento Ambiental, Universidade de São Paulo Escola Politécnica, São Paulo, 2008.

Crescimento da População Brasileira. **Brasilecola.** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/o-crescimento-da-populacao-brasileira.htm#:~:text=Conforme%20estimativas%20do%20Instituto%20Brasileiro,vegetativo%20positivo%20de%202%2C40>> Acesso em: 10/10/2020.

MATHEUS, B. P. *et al.* **Modelagem de lâmpada fluorescente uv em uma aplicação para fins de purificação de água.** 2013. 8 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista – Unesp, São Paulo, 2013.

_____. **NBR 9649:** Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 7 p. 1986.

O crescimento populacional no mundo. **Brasilecola.** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-crescimento-populacional-no-mundo.htm#:~:text=O%20ritmo%20do%20crescimento%20populacional,6%2C9%20bilh%C3%B5es%20de%20habitantes>> Acesso em: 20/09/2020.

RAMALHO, O. A. C. **O Reuso da Água.** 2011. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade Federal de Roraima, Porto Alegre, 2011.

Reutilização de águas residuárias. Santa Maria: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, 19 fev. 2014.

Reuso de água e potenciais riscos à saúde humana. **Techoje.** Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/154> Acesso em: 11/10/2020.

Rio Amazonas. **Agência Nacional de Águas e saneamento básico.** Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/diviso-es-hidrograficas/rios-do-brasil/rio-amazonas#:~:text=A%20bacia%20amaz%C3%B4nica%20banha%20oito,volume%20de%20%C3%A1gua%20do%20Pa%C3%ADs>> Acesso em: 15/09/2020.

SELLA, M. B. **Reuso de Águas Cinzas: avaliação de viabilidade de implantação do sistema em residências.** 2011. 87 p. Monografia (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Tratamento de água. **Sabesp.** Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>> Acesso em: 10/09/2020.

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO ASFALTO
MODIFICADO POR POLÍMEROS NA
CICLOVIA DE FLORIANO - PI**

Francisco das Chagas
Marques Filho
Pamela Josefina de Macedo
Luanna de Carvalho Santos
Ruth Otamaria Aires

Resumo

Com o avanço tecnológico, materiais que agridem o meio ambiente, vem sendo desenvolvidos. O asfalto tradicional que é derivado de petróleo bruto e é usado para pavimentação de estradas em espaços urbanos e nas rodovias em todo o país é um exemplo por ocasionar impactos no meio ambiente. O ciclismo é uma atividade física bemcíclica que trás bem estar humano, benefícios ambientais e uma locomoção saudável.

Desde período de 1930 na Alemanha, a população exigiam ciclovias na área urbana, alegando a falta de segurança e comodidade em andar nas ruas de areia e pedra, então essa ideia se expandiu e hoje de acordo com o site BuzzFeed, o Brasil hoje obtêm 1118 kmde ciclovias, chegando a ser 1% das malhas viárias em todas as cidades. Porem, essas ciclovias dependem da pavimentação das malhas urbanas e da sua qualidade para uma locomoção cada vez mais confortável e segura, e de acordo com uma pesquisa do DNIT. O presente trabalho busca apresentar como objetivo principal a viabilidade. Realizando assim um estudo de caso baseado em artigos e pesquisas científicas sobre o asfalto sustentável que é modificado com polímeros.

Palavras-Chave: Viabilidade, Polímeros, Asfalto, Ciclovia.

Abstract

With technological advancement, materials that harm the environment have been developed. Traditional asphalt, which is derived from crude oil and is used to pave roads in urban spaces and on highways across the country, is an example of its impact on the environment. Cycling is a very cyclical physical activity that brings human well-being, environmental benefits and healthy movement. Since the 1930s in Germany, the population has demanded cycle paths in urban areas, citing the lack of safety and comfort in walking on sand and stone streets, so this idea expanded and today, according to the BuzzFeed website, Brazil today has 1118 km of cycle paths, accounting for 1% of the road networks in all cities. However, these cycle paths depend on the paving of urban networks and their quality for increasingly comfortable and safe transportation, according to research by DNIT. The present work seeks to present feasibility as its main objective. Thus carrying out a case study based on articles and scientific research on sustainable asphalt that is modified with polymers.

