

GERANDO ENERGIA ELÉTRICA SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DOS EFEITOS PIEZOELÉTRICOS

*Marcia Gabriela Fernandes da Silva¹
Jean Mark Lobo de Oliveira²
Livia da Silva Oliveira³*

RESUMO

O presente artigo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, para uma avaliação, sobre a utilização do efeito piezoelétrico como fonte alternativa para gerar energia elétrica renovável através das propriedades do minério quartzo, sendo aplicados sob a camada de asfalto em uma Avenida de Manaus com trânsito intensos de veículos, minimizando os impactos ambientais associados as explorações dos recursos tradicionais da matriz energética brasileira.

Palavras chave: energia sustentável; efeito piezoelétrico; fonte alternativa; quartzo; impactos ambientais.

ABSTRACT

The present article approaches about a bibliographic research for an evaluation under the use of the piezoelectric effect as an alternative source to produce renewable electric energy through the properties of the quartz can be applied on the layer of asphalt in an avenue of Manaus with traffic intensification of vehicles, minimizing the environmental impacts associated with the exploration of the traditional resources of the Brazilian energy matrix.

Keywords: Sustainable energy, Piezoelectric effect, Alternative source, Quartz, Environmental impacts

¹ Discente de Engenharia Elétrica. Centro Universitário FAMETRO, Manaus-AM.

² Esp. Em Desenvolvimento Web pelo Centro Universitário FAMETRO, Professor do Centro Universitário FAMETRO, Manaus – Amazonas.

³ MSc. Em Ciências ambientais pela Universidade Federal do Pará – UFPA, Professora do Centro Universitário FAMETRO, Manaus – Amazonas.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, quando pensamos em viver sem condicionador de ar, geladeira, microondas, máquina de lavar roupas, computadores entre outros equipamentos que facilitam o nosso cotidiano, nos proporcionam conforto e que funcionam com o uso da eletricidade, vemos nisso um problema (MARCONI; LAKATOS, 2003). Ao longo dos anos que se tem passado e com a demanda cada vez maior sobre o uso de eletricidade e a ação humana por sua vez mais presente nas degradações do meio ambiente, nos preocupamos com a possibilidade de um esgotamento das fontes de energia já utilizadas (GIL, 2008). Mediante isto, fez-se necessário a busca por alternativas sustentáveis para compor o setor energético, sendo aplicadas tecnologias como o uso de energia eólica, hidráulica, térmica, solar e piezoeletricidade, sobre a qual destacamos como uma fonte de energia renovável, que utiliza a propriedade que alguns minerais possuem de gerar corrente elétrica quando submetidos a pressões mecânicas(GODOY; SOUZA; NEWBWE, 2014).

A piezoeletricidade foi descoberta em 1880 pelos irmãos físicos franceses, Jacques e Pierre Curie em cristais de quartzo, onde desde então, ocorreram evoluções nos estudos para gerar eletricidade renovável. Existe um manancial energético repousando embaixo dos nossos pés, ainda muito pouco explorado. As pesquisas e desenvolvimento de materiais eficientes e baratos, dos quais transformam a energia mecânica resultado da pressão do peso e da velocidade sobre a superfície, transformando-a em eletricidade, também chamados de piezoeletricidade faz parte de uma corrida tecnológica entre os países desenvolvidos dos quais estão investindo pesado incluindo o Brasil, nessa concorrência mundial (ARMENDANI; FLORENTINO, 2016).

Esse artigo propõe a utilização do efeito piezoelétrico em uma avenida de trânsito intenso na cidade de Manaus, a Avenida Djalma Batista como uma opção proveitosa de gerar energia elétrica em meio ao caos do trânsito da cidade, sem tarifas mensais da concessionária de energia local, rateada entre aos consumidores como taxa de iluminação pública, e reduzindo os impactos ambientais, utilizando uma tecnologia de energia limpa e sustentável.

2. REFERENCIALTEÓRICO

O setor elétrico brasileiro atualmente é uma preocupação para os consumidores, devido as instabilidades na evolução das mudanças legais e das inovações tecnológicas exploradas. Porém sabemos que nossos recursos, além dos que já são explorados, podemos contribuir muito mais para a expansão no setor elétrico como outras fontes de geração a partir da energia eólica, solar, biomassa, piezoelétrica, dentre outras. Com políticas e investimentos voltados para o setor nossas pesquisas para a descoberta de novas tecnologias e nossa tarifa deixaria de ser uma das mais caras já registradas entre os países.

Durante a Primeira Conferência das nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida em Estocolmo na Suécia em 1972, surgiu a ideia de desenvolvimento sustentável a partir do conceito de ecodesenvolvimento. De acordo com essa Comissão podemos definir desenvolvimento sustentável como sendo um modelo de desenvolvimento socioeconômico, com justiça social e em harmonia com os sistemas de suporte da vida na terra. Portanto, é o desenvolvimento que não torna os recursos escassos, pelo contrário os torna disponíveis ou renováveis em um curto período de tempo (UOL, 2019).

