

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC ITAQUERA II
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

PISO QUE PRODUZ ENERGIA

DAVI DUARTE¹

FELIPE DE OLIVEIRA SOUZA²

LUIZ HENRIQUE REYEZ³

O crescimento populacional e econômico causa aumento das emissões de CO₂, que contribuem para o aquecimento global. Uma das fontes de CO₂ é o uso de fontes de energia não renováveis. Para reduzir as emissões, é necessário encontrar fontes de energia limpas e renováveis. Os pisos geradores de energia são uma possibilidade. Eles são compostos de materiais piezoelétricos que geram eletricidade quando submetidos a pressão. A pressão pode ser gerada por pessoas caminhando, veículos passando ou vibrações causadas por máquinas ou equipamentos. Os pisos geradores de energia podem ser instalados em espaços públicos, como calçadas, passarelas, estações de metrô e shopping centers.

Palavras chaves: Piso, eletricidade e energia.

Population and economic growth causes an increase in CO₂ emissions, which contribute to global warming. One of the sources of CO₂ is the use of non-renewable energy sources. To reduce emissions, it is necessary to find clean and renewable energy sources. Energy-generating floors are a possibility. They are composed of piezoelectric materials that generate electricity when subjected to pressure. Pressure can be generated by people walking, vehicles passing by or vibrations caused by machines or equipment. Energy-generating floors can be installed in public spaces, such as sidewalks, walkways, subway stations and shopping centers.

Keywords: Floor, electricity and energy.

¹ Técnico em edificações : davi.duarte@etec.sp.gov.br

² Técnico em edificações : felipe.souza465@etec.sp.gov.br

³ Técnico em edificações : lujz.reyez@etec.sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a humanidade sempre buscou fontes de energia para atender às suas necessidades. No entanto, a dependência excessiva de fontes não renováveis, como combustíveis fósseis, trouxe consigo uma série de desafios e problemas que se tornaram cada vez mais evidentes ao longo do tempo. "A energia é a base de toda a matéria e de todo o movimento", Einstein (1905).

Durante grande parte dos últimos séculos, o uso de energia proveniente de fontes não renováveis, como carvão e petróleo, foi predominante. Essas fontes eram consideradas abundantes, eficientes e relativamente acessíveis, impulsionando a Revolução Industrial, que teve início no século XVIII, e foi impulsionada pelo uso de fontes não renováveis de energia, como o carvão. A máquina a vapor, que utilizava o carvão como combustível, permitiu a mecanização da produção industrial, aumentando a produtividade e a eficiência.

No entanto, à medida que a demanda por energia aumentava exponencialmente, os problemas associados a essas fontes começaram a se manifestar. "A dependência de combustíveis fósseis é um grande desafio para o futuro do nosso planeta", Guterres (2023). Como Guterres disse um dos principais desafios históricos é a questão ambiental. A queima de combustíveis fósseis libera grandes quantidades de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global e as mudanças climáticas. A poluição do ar, a degradação do solo e a contaminação dos recursos hídricos também são consequências indesejáveis do uso intensivo de fontes não renováveis.

Além disso, a dependência dessas fontes tem sido uma fonte de instabilidade econômica e política. A volatilidade dos preços do petróleo e a disputa por recursos energéticos têm gerado conflitos geopolíticos e desigualdades entre nações. Diante desses desafios, a busca por soluções sustentáveis e renováveis tem se intensificado. O uso de fontes de energia renovável, como solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica, surge como uma alternativa promissora para enfrentar os problemas históricos causados pelas fontes não renováveis. No entanto, a transição para um sistema energético baseado em energias renováveis não tem sido simples nem isenta

de obstáculos. A relação entre a energia renovável e a energia em espaços públicos é essencial, pois os espaços públicos consomem considerável quantidade de energia e representam uma oportunidade para a adoção de tecnologias renováveis. Ao implementar soluções sustentáveis é possível reduzir o impacto ambiental e promover conscientização sobre a importância da energia renovável, transformando esses espaços em mais sustentáveis e contribuindo para cidades mais ambientalmente responsáveis. "Os espaços públicos são essenciais para a vida urbana e devem ser projetados para serem sustentáveis e acessíveis a todos", Organização das Nações Unidas (2021).