Keywords: Viability, Polymers, Asphalt, Cycle path.

1. INTRODUÇÃO

O processo de globalização no decorrer dos tempos trouxe muitos avanços tecnológicos, mudanças e soluções ao seu redor, mas trouxe junto a ele, problemas de todas as formas. O avanço das civilizações cada vez mais provoca impactos ambientais e econômicos, para produzirem materiais necessários para o conforto e acomodidade da população, no entanto que acaba agredindo o meio ambiente.

O asfalto tradicional é derivado do petróleo bruto e é usado para a pavimentação de estradas em espaços urbanos e nas rodovias em todo o país, sendo um exemplo por ocasionar impactos no meio ambiente e financeiros, pela sua produção em usinas que acabam sendo fontes de poluição e contaminação, dos solos, das águas fluviais e pluviais, responsável pelo aumento da temperatura, sensação térmica e o maudescarte do produto quando chega o seu fim pela falta de manutenção e isso leva a um prejuízo econômico. Seu uso intenso é uma preocupação já que sua utilização vem desde 3000 A.C. e seu subproduto se expande cada vez mais no mundo inteiro, assim se tornando um desafio problemático ao longo dos anos.

1.1 Ciclovias



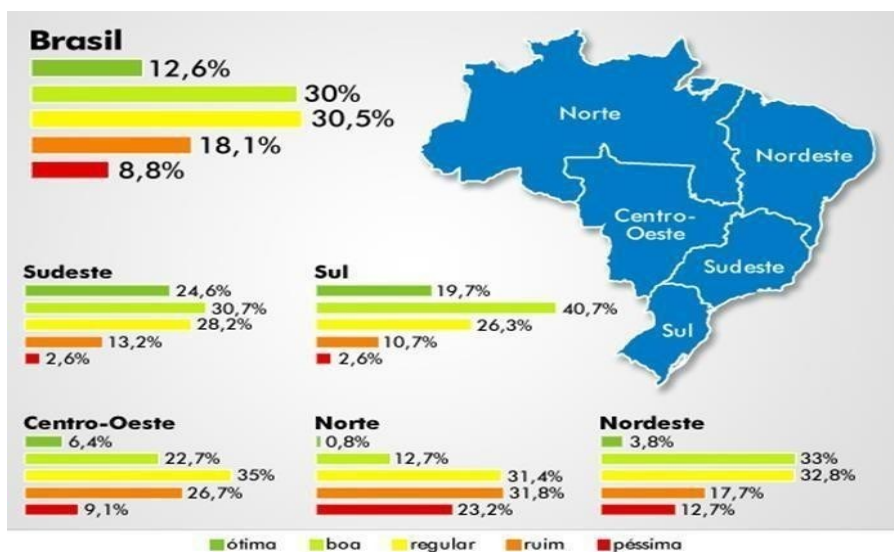
Figura 1: fonte: www.jornal.usp.br



Figura 2: fonte: mobilize.gov.br

O ciclismo é uma atividade física bem cíclica, ou seja, são repetições de movimentos únicos

para a locomoção em uma bicicleta, que traz o bem-estar humano, benefícios ambientais e uma locomoção saudável. Desde período de 1930 na Alemanha, a população exigiam ciclovias na área urbana, alegando a falta de segurança e comodidade em andar nas ruas de areia e pedra, então essa ideia se expandiu e hoje de acordo com o site BuzzFeed, o Brasil hoje obtêm 1118 km de ciclovias, chegando a ser 1% das malhas viárias em todas as cidades. Porém, essas ciclovias dependem da pavimentação das malhas urbanas e da sua qualidade para uma locomoção cada vez mais confortável e segura, e de acordo com uma pesquisa do DNIT, mais da metade das rodovias e ruas brasileiras pode ser considerada de qualidade ruim, péssima ou regular apontou a pesquisa divulgada pela CNT (Confederação Nacional do Trânsito) e pelo Serviço Social do Transporte e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (Sest Senat).