Diante do crescimento populacional e a mudança dos padrões aquisitivos dos brasileiros aumentando, saindo da pobreza e passando para a classe média, sabemos que proporcionalmente aumenta a busca pelo conforto, logo um maior consumo de energia elétrica, compra de veículos, na qual se tem mais pressão sobre as redes de energia antiquadas e estradas mal projetadas para um grande número de veículos. O Brasil precisa se desenvolver rapidamente para tirar vantagem dessa economia em crescimento. Com isso a necessidade de maior confiabilidade do sistema elétrico é inevitável, além de planejamento estratégico voltados para o desenvolvimento sustentável.

O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 65,2% da oferta interna. As fontes renováveis representam 80,4% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável. Em 2017, a

capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil (centrais de serviço público e autoprodutoras) alcançou 157.112 MW, acréscimo de 6.775 MW, segundo o balanço da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (EPE, 2019).

Na expansão da capacidade instalada, as centrais hidráulicas contribuíram com 3.350 MW ou seja 49,5% do total adicionado, enquanto as eólicas responderam por outros 2.159 MW equivalente à 31,9% da capacidade adicionada. Destaque para a evolução potência instalada da solar fotovoltaica que atingiu com 935 MW em 2017 contra 24 MW em 2016.

Na Energia Eólica A produção de eletricidade a partir da fonte eólica alcançou 42.373 GWh em 2017, equivalente a um aumento de 26,5% em relação ao ano anterior, quando se atingiu 33.489 GWh. Em 2017, a potência instalada para geração eólica no país expandiu 21,3%. Segundo o Banco de Informações da Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o parque eólico nacional atingiu 12.283 MW ao final de 2017.

Biodiesel Em 2017 a produção de B100 no país cresceu 12,9% em relação ao ano anterior atingindo o montante de 4.291.294 m³. O percentual de B100 adicionado compulsoriamente ao diesel mineral elevou-se para 7,9%. A principal matéria-prima foi o óleo de soja (65%), seguido do sebo bovino (12%).

Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a produção de cana-de-açúcar no ano civil 2017 alcançou 635,6 milhões de toneladas. Este montante foi 5,2% inferior ao registrado no ano civil anterior, quando a moagem foi de 670,6 milhões de toneladas. Em 2017 a produção nacional de açúcar foi de 38,1 milhões de toneladas, redução de 2,0% em relação ao ano anterior, enquanto a fabricação de etanol caiu 2,1% atingindo um montante de 27.693,7 mil m³. Deste total, 57,8% referem-se ao etanol hidratado: 15.998,5 mil m³. Em termos comparativos, houve queda de 3,3% na produção deste combustível em relação a 2016. Já a produção de etanol anidro, que é misturado à gasolina A para formar a gasolina C, registrou uma queda de 0,3%, totalizando 11.695,2 mil m³.

Petróleo e Derivados A produção nacional de petróleo cresceu 4% em 2017, atingindo a média de 2,62 milhões de barris diários, dos quais 95,0% são de origem

marítima. Em relação aos estados produtores, o Rio de Janeiro foi responsável pela maior parcela: 68% do montante anual. Já a produção terrestre, continua sendo liderada pelo Estado do Rio Grande do Norte, com 33% do total onshore. Pelo lado do consumo foi registrada uma expansão de 0,6% de óleo diesel e uma alta de 2,6% de gasolina automotiva. O setor de transporte respondeu por 83,8% do consumo final energético de óleo diesel. O aumento do consumo de gasolina automotiva se justificou por preços mais competitivos deste combustível em relação ao etanol hidratado.

Gás Natural A média diária de produção do ano foi de 109,9 milhões de m³/dia e o volume de gás natural importado foi de 29,4 milhões de m³/dia. Com isto, a participação do gás natural na matriz energética nacional atingiu o patamar de 12,9%. A demanda industrial por gás natural registrou um avanço de 1,4% em relação ao ano anterior, devido principalmente ao crescimento da atividade siderúrgica. O consumo de gás natural na geração térmica (incluindo autoprodutores e usinas de serviço público) aumentou 15,3%, atingindo o patamar de 65,6 TWh. Em 2017 o gás natural destinado à geração de energia elétrica alcançou na média 40,1 milhões m³/dia, representando uma expansão de 15,3% ante 2016. O gráfico abaixo mostra a destinação do gás natural para os anos de 2017 e 2016. Nota-se que em 2017 a participação do gás para geração de energia elétrica subiu de 34,5% para 37,6%, refletindo um maior despacho das termoelétricas que utilizam esta fonte que, em conjunto junto com outras fontes energéticas, asseguraram o suprimento da demanda de energia elétrica nacional, em um ano caracterizado pelo recuo geração hídrica.