2. JUSTIFICATIVA

“Oitenta e um por cento da atual oferta energética mundial, estimada em 11.435 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, é baseada nos combustíveis fósseis” (IEA, 2007). As mudanças climáticas decorrentes das emissões dos gases de efeito estufa apontam uma crise ambiental em escala planetária sem precedentes.

Neste contexto, as energias renováveis aparecem como alternativa para reduzir os efeitos dessa crise. Entretanto, é extremamente difícil prever-se que essas fontes possam ser capazes de substituir a energia fóssil em um futuro próximo. Uma das fontes de energia limpa mais amplamente adotadas é a energia solar. A energia solar é obtida por meio da captura da luz do sol e sua conversão em eletricidade.

A instalação de painéis solares em residências, empresas e usinas solares em larga escala tem se expandido significativamente em muitos países. A China tem liderado a adoção de energia solar, seguida pelos Estados Unidos e Alemanha, GWEC (2012). Essa forma de energia limpa oferece benefícios como uma fonte praticamente inesgotável, redução das emissões de gases de efeito estufa e economia de custos a longo prazo.

Outra fonte importante de energia limpa é a energia eólica, que aproveita a força dos ventos para gerar eletricidade. As turbinas eólicas estão se tornando cada vez mais comuns em paisagens terrestres e marítimas ao redor do mundo. Países como China, Estados Unidos, Alemanha e Índia têm investido na expansão da capacidade de energia eólica, aproveitando suas vantagens como uma fonte renovável, de baixa emissão de carbono e custos operacionais reduzidos. (AIE, 2022, p.13).

Além dessas fontes tradicionais de energia limpa, há um interesse crescente em tecnologias emergentes, como a energia geotérmica, que utiliza o calor do interior da Terra para gerar eletricidade, a energia das ondas e marés, que aproveita o movimento das ondas e correntes para gerar energia renovável ou a energia gerada através de Aplicação de pastilhas transdutoras sobre plataformas em aço para a geração de energia renovável. Falando sobre a aplicação de pastilhas transdutoras sobre plataformas de aço (pisos) Existem diferentes tipos atualmente disponíveis no

estado da arte. Um exemplo é o piso piezelétrico, que utiliza materiais piezoelétricos capazes de gerar eletricidade quando são submetidos a pressão. Quando as pessoas caminham ou os veículos passam sobre esses pisos, a pressão mecânica resultante é convertida em energia elétrica.

Outra tecnologia promissora é o piso termoelétrico, que se baseia no aproveitamento da diferença de temperatura entre o piso e o ambiente para gerar eletricidade por meio do efeito Seebeck. Esse tipo de piso é capaz de converter o calor produzido por pedestres e veículos em energia elétrica utilizável.

Além disso, a integração de células fotovoltaicas em pisos também tem sido explorada. Esses pisos fotovoltaicos são capazes de gerar eletricidade a partir da energia solar, capturando a luz solar que incide sobre eles. Assim, a energia solar é transformada em eletricidade diretamente pelos painéis solares embutidos no piso, permitindo uma geração de energia sustentável e eficiente. Embora essas tecnologias ainda estejam em estágios iniciais de desenvolvimento, elas têm um grande potencial para contribuir com a matriz energética limpa no futuro.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Estudar a viabilidade técnica e econômica da implantação de pisos elétricos para a geração de energia elétrica na passarela da estação Arthur Alvim .

3.2 ESPECÍFICO

Propor a condução de um estudo de caso na passagem da estação Arthur Alvim, visando avaliar tanto a eficiência quanto a rentabilidade da geração de energia elétrica através de pastilhas transdutoras.