Logo, observando as imagens e as informações, fica evidente a falta de qualidade e de infraestrutura das malhas viárias, incluindo as ciclovias, portanto, é importante a busca de soluções para buscar substitutos do asfalto comum que obtenha um resultado mais sustentável, de qualidade e econômica, para o tráfego nas ciclovias.

1.2 Objetivos

Esse presente trabalho tem como objetivo principal a viabilidade de um asfalto sustentável que atenda as soluções para a melhoria ambiental, social e econômica na cidade de Floriano-PI e a melhoria do tráfego da população que usufrui das ciclovias locais.

Para alcançar o objetivo, foi feito estudos sobre o asfalto sustentável que é um asfalto modificado com polímeros, tendo o conhecimento científico retirado de artigos e pesquisas científicas, e, por fim, um questionário online individual tendo ênfase a ciclovias da cidade de Floriano, Piauí.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Ao surgir a necessidade de abrir caminhos para facilitar a mobilidade do homem, bem como para facilitar o abastecimento e comércio, o ser humano começou a criar estradas que eram construídas normalmente por pedras postas sobre argamassa.

Tendo em vista isso, ao longo do tempo a construção dessas estradas foram sendo aperfeiçoadas, chegando assim a ser conhecida atualmente como pavimentação. De acordo com Benucci na obra (**Pavimentação Asfáltica**, et al, 2006, p.9), a pavimentação é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, constituída sobre a superfície final de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do

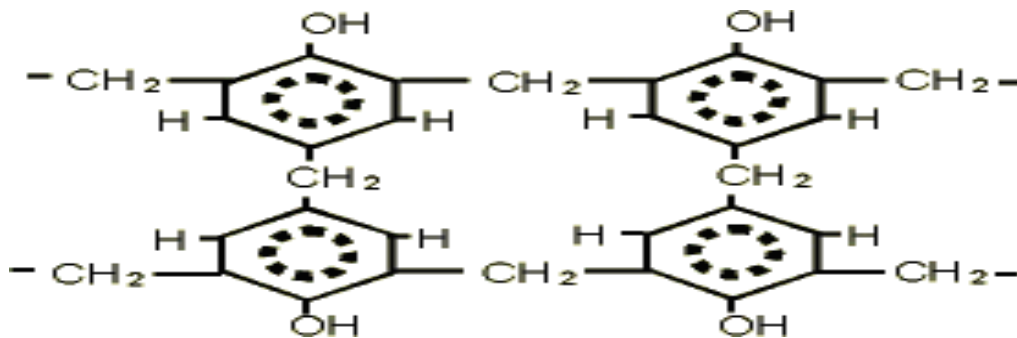
tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

O pavimento classifica-se tradicionalmente em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Mas recentemente há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento Portland e pavimentos asfálticos para indicar o tipo de revestimento do pavimento. Esse asfalto é um tipo de material betuminoso utilizado para pavimentar as estradas. Ou seja, segundo a NBR 7280 (1982) o betume é uma mistura de hidrocarbonetos de consistência sólida, líquida ou gasosa, de origem natural ou progênica completamente solúvel em dissulfeno de carbono, frequentemente acompanhado de seus derivados não metálicos. O asfalto é um material obtido como resíduo do refino de campos de petróleo, devido às suas propriedades físicas e à facilidade de mudar de estado com a temperatura. É amplamente utilizado na indústria de construção e, em geral, na pavimentação na forma de misturas asfálticas, onde o cimento asfáltico e alguns agregados de pedra são combinados em proporções exatas e previamente especificadas (Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colômbia [ASOPAC], 2004, p.20).