Carvão Vapor e Carvão Metalúrgico Na geração elétrica, o carvão utilizado é o carvão vapor, predominantemente de origem nacional, cujos estados produtores são Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A demanda de carvão vapor para este uso final diminuiu -4,4% em 2017 em relação ao ano anterior. O carvão metalúrgico destinado à produção de coque cresceu 12,2% acompanhando o desempenho da siderurgia nacional.

Não só as energias renováveis são vantajosas para o meio-ambiente, como elas são mais baratas para o consumidor. Um exemplo disso é o sistema de bandeiras implementado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Quando

há escassez de chuvas, e tempos de estiagem, é necessário que as usinas termelétricas sejam acionadas para manter o fornecimento de energia elétrica no País. No entanto, além de mais poluentes, essas usinas são mais custosas para funcionar, fazendo com que a bandeira vermelha seja acionada, acarretando um custo extra nas tarifas de energia. Cada vez mais é levada em conta a sustentabilidade nos projetos de geração de energia elétrica, transmissão e distribuição.

O Brasil é referência no uso de fontes de energia renováveis, mas é fortemente dependente das hidrelétricas, o que leva a uma dependência do regime de chuvas. O país dispõe de um elevado potencial para o desenvolvimento de energias renováveis, porém este potencial ainda é pouco explorado. O investimento em fontes renováveis alternativas contribuiria para expandir a oferta de energia com menores impactos ambientais e para complementar o sistema elétrico, principalmente no período de seca, quando as hidrelétricas produzem menos. Não se faz projetos desses sistemas hoje em dia sem levar em conta, com grande ênfase, os impactos sobre o meio ambiente onde serão implantados.

O termo “desenvolvimento” implica mudanças em uma direção que representa uma melhoria da condição humana, enquanto “sustentável” insinua que isto continuará indefinidamente, ou pelo menos durante um tempo muito longo. Um dos principais impedimentos para essa melhoria continuada é o aquecimento global, e a Amazônia é uma das áreas que é esperado que sofra as piores consequências se esta mudança de clima é permitida sem reduções dramáticas em emissões de gás de efeito estufa (ADVANCE, 2019).

O aquecimento global afeta ambos a temperatura e a precipitação, mas as mudanças são muito desiguais ao longo do mundo. Para a maior parte do mundo, as temperaturas aumentadas trarão mais precipitação porque, na medida em que esquentam os oceanos, mais água evaporará e isto tem que cair em algum lugar como precipitação. Porém, na Amazônia isto não é o que é esperado. Em vez disso, são esperados que dois fenômenos diferentes, ambos agravados pelo aquecimento global, intensificam as secas na região.

Um é o fenômeno El Niño, que provoca secas e incêndios florestais na parte norte da Amazônia, como no caso do Grande Incêndio de Roraima de 1997- 1998. O

El Niño é ativado por água quente no Oceano Pacífico. Uma segunda forma de seca amazônica é ativada por água quente no Atlântico. Isto causa secas nas partes sul e oeste da Amazônia, como na seca desastrosa de 2005. Um estudo recente de modelagem indica que a frequência deste tipo de seca aumentaria dramaticamente dentro dos próximos anos se é permitido que as concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa aumentem seguindo um padrão de “negócios-como-sempre”. A probabilidade anual de uma seca da magnitude do evento de 2005 era 5% em 2005, mas aumentaria até 50% em 2025 e 90% em 2060. Estas mudanças ameaçam a sobrevivência da floresta amazônica.

2.1 O mercado de Comercialização de Energia Elétrica

O setor elétrico brasileiro possui um modelo de operação diferenciado em relação ao restante do mundo. No país, há um enorme potencial energético a ser explorado, principalmente no que diz respeito às fontes renováveis, o que implica constantes inovações tecnológicas e regulatórias. (CCEE, 2019).

O mercado de energia, cada vez mais busca por um modelo sustentável estruturado de forma que garanta a segurança no suprimento, incentive a expansão da geração, diversifique a matriz energética e atenda a demanda dos consumidores ao menor custo. Entretanto, em busca desses objetivos a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) visa fortalecer o ambiente de comercialização, de forma organizada implementando procedimentos e regras específicas para que facilitem as negociações entre os segmentos de geração, distribuição, comercialização e consumo.

Através dessa organização no mercado de energia as negociações de compra e venda entre os agente de mercado, seja distribuidor, gerador, comercializador, consumidor livre ou especial, desde que se torne membro do Sistema Interligado Nacional (SIN), pode negociar energia com qualquer outro agente, independentemente das restrições físicas de geração e transmissão.

Sabemos que no Brasil, a energia gerada é proveniente principalmente de hidrelétricas de grande porte, entretanto quando ocorre a necessidade de uma maior demanda, além das disponibilizadas pelas hidroelétricas, as usinas térmicas são

acionadas, geralmente no período de baixa nos rios, por ser de custo mais elevados elas são acionadas somente para complemento (REIS, 2006).