Desenvolver um protótipo tangível é crucial para demonstrar as previsões práticas e funcionais do projeto. Ao construir um modelo experimental na passarela da estação Arthur Alvim, será possível visualizar em tempo real a conversão efetiva da energia mecânica em eletricidade, validando assim a aplicação prática das pastilhas transdutoras.

Verificar a economia gerada pelo projeto que abrangerá a comparação entre os custos operacionais anteriores e posteriores à implementação do sistema de pastilhas transdutoras.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Uma dessas áreas de destaque é o armazenamento de energia, que desempenha um papel fundamental na superação da intermitência das fontes renováveis, como a solar e a eólica. O desenvolvimento É fundamental reconhecer que existem uma série de outras inovações e tecnologias que estão desempenhando um papel crucial no avanço das energias renováveis e na construção de um futuro mais sustentável em termos energéticos contínuo de tecnologias de armazenamento de energia, como as baterias de íon de lítio de alta capacidade e sistemas de armazenamento em grande escala, está em constante evolução, prometendo soluções cada vez mais eficientes e acessíveis.

Outro avanço importante são as redes elétricas inteligentes, conhecidas como Smart Grids. Essas inovações possibilitam uma gestão mais eficaz da distribuição de energia, permitindo o equilíbrio entre a oferta e a demanda em tempo real. Com a implementação de tecnologias de comunicação e monitoramento avançadas, as Smart Grids tornam possível a integração harmoniosa de uma variedade de fontes de energia, incluindo as renováveis.

A eficiência energética também é uma peça-chave nesse quebra-cabeça de sustentabilidade. Investir em tecnologias e práticas que promovam o uso mais eficiente da energia é crucial para reduzir a demanda total e maximizar o aproveitamento das fontes renováveis disponíveis. Isso inclui avanços em áreas como isolamento térmico, iluminação de baixo consumo e sistemas de gestão energética inteligentes.

Além das tradicionais usinas hidrelétricas, novas abordagens estão sendo desenvolvidas para aproveitar o potencial da energia hídrica, como as pequenas centrais hidrelétricas e tecnologias de energia das correntes, que buscam gerar eletricidade de maneira mais eficiente e com menor impacto ambiental.

A bioenergia também desempenha um papel importante, abrangendo a produção de biogás, biocombustíveis e biomassa a partir de materiais orgânicos. Essa forma de energia permite o aproveitamento sustentável de resíduos agrícolas e florestais, convertendo-os em fontes valiosas de energia.

Também é essencial destacar o avanço contínuo em tecnologias nucleares. Novas abordagens, como os reatores de quarta geração e a fusão nuclear controlada, prometem fornecer uma fonte de energia limpa e segura a longo prazo, contribuindo para a diversificação da matriz energética.

Finalmente, inovações em captura e armazenamento de carbono são fundamentais para mitigar as emissões de fontes difíceis de substituir, como a indústria pesada e a aviação. Essas tecnologias representam um passo crucial em direção a um futuro mais sustentável, ao permitir a redução significativa das emissões de gases de efeito estufa.

Todas essas inovações e tecnologias complementam as fontes renováveis já estabelecidas, ampliando o leque de opções para a transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável. É de extrema importância continuar investindo em pesquisa e desenvolvimento nesses campos para acelerar a transição para um futuro mais sustentável em termos energéticos.

A revolução da energia limpa e renovável é um processo contínuo, que exige planejamento, conhecimento e ação. Para que seja bem-sucedida, é essencial que seja baseada em uma metodologia sólida e que considere as necessidades e expectativas da população.

Uma das metodologias inovadoras que está impulsionando essa revolução é o piso cinético. Os pisos cinéticos são compostos por materiais piezoelétricos, que são capazes de gerar eletricidade quando submetidos a uma pressão. Essa pressão pode ser gerada por pessoas caminhando no piso, por veículos passando sobre ele ou até

mesmo por vibrações causadas por máquinas ou equipamentos.