2.1 Tipos de polímeros.

Para a realidade da infraestrutura cicloviária da cidade de Floriano Piauí, estuda-se a possibilidade de uma pavimentação asfáltica com o uso da modificação com polímeros. Tendo que além de ser uma alternativa mais sustentável, econômica e segura tem maior resistência, vida útil. Pois de acordo com LEITE, 1999, para ampliar sua resistência, os cimentos asfálticos de petróleo podem ser modificados através de adições de asfaltos naturais como gilsonita (EUA), asfaltita (Argentina) e asfalto de Trinidad ou ainda por adição de fileres (cal, cimento, etc), fibras (fibras de vidro, asbestos, fibras de celulose, fibras poliméricas) ou por enxofre elementar. A modificação mais empregada atualmente é através do uso de polímeros (SBR, SBS, EVA, RET, etc) e por borracha moída de pneu. "Os polímeros são substâncias macromoleculares, que podem ser produzidas pela natureza (madeira, óleo lubrificante, cortiça, etc) ou podem ser obtidos artificialmente pela união sequenciada de pequenas moléculas, chamadas monômeros. Estruturalmente os polímeros são lineares (termossensíveis) se tridimensionais (termofixos). Monômeros bifuncionais geram polímeros lineares, enquanto os monômeros tri e tetrafuncionais geram os tridimensionais, caracterizado por uma estrutura espacial obtida pela interligação dessas unidades profissionais". (DNER, 1998)

Figura 4: fonte: <http://www.algosobre.com.br/quimica/polimeros.html>



Ainda de acordo com (DNER,1998) os polímeros como melhoradores de asfalto tem como classificação mais usada a de Disnom, que classifica os polímeros em quatro grupos distintos:

2.1.1 Polímeros Termorrígidos.

Os termorrígidos são aqueles que não se fundem, degradam numa temperatura limite e endurecem irreversivelmente quando aquecidos a uma temperatura que depende de sua estrutura química cadeias moleculares formam rede tridimensional que resiste a qualquer mobilidade térmica(LEITE,1999). Como exemplo, tem-se a resina epóxi (figura 5), poliuretano (figura 6).

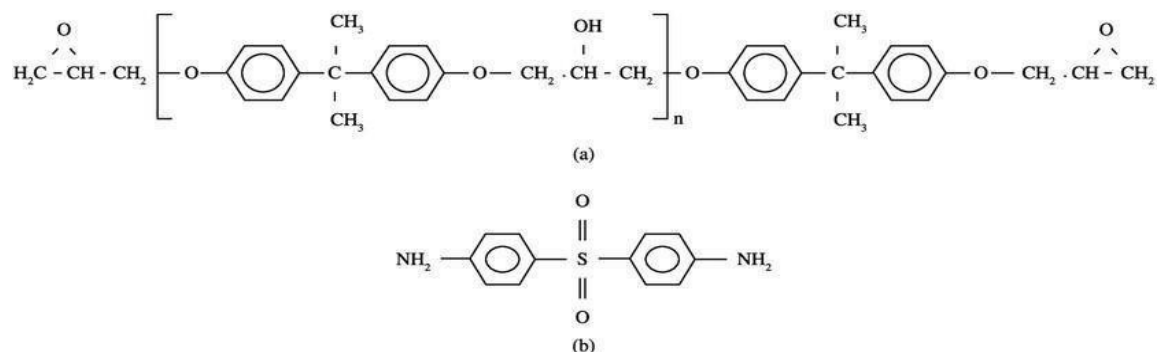


Figura 5: fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estrutura-quimica-da-resina-epoxi-a-resina-bifuncional-diglicidil-eter-do_fig1_262619915