O sistema de comercialização está dividido em quatro submercados (Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte). Cada um deles concentra regiões do país onde a energia circula livremente. Para que as negociações ocorram de forma justa, é determinada por limites de intercâmbio presentes no sistema de transmissão, ou seja, restrições elétricas no fluxo de energia entre as diversas regiões do país, onde se estabelecem em duas esferas: no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e no Ambiente de Contratação Livre (ACL) (CCEE, 2019).

As negociações de compra e venda em leilões de energia no ambiente regulado ocorre por meio de contratos celebrados entre os geradores e os distribuidores. Os contratos deste ambiente têm regulação específica para aspectos como preço da energia, submercado de registro do contrato e vigência de suprimento, não passíveis de alterações bilaterais pelos agentes.

Considerando o ambiente livre, os geradores, comercializadores, importadores e exportadores de energia e consumidores livres e especiais têm liberdade para negociar e estabelecer em contratos os volumes de compra e venda de energia e seus respectivos preços, porém todos os contratos firmados nos ambientes livre e regulado são registrados na CCEE.

2.2 Custos e benefícios do consumidor

No Brasil, o valor cobrado referente a energia elétrica residencial é de R\$ 0,94/ kWh, considerado uma tarifa das mais caras entre os países. Isso ocorre devido a carga tributária incidente sobre o setor elétrico nacional que representam 45% do valor da tarifa paga pelo consumidor residencial. As concessionárias de energia são as responsáveis pela emissão e cobrança mensal da conta de energia elétrica, sendo diretamente proporcional ao consumo, ou seja, quanto maior o consumo, mais cara é a conta de e energia.(MAYER, MARIANO e ANDRADE,2009).

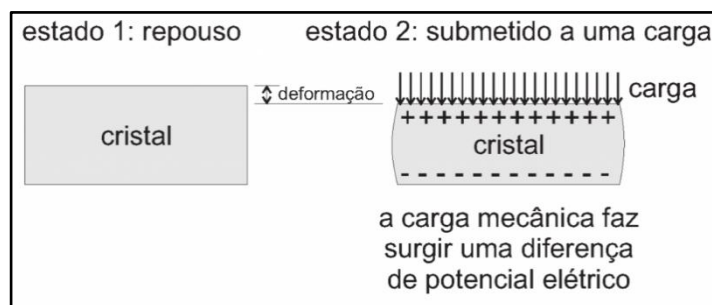
3. METODOLOGIA

Os métodos utilizados foram estudos baseados em pesquisas bibliográficas, através de livros, revistas científicas e artigos científicos inerentes ao tema de geração de energia elétrica utilizando os efeitos da piezoelectricidade e os recursos do mineral quartzo.

Antes de aplicar a tecnologia da piezoelectricidade propriamente dita, fez-se necessário a compreensão do efeito piezoelectrico, como fundamento teórico para o desenvolvimento do estudo proposto(ARMENDANI; FIORENTINO, 2016).

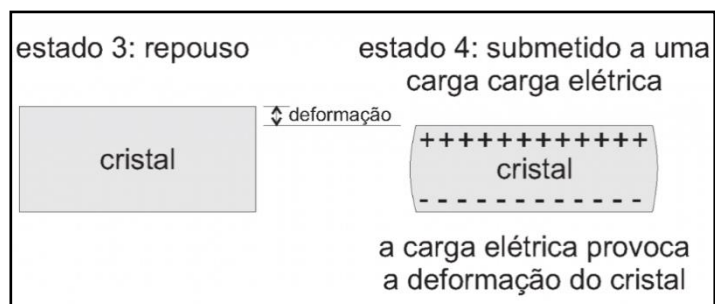
O efeito piezoelectrico é um processo reversível em que os materiais exibem o efeito piezoelectrico direto (a geração interna de carga elétrica resultante de uma força mecânica aplicada), mas também exibem o efeito piezoelectrico reverso (a geração interna de uma tensão mecânica resultante de um campo elétrico aplicado), como é o caso do quartzo utilizado como o recurso natural para a geração da piezoelectricidade, conforme apresentado nas figuras 1, 2 e 3.

Figura 1: Efeito Piezoelectrico



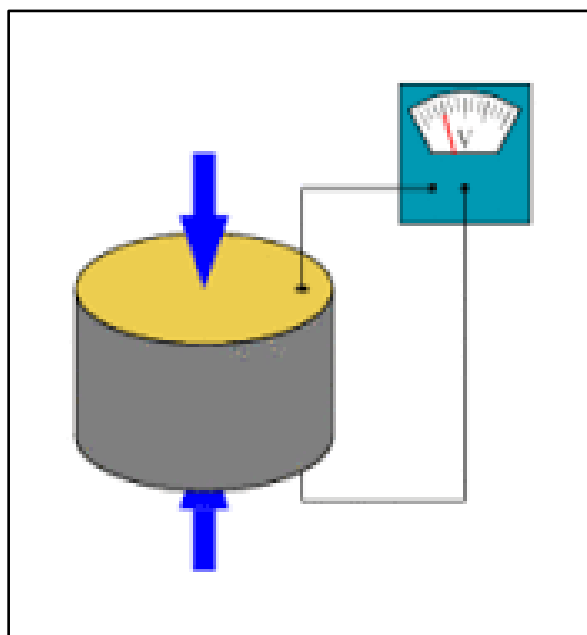
Fonte: <http://blog.ciclo.eng.br/efeito-piezoelectrico/>

Figura 2: Efeito Piezoelectrico reverso



Fonte: <http://blog.ciclo.eng.br/efeito-piezoelectrico/>

Figura 3: Conversão de pulsos elétricos em movimento mecânico em cristal piezoelétrico.