A aplicação do piso cinético em espaços públicos, como calçadas, passarelas, estações de metrô e shopping centers, tem o potencial de gerar uma quantidade significativa de energia limpa e renovável. Essa energia pode ser utilizada para alimentar iluminação pública, carregamento de dispositivos eletrônicos e outras aplicações.

"A revolução é um processo contínuo, que exige planejamento, conhecimento e ação. Para que seja bem-sucedida, é essencial que seja baseada em uma metodologia sólida e que considere as necessidades e expectativas da população", Nelson Mandela (1994).

Para atingir esse objetivo, é imprescindível o conhecimento detalhado dos materiais a serem utilizados no projeto. Os materiais piezoelétricos devem ser escolhidos com base em sua eficiência, durabilidade e custo. Além disso, é importante considerar o tráfego previsto no local onde o piso será instalado.

Além do conhecimento dos materiais, é essencial realizar uma extensa pesquisa de campo para coletar informações cruciais. Essa pesquisa deve incluir dados sobre o tráfego no local, as condições climáticas e o tipo de uso que será feito do piso. As informações coletadas na pesquisa fornecerão uma visão clara dos dados futuros após a implementação da proposta.

5. METODOLOGIA

A proposta de realizar um estudo de caso na passarela da estação Arthur Alvim se alinha perfeitamente ao conceito enriquecedor de visita técnica, conforme delineado pelo autor Carlos A. Monezi e Carlos Oscar Corrêa Almeida Filho em São Paulo, (2005). No contexto específico deste estudo de caso, a passarela da estação Arthur Alvim, assume o papel de palco para todas as inter-relações a serem comprovadas. Nesse sentido, a escolha metodológica das técnicas e métodos utilizados para aprofundar o conhecimento deve ser direcionada à simplicidade e objetividade, conforme sugerido pelos autores.

Métodos simples e diretos nas visitas técnicas procuraram respostas mais rápidas aos objetivos formulados, identificando as características peculiares das atividades da empresa. Para garantir a eficácia do processo, torna-se válido sistematizar as várias etapas envolvidas na execução da visita técnica, tanto no contexto da prática pedagógica quanto na esfera da investigação científica. Assim, propõe-se neste trabalho um direcionamento claro para a organização da visita ao campo, delineado através de um Roteiro Básico de planejamento e execução da Visita Técnica, promovendo uma abordagem metodologicamente consistente e eficaz.

5.1. LOCAL DO ESTUDO

O Metrô Arthur Alvim oferece uma combinação única de alta demanda de energia, espaço adequado e um potencial significativo para economias sustentáveis. Portanto, é um local ideal para a implementação deste projeto de piso cinético, que não apenas beneficiaria a estação, mas também serviria como um exemplo de inovação e sustentabilidade para o sistema de transporte público como um todo.

5.2. NATUREZA DO ESTUDO

O bairro de Artur Alvim, na zona leste de São Paulo, tem uma história marcada pelo transporte público. Em 1921, o engenheiro Artur Alvim, descendente de uma importante família paulistana, idealizou e projetou a construção do Ramal de São Paulo da Estrada de Ferro Central do Brasil, que cortava o bairro. A estação que leva seu nome foi inaugurada no mesmo ano, em 19 de agosto.

Durante décadas, o bairro e a região ficaram no esquecimento, até que o metrô chegou em 1987. A estação Artur Alvim, da Linha 3-Vermelha, mudou radicalmente as feições da área. O bairro passou a se desenvolver rapidamente, atraindo novos moradores e empreendimentos.