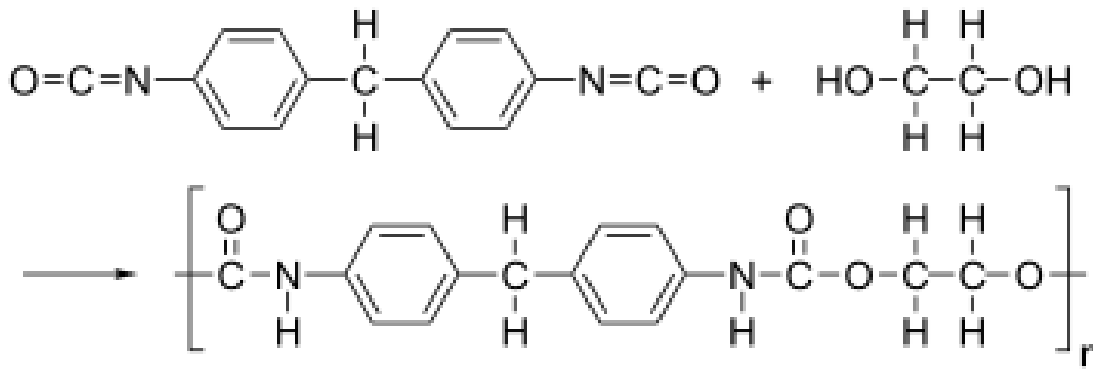


Figura 6: fonte: Wikipédia

2.1.2 Polímeros Termoplásticos.

Os termoplásticos são aqueles que se fundem se tornam maleáveis reversivelmente quando aquecidos. Normalmente consistem de cadeias lineares, mas podem ser também ramificadas. São incorporados aos asfaltos á alta temperatura (LEITE, 1999), Como exemplo, tem-se o polietileno (figura 7) e policloreto de vinila (figura 8).

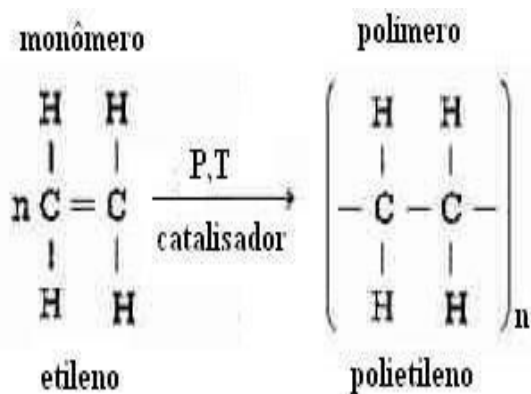


Figura 8: fonte: UOL

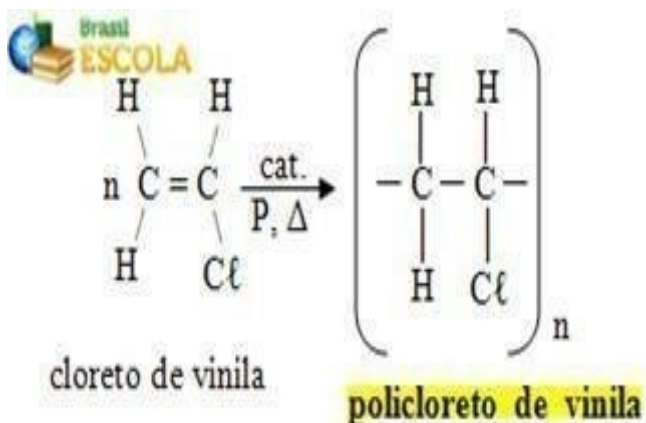


Figura 7: fonte: UOL

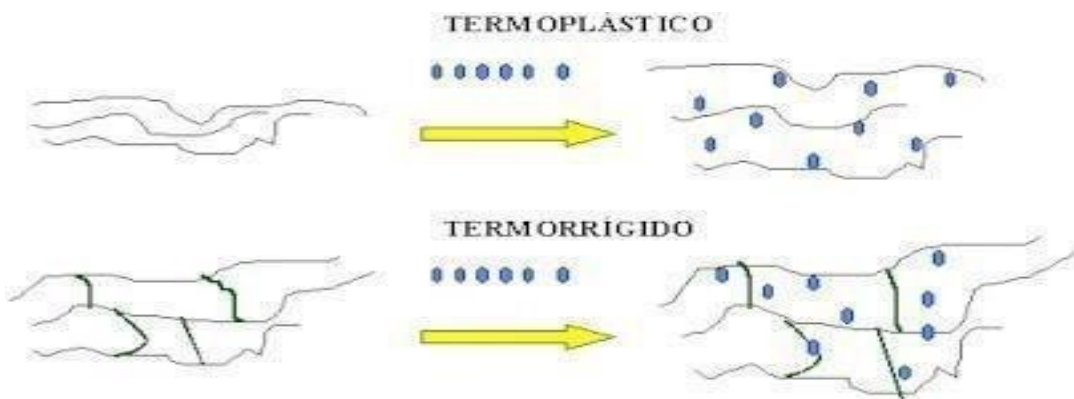


Figura 9: fonte: UOL

Termoplástico: ligações lineares formam os polímeros.
Termorrígido: ligações cruzadas unem os fios de polímeros.