Fonte: blog.cvdentus.com.br/ultrassom-piezoelétrico-duas-tecnologias-a-favor-da-odontologia/

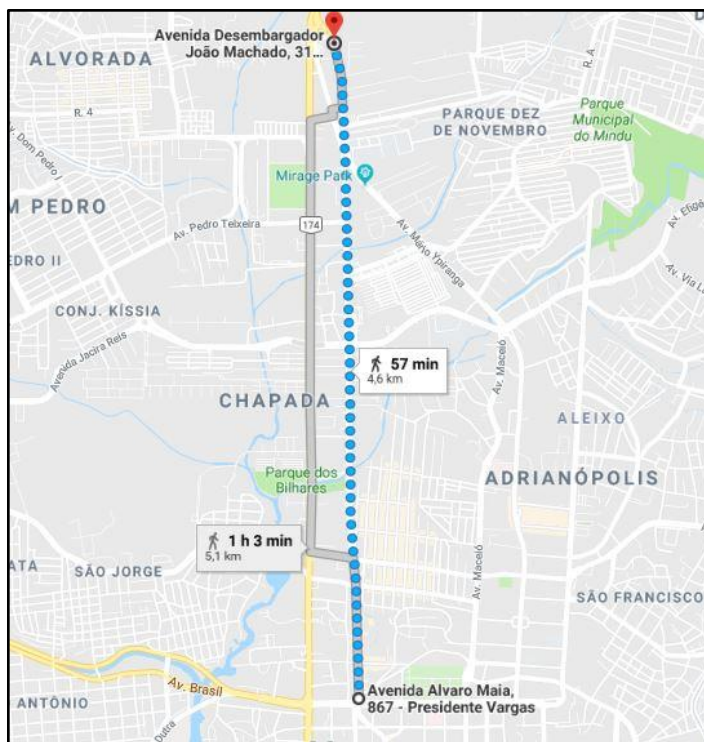
De acordo com as pesquisas bibliográficas, a geração de energia a partir da utilização do quartzo, é produzida através da utilização de uma placa piezoelétrica embutida sob a camada de asfalto, com um determinado tratamento do mineral quartzo para que o mesmo suporte os variados pesos aplicados sobre ele.

Desta forma um módulo retificador transformaria o sinal de pulsos de corrente elétrica gerados pela passagem dos veículos sobre o asfalto com a placa piezoelétrica, com o fluxo contínuo de veículos passando sobre a mesma, ocorrerá a geração que será em corrente contínua, armazenada nas baterias. Mediante isso, o módulo conversor seria utilizado para controlar o nível do sinal de corrente contínua para que este sinal possa carregar o banco de baterias do módulo posterior (CARNEIRO; FERREIRA, 2016).

Sob a camada de asfalto da via Avenida Djalma Batista, utilizando placas geradoras interligadas a baterias que, através do fluxo intenso dos veículos, converteriam a pressão exercida pelo peso dos veículos ao longo da via, em energia elétrica, como demonstrado na figura 4, explorando as propriedades do mineral quartzo, que de uma forma instantânea, produziria energia necessária para o funcionamento dos postes de iluminação pública, e dos semáforos distribuídos em

sua extensão, independente das condições climáticas (CARNEIRO; FERREIRA, 2016).

Figura 4 – Avenida Djalma Batista



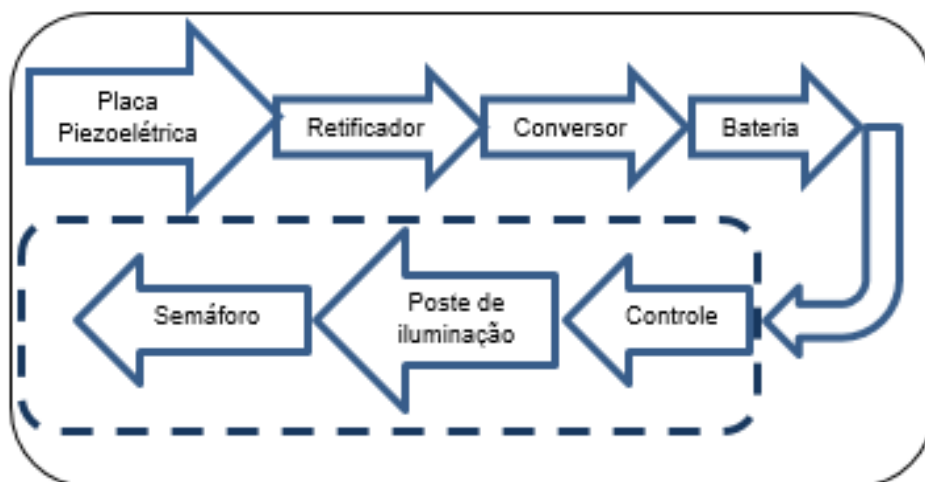
Fonte: Google Maps, 2017.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Mediante o processo de geração de energia sustentável baseada em estudos já desenvolvidos, temos como base os dados do Instituto de Tecnologia Technion de Israel a Innowattech e de uma pesquisa da Revista Isto É publicada em 2016, que mostra resultados voltados para o Brasil (JULIÃO, 2017).