O metrô foi um marco na história de Artur Alvim. Ele permitiu que os moradores da região se deslocassem de forma mais rápida e segura para outras partes da cidade. O transporte público também contribuiu para o desenvolvimento econômico do bairro, atraindo novas empresas e negócios. O Metrô Arthur Alvim se destaca como um local ideal para a implementação deste projeto inovador de piso cinético por várias razões:

- **Alto Fluxo de Passageiros:*** O Metrô Arthur Alvim registra um volume significativo de passageiros. Esse alto fluxo de passageiros proporciona uma oportunidade ideal para a geração de energia por meio do piso cinético, maximizando seu potencial de produção.
- **Espaço Adequado:** A estação possui uma passarela com uma área de 816 metros quadrados, proporcionando um espaço suficiente para a instalação dos pisos cinéticos.
- **Impacto Sustentável:** O Metrô Arthur Alvim é uma parte vital do sistema de transporte público de São Paulo. A implementação do piso cinético não apenas reduziria os custos de energia da estação, mas também promoveria uma imagem sustentável para o sistema de transporte, contribuindo para iniciativas de energia limpa e reduzindo as emissões de carbono.
- **Potencial de Demonstração:*** A implementação bem-sucedida do projeto no Metrô Arthur Alvim pode servir como um modelo e inspiração para outras estações do metrô e sistemas de transporte em todo o país.

5.3. COLETA DE DADOS

Na data de 07/10/2023 realizou-se uma visita na estação do metro arthur alvim para uma verificação da quantidade de pessoas que passam pela passarela. A área da passarela do metrô Arthur Alvim é 816m² baseado nisso foi realizada uma pesquisa de campo onde foi coletado dados da quantidade de pessoas que passam por ali em 3 horários diferentes através do aplicativo HeadCounter para a obtenção de uma média da quantidade de pessoas que circulam diariamente o local de estudo. através da visita verificamos que no primeiro horario 7h às 7h30 Foi contabilizado a circulação de 1778 pessoas, já no segundo horario 15h às 15h30 Foi contabilizado a circulação de 300 pessoas e no terceiro horario 19h às 19h30 Foi contabilizado a circulação de 1537 pessoas.

Somando esses números temos uma média de 24.690 pessoas que utilizam o metrô Arthur Alvim diariamente, mensalmente esse número vira 740.700, utilizando uma média de 1 passo por metro temos uma média de 57 passos por pessoa isso ocasiona 42.219.900 passos por mês. Essas informações são essenciais para calcular a potência gerada mensalmente por meio do projeto de pisos cinéticos. Ao aplicar esses pisos nas passarelas da estação Arthur Alvim, conseguiu produzir-se uma incrível quantidade de 295.539kW watts em um mês ou 410kWh. Isso tudo isso sem emissões prejudiciais ao meio ambiente.

5.4. QUÃO EFICIENTE SERIA?

O gasto anual de energia do metrô Artur Alvim, conforme dados do site oficial do Metrô SP em 28/07/2022, alcança a marca de aproximadamente 35 milhões. Mensalmente, essa cifra atinge quase 3 milhões, considerando as 91 estações distribuídas por São Paulo. Para uma única estação, o custo mensal é estimado em 33 mil reais, sendo que 80% dessa energia é destinada a trens e escadas rolantes, restando, portanto, cerca de R\$6.593,40 para a operação de luzes, catracas e postos de carregamento. Levando em consideração a tarifa pública de R\$ 0,39188/kWh, cada estação consome aproximadamente 16,825 kWh mensais. Em relação à passarela da estação Arthur Alvim, com uma área de 816m², uma pesquisa de campo foi dedicada

para extrair dados sobre o fluxo de pessoas em diferentes horários. Nos horários de pico (7h às 7h30 e 19h às 19h30), foram registradas 1778 e 1537 pessoas, respectivamente, enquanto no horário de baixa circulação (15h às 15h30), foram contabilizadas 300 pessoas. Adotando o intervalo das 6h às 9h e 17h às 20h como horários de pico, com o restante do tempo considerado de menor circulação, obtemos uma média diária de 24.690 passageiros. Essa média mensal em 740.700 usuários, gerando um total de 42.219.900 passos mensais, com uma média de 57 passos por pessoa.