2.1.3 Polímeros Elastômeros.

Os elastômeros são aqueles que quando aquecidos se decompõem antes de amolecer, e apresentam propriedades elásticas que lembram a borracha. Com exemplo, SBR (figura 10). (DNER,1998)

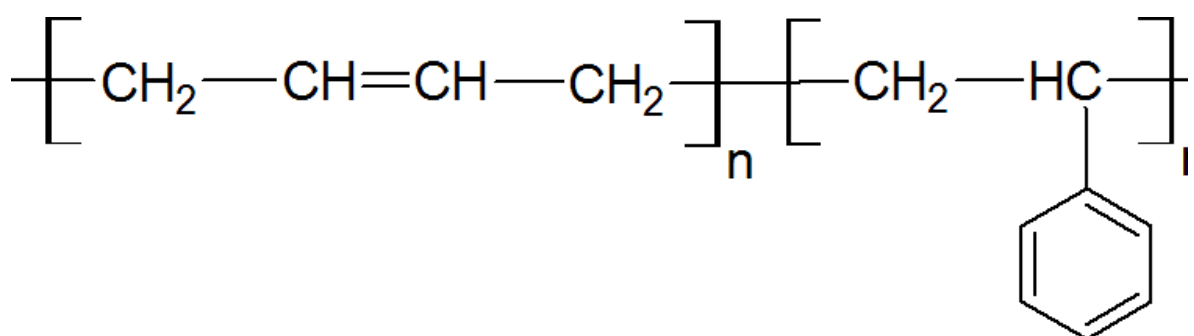


Figura 10: fonte: <http://polymerdatabase.com/Elastomers/SBR.html>

2.1.4 Polímeros Elastômero-termoplásticos.

Os elastômero-termoplásticos são aqueles que ao serem aquecidos se comportam como termoplásticos, mas em temperaturas mais baixas apresentam propriedades elásticas. Como exemplo, RET, (DNER,1998).

4. METODOLOGIA

Esse estudo que têm natureza exploratória, busca analisar a utilização do polímero como um modificador asfáltico para melhorar a infraestrutura de pavimentação da ciclovia de Floriano Piauí. Em virtude disso, foram realizadas pesquisas de fontes diretas tendo que a opinião das pessoas que mais utilizam as ciclovias foi coletada através de questionários, bem como fontes indiretas em que a leitura e análise foram feitas a partir de outros trabalhos, como artigos, livros e pesquisas em geral.

4.1 O método da Aplicação do questionário

Com a utilização do aplicativo forms, foram feitos questionários com perguntas direcionadas aos ciclistas da cidade de Floriano. Nele possuía perguntas como: o grau de satisfação da ciclovia de Floriano Com que frequência a pessoa pedala, se já havia pedalado em outra cidade e seu nível de satisfação, como o questionado considera a infraestrutura cicloviária de Floriano, como ele avalia a infraestrutura, qual o impacto que ele acha que a ciclovia causou na cidade e como ele avalia a manutenção da pavimentação da infraestrutura. Todas essas perguntas foram feitas aos ciclistas porque essa parcela da população florianense tem o contato mais frequente com a ciclovia, conseqüentemente com a pavimentação, ou seja, possui opiniões reais a cerca dos benefícios e malefícios de transitar sobre o asfalto da ciclovia.