De acordo com o professor Haim Abramovich, fundador do Instituto, explica que um modelo de placa que usa cristais piezoelétricos embutidos no asfalto, em uma avenida com menos de 1,6 quilômetros, quatro faixas e por onde circulam cerca de mil veículos por hora e pode gerar aproximadamente 0,4MW, sendo o suficiente para alimentar 600 casas (ELOI, 2011). O efeito piezoelétrico obedece o esquema mostrado na figura 5.

Figura 5: Esquema de funcionamento para gerar energia elétrica com base no material piezoelétrico.



Fonte: Autora, 2018.

Considerando a medida de 4,63km de extensão da Avenida Djalma Batista, medida através do Google Mapas e aplicando aos dados registrados por Haim Abramovich, geraríamos 1,157MW de energia elétrica, de forma que a cada 1,6Km pode gerar aproximadamente 0,4MW, logo em 4,63Km nossa estimativa será de 1,262MW de geração de energia elétrica (ELOI, 2011), conforme Tabela 1.

Tabela 1: Dados compilados a partir de pesquisas bibliográficas

Potência Gerada	Semáforo	Poste de Iluminação Pública
Consumo Diário (Mw)	Consumo Diário (KWh)	Consumo Diário (KWh)
1,262	1,92	0,7

Fonte: Autora, 2018.

Ao analisar o consumo energético da Avenida Djalma Batista para alimentação dos semáforos, chegamos aos resultados apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Dados estimados de consumo de energia elétrica dos semáforos

Semáforo	Quantidade Estimada	Consumo Total Mensal
Consumo Mensal (KWh)	(unidades)	(KWh)
57,6	12	691,2

Fonte: Autora, 2018.

Na tabela 2, referenciamos os dados estimados de consumo mensal de energia elétrica em quilowatt/hora, dos semáforos dispostos ao longo da Avenida Djalma Batista, sendo os mesmos utilizados para as devidas comparações com a geração de energia providos das placas piezoelétricas.

Tabela 3: Dados estimados do consumo de energia elétrica dos postes de iluminação.

Poste de Iluminação Pública	Quantidade Estimada	Consumo Total Mensal
Consumo Mensal (KWh)	(unidades)	(KWh)
57,6	154	3,234

Fonte: Autora, 2018.

Baseado nos dados expostos e supracitados na tabela 2, sabemos que para alimentar eletricamente os semáforos ao longo da referida Avenida, precisaríamos de uma geração de 691,2 KW mensalmente, ou seja, o dado em KWh multiplicado por trinta dias e para alimentar os postes de iluminação pública essa geração de energia teria que ser de 3,234 KW mensal, conforme tabela 3. Comparando com a geração de energia de 34,71 MW mensal, provida da implementação das placas piezoelétricas, podemos alimentar tanto os semáforos, quanto os postes de iluminação em toda a extensão da avenida, que em seu consumo aproximado teríamos 1,01MW. Considerando uma geração total de 34,71MW e um consumo de 1,01MW ainda teríamos 33,70 MW disponíveis para outras finalidades das quais sugerimos alimentar mais 1736 residências, baseado nos dados obtidos pelo estudo do professor Haim Abramovich onde considera que a cada 1,6 quilômetros de placas piezoelétricas seria possível alimentar 600 residências. Aplicamos uma regra de três

simples para que os dados estimados referente a 33,70 MW fossem reutilizados para as residências (CARNEIRO; FERREIRA, 2016).