Esses dados são cruciais para calcular a potência gerada por um projeto de pisos cinéticos. Ao implementar esses pisos na passarela da estação Arthur Alvim, podemos gerar uma quantidade impressionante de 295.539 kW em um mês, equivalente a 410 kWh. Tudo isso é progresso sem emissões de emissões ao meio ambiente, destacando o potencial sustentável e inovador dessa abordagem.

6. ETAPAS

- Etapa 1: Avaliação dos Dados de Consumo de Energia do Metrô: O projeto se inicia com a avaliação dos dados de consumo de energia do metrô. Essa etapa crítica fornece uma compreensão aprofundada do cenário energético atual, necessária como base sólida para análises subsequentes e tomada de decisões.
- Etapa 2: Planejamento das Visitas: Com base na avaliação dos dados de consumo, é elaborado um plano detalhado para as visitas técnicas. Nesta fase, são definidos objetivos claros, identificados pontos-chave para análise e desenvolvido um roteiro eficaz para a realização das visitas.
- Etapa 3: Execução das Visitas Técnicas: O plano detalhado da fase anterior está posto em prática. As visitas técnicas são conduzidas de maneira cuidadosa e estruturada, permitindo a coleta de dados relevantes e a observação direta dos processos energéticos no ambiente do metrô.
- Etapa 4: Análise dos Dados da Pesquisa de Campo: Com os dados coletados durante as visitas, adentra-se na fase de análise. Utilizando métodos estatísticos e ferramentas abrangentes, os pesquisadores examinam minuciosamente as informações provenientes da pesquisa de campo. Essa etapa é essencial para extrair insights valiosos e identificar áreas de oportunidade.
- Etapa 5: Tempo Total das Etapas: O projeto, desde a avaliação inicial até a análise dos dados, transcorreu ao longo de 1 hora e meia, dividido estrategicamente em três períodos de 30 minutos no dia 10/07/2023. Essa gestão temporal cuidadosamente planejada assegura a eficiência e a precisão em cada fase do processo, otimizando o uso do tempo e garantindo resultados robustos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização da visita técnica e dos dados obtidos pelo site do metrô e da revista exame, conforme figuras 1 e 2.

Figura 1 Site do Metrô



Fonte: https://www.metro.sp.gov.br/pt_BR/noticias-e-novidades/2022/10/31/metro-investe-em-modernizacao-dos-sistemas-de-operacao-e-obtem-melhor-eficiencia-energetica

Figura 2 Revista Exame

A conta de energia do Metrô passa de **10 milhões de reais por mês**. Os trens consomem cerca de 80% do total.

25 de ago. de 2011

 <https://exame.com> · revista-exame

Metrô de SP: entre a modernidade e o atraso | Exame

 Sobre trechos em destaque  Feedback

Fonte: <https://exame.com/revista-exame/entre-a-modernidade-e-o-atraso/%23:-:text=A%2520conta%2520de%2520energia%2520do,cerca%2520de%252080%2525%2520do%2520total.>

Os números que envolvem o consumo de energia do metrô são impactantes. A fatura anual chega a impressionantes 35 milhões de reais, de acordo com os dados disponíveis no site do Metrô SP em 28/07/2022. Isso se traduz em uma média mensal de quase 3 milhões, considerando as 91 estações em São Paulo. Em uma única estação, os custos mensais chegam a 33 mil reais, com 80% desse valor destinado ao funcionamento dos trens e escadas rolantes. O restante, aproximadamente R\$6.593,40, é atribuído às despesas de iluminação, catracas e postos de carregamento. Considerando um preço de energia de R\$0,39188 por quilowatt-hora, uma estação consome cerca de 16.825 quilowatts-hora em um mês.

