



**Universidade Federal do Maranhão- Campus Balsas**  
**Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia**

**Laylson Carneiro de Sousa**

**ESTUDO DE PONTOS DE INSTALAÇÃO DE GERADORES PIEZOELÉTRICOS  
EM ESTRADAS E FERROVIAS BRASILEIRAS.**

**Balsas-MA**

**2017**

Laylson Carneiro de Sousa

ESTUDO DE PONTOS DE INSTALAÇÃO DE GERADORES PIEZO ELÉTRICOS  
EM ESTRADAS E FERROVIAS BRASILEIRAS.

Projeto apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Contextualização e Integração Curricular II na Universidade Federal do Maranhão.

Orientador: Gustavo Araújo de Andrade

Balsas/MA

2017

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	6
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	7
<u>3.1</u> Objetivos Gerais .....	7
<u>3.2</u> Objetivos Específicos .....	7
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	7
<b>5. RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	8
<b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	8

## 1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais são as fontes de maior riqueza, materiais que o ser humano disponibiliza para a satisfação das suas necessidades sempre em modificação, e são medidos de acordo com os usos que as sociedades fazem deles. Eles são de extrema importância para a sobrevivência dos seres humanos, tais recursos trazem benefícios, seja para o consumo ou até mesmo para o equilíbrio ambiental. Estes estão presentes em quase todos os lugares, podemos listar alguns dos mais importantes recursos como: Água, Biomassa (Madeira, produtos agrícolas, entre outros), vento, ondas, energia geotérmica e radiação solar. São recursos que mesmo sendo repostos pela sua forma natural podem se esgotar futuramente, devido a sua extração desordenada, por isso há uma grande preocupação de pessoas que são ligadas ao meio ambiente e que cuidam para que esses bens naturais não possam vir a se exaurir e futuras gerações sofram, por conta do consumo exagerado dessa geração aqui presente.

As fontes de energia são de grande importância a toda a humanidade, pois geram energia, para que possamos manusear o que manualmente não podemos, e por isso a necessidade é densa e muito precisa. São diversas as formas de se obter energia, uma das mais comuns em nosso território, é a energia que é gerada através da água, nesse caso as hidrelétricas. Dentre as demais fontes, temos gerada através dos raios solares, que por meio de placas fotovoltaicas captam e armazenam, a eólica que é uma das que mais crescem agora, principalmente em áreas litorâneas, ela é obtida através de turbinas de grande porte, temos a geração através da biomassa, principalmente por meio das técnicas agrícolas, e etc.

No meio dessas fontes de energia limpas e renováveis poucos sabem que existe outro meio de geração de energia pelo meio de pressão. No momento em que um carro passa sobre o asfalto, está gerando energia através da pressão, do peso e da velocidade sobre a superfície. E essa fonte de energia renovável é a piezoelectricidade que foi explorada em 1880 pelos físicos franceses, Pierre Curie e Jacques Curie em cristais de quartzo e seu efeito inverso foi exposto em 1881 por Gabriel Lippmann que deduziu matematicamente, através dos princípios fundamentais da termodinâmica, que certos materiais apresentam deformação mecânica ao serem eletricamente polarizados (Cady, 1946).

Ao longo dos anos os determinados materiais piezelétricos que era considerados eram os cristais naturais que indicavam um imperfeito efeito piezelétrico. Ocorreu só na metade do século XX o início dos primeiros materiais piezelétricos sintéticos, com características de acoplamento mais forte e que possibilitaram mais aplicações práticas (DONALD J. LEO, 2007).

O benefício da piezoeletricidade na pratica teve sua primeira aplicação em 1917 pelo Paul Langevin que criou um detector de submarinos na França. O efeito piezoeletrico é utilizado em pisos aonde se encontra uma quantidade alta de pessoas e veículos. Em Londres o Bar Surya encontrou uma forma de gera energia sustentável com piso piezoeletrico que gera a aproximadamente 60% das suas exigências energéticas, segundo a pesquisa (SILVEIRA,2010) cada cliente fornece entre 5 e 60 Watts. Essa tecnologia já foi implantada em outros locais como aeroportos, estações de metrô, centros comerciais, estradas e até mesmo em calçadas. Adequadamente com transmissão da eletricidade com destino a rede elétrica existente.

Um supermercado em Gloucester em 2013, pôs placas piezoelétricas no início do estacionamento. Aonde, obter 30 kw/h somente com a circulação dos automóveis. O setor rodoviário é um importante componente na cadeia de suprimentos, entretanto, é responsável por impactos negativos no meio ambiente. O aproveitamento da piezoeletricidade nas rodovias mostra-se como um fator de sustentabilidade e inovação como uma nova fonte de energia alternativa, pois tal energia pode ser aproveitada em semáforos e na iluminação das próprias ruas. Segundo (SILVEIRA,2010) experiências feitas em seu trabalho “Eletricidade do Aperto”, mostram que um sistema piezoelétrico instalado em um quilômetro de pista rodoviária com fluxo intenso de veículos pode gerar 200 quilowatts (kW). Contudo, se o mesmo sistema for instalado em três metros da rodovia, pode gerar 0,6 quilowatts.

A frota de veículos cresce a cada dia, os últimos levantamentos sobre trafego de veículos mostrou o grande crescimento, só nos últimos 10 anos foram 64,8 milhões em dezembro do ano de 2010. Claro que também com esse crescimento a emissão de gases poluentes é maior, assim, há uma preocupação dos órgãos ambientais para tentar diminuir tais fatores que provocam esses malefícios. A

estimativa é de 119% do aumento de veículos, fazendo as contas mais de 20 milhões de veículos chegaram nesse período. Podemos citar que, para cada 2,94 de habitante há um carro, em um período de 12 meses a extensão do número da frota de veículos é imensa. Segundo o Denatran, há a probabilidade de 5.567 cidades do país com carros licenciados, tais valores crescem a cada minuto, e cada vez mais, a tendência é essa, de aumento.