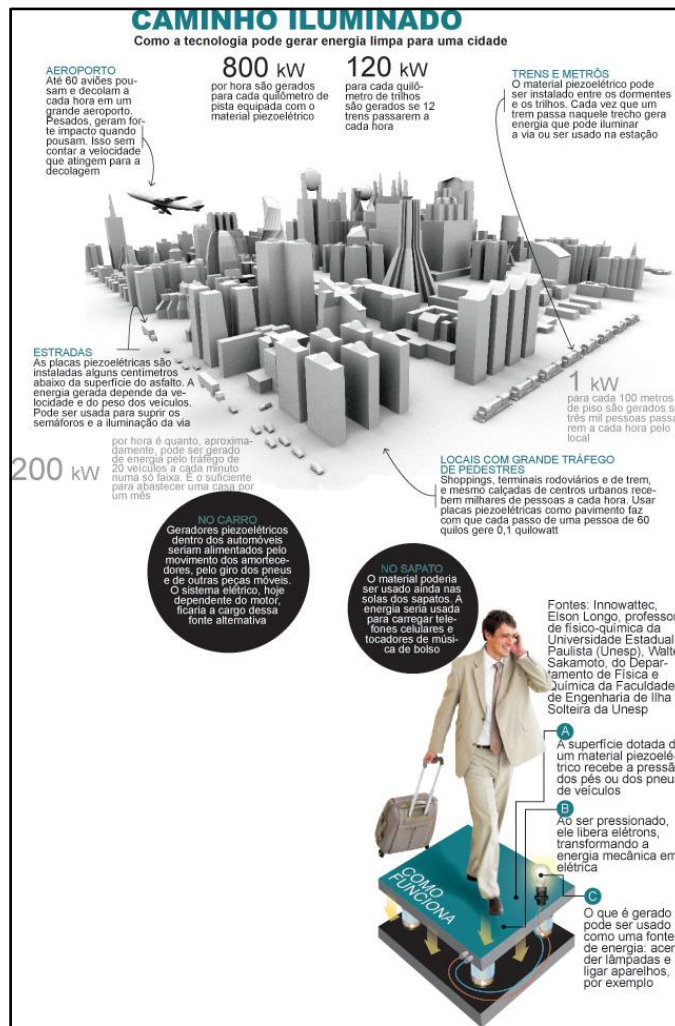
A aplicação dessa tecnologia como solução para gerar energia elétrica de forma sustentável, não requer grandes obras, seu funcionamento ocorreria independentemente das condições climáticas, para a instalação sob o asfalto, as placas seriam instaladas com 5cm de profundidade, não ocorre nenhum tipo de absorção do combustível dos veículos, não alteram as características da pista e não ocupam nenhum espaço público (JULIÃO, 2017). Esse tipo de tecnologia sendo implementadas, pode ser instalado em qualquer lugar da pista em diferentes metragens ao longo da avenida, o que já não é possível dizermos o mesmo para uma Hidroelétrica ou Termoelétrica, essa facilidade de concatenação é uma vantagem, sendo comparada com as gerações de energia elétrica convencionais (G1.GLOBO, 2008).

Conforme Walter Sakamoto da Faculdade de Engenharia da Unespe, existe a dificuldade, para armazenar a energia gerada em grande escala, que por sua vez em Israel, a empresa Innowattech já desenvolve geradores piezoelétricos específicos para esta finalidade e quanto a durabilidade da placa piezoelétrica, de acordo com os estudos no decorrer do tempo do qual estima-se uma média de 5 anos ou 20 milhões de passos para que o minério quartzo utilizado, perdesse a sua capacidade de produzir o efeito piezoelétrico, por motivo de uma das suas características de possuir a Temperatura de Curie, na qual a estrutura cristalina do material muda de fase, perdendo sua polarização e conseqüentemente deixando de produzir o efeito piezoelétrico, sendo assim teríamos que desenvolver uma forma para aumentar essa durabilidade das placas (SILVEIRA, 2010).

Segundo a empresa Innowattech, o custo para a implantação das placas piezoelétricas, seria resultado de um investimento de US\$ 650mil por quilômetro, o equivalente a US\$6,5 mil por quilowatt (ELOI, 2011).

Na figura 6, mostra o cenário proposto utilizando a piezoeletricidade e sua relação de energia elétrica gerada em um modelo de cidade utilizando essa tecnologia.

Figura 6: Ilustração da aplicação das placas piezoelétricas



Fonte: https://istoe.com.br/73214_ENERGIA+LIMPA+SOB+NOSSOS+PES/

5. CONCLUSÃO

Sabemos que nos dias de hoje, a geração de energia convencional é a mais utilizada, porém utilizando recursos não renováveis. Sendo assim, surge a preocupação com o esgotamento dessa exploração. A partir dessa necessidade futura, realizamos uma pesquisa em busca de novas soluções sustentáveis das quais nos foi possível saber que em muitos países essa já é uma preocupação antiga e que cientistas, físicos, químicos conseguiram enxergar os minerais encontrados em abundância na Natureza, que dependendo de sua aplicação geram energia elétrica quando explorados da maneira adequada, conforme demonstramos em nosso artigo.

O quartzo é somente um dos minerais que podem ser utilizados para essa aplicação sob o efeito piezoelétrico. O problema que vemos, é os custos elevados que mensalmente a maioria da população paga para uma concessionária que provém a disponibilização desse recurso sem nos questionar o que podemos fazer, desenvolver, experimentar, de forma a apresentar soluções de custo mais baratos contribuindo para nossa economia. O que dificulta bastante é que analisando como os empresários, dificilmente políticas serão desenvolvidas em defesa desses projetos, haja visto que, isso significaria diretamente a diminuição dos lucros dos mesmos e um abalo nessa hegemonia da matriz energética.