De maneira significativa, o piso cinético tem se destacado como a melhor forma para a Estação Artur Alvim economizar energia e promover a sustentabilidade. Sua eficácia e eficiência tornam-no uma escolha vantajosa para a operação do metrô, contribuindo não apenas para a redução de custos a longo prazo, mas também para a promoção de práticas mais sustentáveis e amigáveis ao meio ambiente. A implementação desse sistema na estação não representa apenas uma inovação tecnológica, mas também uma iniciativa fundamental em direção a um transporte público mais sustentável e eficiente.

O piso cinético é composto por um gerador estrategicamente posicionado sob a placa. Esse gerador é ativado por meio do atrito, girando a alta velocidade e gerando uma tensão de 12V. Sob essas condições, consegue produzir impressionantes 7 watts de energia com uma simples pisada. Essa energia é eficientemente armazenada em uma bateria. Notavelmente, as baterias, por fornecerem corrente contínua estável, eliminam a necessidade de transformadores. A superfície do piso é revestida com uma borracha rígida que oferece proteção contra líquidos, garantindo a durabilidade do interior da placa.

A composição do piso cinético envolve diversos elementos, com um custo aproximado de R\$323 por metro quadrado. Isso inclui o valor da bateria estacionária de R\$70, o gerador de R\$34, as quatro molas, cada uma custando R\$17, e o revestimento de borracha de R\$134. Quando aplicado em toda a área da passarela, o custo total é de aproximadamente R\$263.566,00. Embora represente um investimento inicial substancial, esse projeto se amortiza ao longo do tempo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de pastilhas transdutoras para gerar energia é uma tecnologia promissora com potencial para diversificar as fontes de energia e contribuir para o desenvolvimento de sistemas de energia mais sustentáveis.

Os resultados obtidos nas pesquisas realizadas demonstram que as pastilhas transdutoras são capazes de gerar energia a partir de pisadas. Além disso, as pastilhas transdutoras são de baixo custo e de fácil fabricação.

No entanto, ainda existem desafios a serem superados para que as pastilhas transdutoras possam ser utilizadas em aplicações comerciais. Um dos principais desafios é a durabilidade das pastilhas transdutoras. As pastilhas transdutoras são frequentemente expostas a condições ambientais adversas, como vibrações, ruídos e calor. Essas condições podem reduzir a vida útil das pastilhas transdutoras.

Apesar dos desafios, as pastilhas transdutoras são uma tecnologia promissora com potencial para revolucionar a geração de energia. Com o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais, as pastilhas transdutoras podem se tornar uma fonte de energia viável e sustentável.

Com isso conclui-se que poderá ser viável a instalação de pisos que produzem energia na passarela da estação Arthur Alvim onde teríamos uma grande economia de energia.

REFERÊNCIAS

Celio Bermann. Crise Ambiental e as Energias Renováveis. **Ciência. Culto.** vol.60 no.3 São Paulo setembro 2008. Acesso em: 12 out. 2023.

Metrô: Estações Patriarca e Artur Alvim completam 15 anos de operação comercial. Do **Portal do Governo** 16/09/2003 Acesso em: 12 out. 2023.

Conheça o piso que gera energia a partir das pisadas. **Redação Pensamento Verde** -12 de agosto de 2016. Acesso em: 13 out. 2023.

Piso transforma passos em energia limpa. **CicloVivo.** 04/04/2022. Acesso em: 12 out. 2023.

Alexa Salomão. Metrô de SP: entre a modernidade e o atraso. **Exame.** 25 de agosto de 2011. Acesso em: 9 out. 2023.

Metrô investe em modernização dos sistemas de operação e obtém melhor eficiência energética. **Portal do Governo de São Paulo.** Outubro de 2022. Acesso em: 29 set. 2023.

DME Poços de Caldas. Bandeira tarifária setembro/2023. Acesso em: 11 out. 2023.

Riqueza sustentável ao alcance da sociedade. **Energias Renováveis.** Conselho de altos estudos e Avaliação Tecnológica. Brasília 2012. Acesso em: 14 out. 2023.