4.2 Análises da aplicação de métodos gerais na pesquisa

Além da aplicação do questionário foram realizadas leituras e interpretações de artigos, como por exemplo, o Estudo de Asfaltos Modificados por Polímeros do tipo RET para Aplicações em Pavimentos, de Douglas Polcaro Negrão que dissertou e apresentou o tema à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 2006. Também foram feitas leituras do artigo de Keyla Junko Shinohara com tema, Estudo do comportamento do concreto asfáltico modificado pelo polímero EVA no módulo complexo e na fadiga, apresentado em 2012 para Universidade Federal de Santa Catarina. Ainda, foram realizadas interpretações e análises do livro Pavimentação Asfáltica de Liedi Bariani Bernucci, Laura Maria Goretti da Motta, Jorge Augusto Pereira Ceratti e Jorge Barbosa Soares. Esses trabalhos foram escolhidos porque possuem um rico conjunto de informações sobre os diversos tipos de polímero, além de apresentar o comportamento químico ensaiado de alguns materiais modificadores de asfalto. Enquanto o livro de Bernucci e demais escritores, auxiliou no entendimento e aprofundamento dos conceitos de pavimentação asfáltica. Todos esses métodos e análises foram feitos para que fossem obtidos resultados quantitativos e qualitativos, ou seja, levantar dados de satisfação dos ciclistas a cerca da infraestrutura das ciclovias para solucionar tais insatisfações dessas pessoas de forma que ao usar o polímero para tal, gere um impacto positivo tanto para a sustentabilidade quanto para o setor social.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Resultados trabalhados.

Os capítulos anteriores representam o corpo do texto e todas as informações obtidas serão analisadas e discutidas. Utilizou-se a fonte do artigo científico do estudo de asfaltos

modificados por polímeros do tipo RET para aplicações em pavimentos, de Douglas Polcaro Negrão, que tem como principal assunto as propriedades do asfaltomodificado por polímeros, comportamentos e resultados. Sendo considerados resultados que mostram a maior eficiência do AMP e do RET em termos de ductilidade, flexibilidade, durabilidade e entre outros resultados positivos.

No próximo trabalho de Benucci, (Pavimentação Asfáltica, et al, 2006, p.9), é retratado a importância desses ligantes poliméricos no asfalto e sua capacidade de resistir a grandes impactos e choques sofridos nas estradas e retendo calor, assim trazendo mais conforto e ainda ter um custo benefício na obra.

E com base em um questionário online sobre a pavimentação da ciclovia de Floriano, Piauí, tivemos um resultado negativo com a sua qualidade e infraestrutura, que suas respostas tiveram mais de 80% entre regular e péssima, e uma pequena parte votou em boa, não havendo votos para uma qualidade ótima.

5.2 Discussões e análise geral.

Por meio dos resultados científicos e populares, é possível identificar o problema e as devidas soluções presentes no artigo. A utilização do asfalto tradicional acarreta prejuízos socioeconômicos, perda de infraestrutura e problemas ambientais, sendo difícil de ser solucionada por serem a longo prazo e esse artigo tem como intenção de trazer o asfalto modificado com polímeros para ser a solução a curto prazo na ciclovia da cidade de Floriano, levando o estudo científico para as áreas responsáveis e amenizar os impactos causados e aumentar sua qualidade de conforto e financeira.

6 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 7208 - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Materiais Betuminosos Para Pavimentação, Rio de Janeiro, 1998

BERNUCCI, L.B., MOTTA, L.M.G. et al. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.

NEGRÃO, D.P., Estudo de Asfaltos Modificados por Polímeros do Tipo RET para Aplicações em Pavimentos. Tese de mestrado, USP. São Paulo, 2006.

SHINOHARA, K. J., Estudo do Comportamento do Concreto Asfáltico Modificado pelo Polímero EVA no Módulo Complexo e na Fadiga. Tese de Mestrado, UFSC. Florianópolis, 2012.

ANSEMI, L. Á. M., *Estudio Mecánico Del Asfalto Modificado Con Polímeros y Cueros Que Son Utilizados En Lá Elaboracion Del Calzáo. UCC. Colombia, 2014.*

CNT- Confederação Nacional de Transportes. <http://www.cnt.org.br>. 2006