Além dessas soluções sustentáveis, a nossa preocupação também deve estar voltada a uma interação política, para que esses projetos tenham uma viabilidade cada vez mais vantajosa não somente para o consumidor como principalmente para o meio ambiente.

Podemos imaginar nossas estradas, avenidas, hospitais, shoppings, escolas, faculdades, academias locais de grande fluxo de pessoas revertendo isso em geração de energia. Essas respostas apresentamos em nosso artigo, usando uma energia limpa através do efeito piezoelétrico, utilizada independente das condições climáticas e que não geram nenhum tipo de poluição, diminuindo maciçamente a utilização dos combustíveis fósseis, deixando de gerar energia através de termoelétricas, e o uso cada vez menor das hidroelétricas que em nossa região são as dominantes.

6. REFERÊNCIAS

[1] ARMENDANI, Willian Alves; FIORENTINO, Renato Vieira, conhecendo a Piezoeletricidade, uma forma de geração de energia elétrica **Revista Científica Multidisciplinar: Núcleo do Conhecimento**. Ano 1. v. 9. p. 314-320, outubro/novembro de 2016. iss:2448-0959OCHA, Fábio Amorim da. **As Irregularidades no Consumo de Energia Elétrica: Doutrina, Jurisprudência e Legislação**. Rio de Janeiro: Synergia,2011.

[2] CARNEIRO, Layilson de Souza; FERREIRA, Mariele Costa. **Estudo sobre o potencial de geração de energia elétrica para semáforos a partir de placas piezoelétricas MA 006**. Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetinga. V.3, 2016. Disponível em: <http://itp.ifsp.edu.br/ojs/index.php/IC/article/view/273>. Acessado em 17 de Junho de 2017, às 16:02h.

[3] DANÇAR GERA ENERGIA ELÉTRICA EM BOATE ECOLÓGICA NA INGLATERRA. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Tecnologia/0,,MUL652138-6174,00-DANCAR+GERA+ENERGIA+ELETRICA+EM+BOATE+ECECOLOGI+NA+INGLATE RRA.html>. Acessado em 17 de Junho de 2017, às 14:31h.

[4] Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/conferencias/22-05/phillip%20fearnside%20-%20presentation%20abstract.pdf>. Acesso em 25 de Maio às 17:50h.

[5] Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/participe/entenda_mercado?_afLoop=653142861392800&_adf.ctrl-state=cnty9y0lk_1#!%40%40%3F_afLoop%3D653142861392800%26_adf.ctrl-state%3Dcnty9y0lk_5. Acesso em 26 de maio de 2019, às 03:30h.

[6] Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/desenvolvimento-sustentavel-2-como-surgiu-esse-conceito.htm>. Acesso em 26 de Maio de 2019 às 18:10h.

[7] Disponível em: http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018__Int.pdf. Acesso em 26 de Maio de 2019 às 20:30h

[8] Disponível em: www.googlemaps.com.br. Acessado em 17 de Junho de 2017, às 16:37h.

[9] ELOI, Gustavo. **Gerando energia elétrica através do fluxo no trânsito**. In: Revista *Sustenta*. Disponível em: <http://eletrocuriosidades.blogspot.com/2011/09/gerando-energia-eletrica-atraves-do.html>. Acessado em 17 de Junho de 2017, às 14:43h.

[10] GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

[11] GODOY, Evelise Antunes; SOUZA, Maira Nunes; NEWBER, Mariana da Costa. **Piso que transforma energia mecânica em eletricidade**. EE004-projetoe energia III.Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia. 2014.

[12] <https://canaltech.com.br/ciencia/Pavegen-sistema-converte-energia-cinetica-do-passo-em-eletricidade/>, 2013. Acesso em: 18 de Junho de 2017, às 21:30h.

[13] JULIÃO, André. **Tecnologia e meio Ambiente: Energia limpa sob nossos pés**. Revista ISTO É. (G1, 2017). Acessado em 18 de Junho de 2017, às 18:15h.

[14] MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 5. ed. São Paulo: Atlas: 2003.

[15] MAYER, Verônica Feder; MARIANO, Sandra Regina Holanda; ANDRADE, Carla Lourenço Tavares de. **Percepção de Preço e Valor no Mercado de Distribuição de Energia Elétrica: Proposta de um Modelo Conceitual**. Acesso em 25 Maio de 2019 às 5h05h.

[16] REIS, Lineu Belico dos. Energia Elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais. Barueri, São Paulo: Manole, 2006.

[17] SILVEIRA, Evanildo. **Nanotecnologia:** Eletricidade do aperto, 2010. Disponível em:

http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pfa&cod=_nanotecnologiaeletrica. Acessado em 17 de Junho de 2017, às 15:31h.