No estado do Maranhão, a frota de veículos passou de 328.577 em 2003 para 1.184.998 no ano de 2013, segundo no que foi notificado e registrado pelo Detran. No topo dessa lista estatística estão os veículos que transportam passageiros, que chega a somar 83,96% do total dos números. O aumento da estatística de veículos no estado é imagem da ampliação da renda da população em si, unificada à facilidade nas classes para a obtenção do seu primeiro veículo. A Frota dos números de São Luís cresceu 224% em 10 anos e já ultrapassa 300 mil veículos. Uma Maior extensão é de carros, 54,38%, sucedido por motocicletas, que já aproximam a 23,97%. A notificação do Denatran cita que o Estado do Maranhão terminou 2010 com 796.083 veículos anotados e registrados, dos quais os 247.997 são todos da capital e 76.592 são da cidade de Imperatriz. A mínima e menor frota que foi registrada no Estado pertencente ao município de Primeira Cruz que contem com apenas 39 veículos, sendo que 14 automóveis, 11 caminhonetes, um micro-ônibus e 11 motocicletas, que na qual possui sua população baseada de 13.726 habitantes.

O trabalho será analisar a viabilidade de um sistema de captação de energia baseado em geradores piezelétricos instalados sob rodovia no Brasil, com a finalidade de verificar a quantidade de energia gerada de modo que a mesma possa ser utilizada para a alimentação das rodovias.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Na atualidade encontraram-se formas de gerar eletricidade com fontes de energia renováveis, como ocorre com o vento, as marés, o sol e a água. Apesar disso, não bastam apenas essas formas, é necessário inovar e, aliado a novas tecnologias e descobertas, caminhar para uma forma mais efetiva de sustentabilidade. Uma das fontes geradoras de energia limpa é a piezoelectricidade, que tem sido muito estudada desde sua descoberta em 1880. A aplicação de um

sistema piezoelétrico tem apresentado resultados positivos em longo prazo, apesar do seu auto custo. Essa fonte piezoelétrica já tem aplicação no dia a dia como em microfones, balança, isqueiro e até mesmo na área da medicina em aparelho de ultrassom, eletroterapia.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos Gerais**

Estudar os possíveis impactos acessíveis e energéticos que seriam causados pela implantação das placas piezoelétrica nas rodovias do Brasil e a viabilidade dos geradores.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Fazer o levantamento da malha viária e o fluxo dos veículos nas rodovias a fim de obter os pontos de geração dos geradores piezoelétrico.
- Simular a geração para um sistema a fim de obter e calcular a viabilidade técnica e econômica de um gerador piezoelétrico.
- Possíveis pontos de aplicações de geradores piezoelétrico nas malhas viárias ferroviárias e rodoviárias.

### **4. METODOLOGIA**

Será realizado estudos bibliográficos sobre as viabilidades dos geradores piezoelétrico nas rodovias do Brasil, além da obtenção de dados estatísticos através do DNIT para verificar o grande fluxo de veículos no Brasil, em seguida será feito as escolhas dos pontos nas rodovias aonde o fluxo de veículos pesados, motos e carros seja alto para ter uma geração de energia eficiente. Após será feito simulações computacionais nos programas MATLAB, Scilab e em C e posteriormente deduziram as equações de transformação de energia mecânica para elétrica que contem no livro (DONALD J. LEO, 2007).

Em seguida com a obtenção dos resultados será feito a análise das economias financeiras e energéticas que poderiam ser geradas com a realização desse estudo.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

A implantação de um sistema piezoelétrico afim de gerar energia elétrica, tem sido bastante implantado atualmente em vários setores. Os estudos da instalação dos geradores piezoelétrico serão testados em possíveis pontos das rodovias do Maranhão para obtenção de energia para semáforos, sinalizações e até mesmo para pardais eletrônicos.

A aplicação de geradores piezoelétrico está sendo feita também em Trilho de trem aonde no trabalho de (MARQUES, 2013) ele observou-se que a quantidade de energia gerada no sistema depende diretamente da quantidade de coletores piezoelétricos instalados na ferrovia. A rede de geradores feito no trabalho dele foi Titanato de Bário, realizou-se a instalação através de 40 metros na ferrovia (assumindo-se uma resistência elétrica de 1000  $\Omega$ ), aonde ele afirmou que era o suficiente para alimentar um sistema de luzes de alerta durante a passagem de um trem, um dispositivo com um consumo aproximado de 9 Watts.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CADY, Walter Guyton. Piezoelectricity: An Introduction to the Theory and Applications of Electromechanical Phenomena in Crystals. New York. Mc Graw Hill. p. 4, 1946.

DONALD J. LEO. Engineering analysis of smart material systems. 2007. 569 p. ISBN 978-0-471-68477-0.

MARQUES, Denys Eduardo Teixeira. Projeto e análise de viabilidade de coletores piezoelétricos de energia. 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica - Ênfase em Mecânica Plena), Universidade de São Paulo, 2013.

SILVEIRA, Evanildo da. Eletricidade do aperto. Pesquisa FAPESP; n. 171, p. 72-75, maio 2010. Disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/07/072-075-171.pdf> >. Acesso em: 15 fev. 2017.