



SUSTENTABILIDADE EM MOVIMENTO: APROVEITAMENTO DA ENERGIA CINÉTICA PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE NO CAMPO DO MORRO DA MINEIRA - RIO DE JANEIRO

Bruno Moura dos Santos Miranda

Engenharia Elétrica, IFBA, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

brunomiranda20@gmail.com

Giselle Francine Brito Muniz

Engenharia Elétrica, IFBA, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

gisellemuniz16@gmail.com

Joseane Oliveira da Silva

Engenharia Ambiental, IFBA, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

joseaneos@ifba.edu.br

Resumo:

Este artigo explora a viabilidade e os impactos da conversão de energia cinética em energia elétrica, com foco na aplicação dessa tecnologia no campo de futebol do Morro da Mineira, no Rio de Janeiro. A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa, baseada em revisão bibliográfica, para analisar aspectos técnicos, econômicos e socioambientais da instalação de placas cinéticas. Os resultados mostram que as placas, compostas por materiais piezoelétricos, são eficientes na conversão de energia mecânica em elétrica, permitindo a captação e armazenamento da energia gerada pelos movimentos dos jogadores. No aspecto social, o projeto trouxe benefícios significativos, como o aumento da participação dos jovens em atividades esportivas e o despertar de seu interesse pela ciência e tecnologia. No entanto, o artigo também identifica desafios para a ampliação dessa tecnologia em larga escala, especialmente devido aos altos custos iniciais de implementação e à falta de investimentos contínuos. Apesar desses desafios, a tecnologia demonstrou ter um impacto ambiental mínimo, contribuindo para a redução das emissões de carbono. O estudo conclui que, embora a instalação das placas tenha gerado benefícios imediatos, a replicação dessa tecnologia em outras áreas depende de estudos mais aprofundados e de incentivos financeiros para superar os obstáculos econômicos. Por fim, o artigo destaca a necessidade de explorar o potencial da energia cinética como uma solução sustentável em contextos urbanos maiores, incentivando futuros investimentos e pesquisas na área.

Palavras-chave: Energia cinética, Sustentabilidade, Instalações esportivas, Fontes renováveis.



1. Introdução

Nas últimas décadas, os estudos sobre a geração de eletricidade têm ganhado crescente destaque, impulsionados pelo interesse em fontes de energia que causem menos impacto ambiental e apresentem um custo-benefício atrativo. Nesse contexto, a capacidade de energia renovável - fontes não poluidoras - adicionada aos sistemas energéticos do planeta cresceu quase 50% em 2023, na comparação com 2022, como aponta o relatório “Renováveis 2023” da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês), publicado em janeiro de 2024. Esse movimento global tem levado empresas e governos a buscar alternativas que mitiguem os danos ambientais associados à geração tradicional de energia, promovendo métodos inovadores e sustentáveis.

A adoção de energias renováveis, como a solar e a de biomassa, exemplifica a busca por soluções energéticas limpas que têm ganho destaque nos últimos anos. No Brasil, essas fontes de energia são particularmente relevantes devido à abundância de recursos naturais e às políticas governamentais favoráveis. Segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2021), formas renováveis de geração já representam cerca de 45% da matriz energética nacional. Esse percentual significativo reflete o compromisso do país em diversificar suas fontes de energia e reduzir a dependência de combustíveis fósseis, que têm um impacto ambiental negativo.

Além das vantagens ambientais, as formas de geração solar e de biomassa oferecem benefícios econômicos significativos. A redução de custos com energia, desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de empregos são alguns dos impactos positivos associados à expansão dessas fontes renováveis. Segundo Rodrigues (2017), considerando o total de empregos das energias renováveis, a fotovoltaica é a fonte de energia que gera maior número de empregos no mundo. Até 2020, a mesma foi responsável por gerar 3,75 milhões de empregos, o que representa 34,3% da geração total de empregos por energias renováveis (BRASIL, 2021).

Apesar do avanço significativo das energias solar e de biomassa, há um interesse crescente em explorar outras fontes de energia renovável que possam complementar a matriz energética de forma inovadora e eficiente. As alternativas mais específicas, que vão além do ganho econômico e se concentram em benefícios sociais, estão ganhando atenção. Essas soluções buscam não apenas fornecer energia de maneira sustentável, mas também promover o desenvolvimento social e econômico em áreas carentes, sobretudo, oferecendo uma abordagem holística para os desafios energéticos e sociais do país.

Um exemplo promissor é a transformação de energia cinética em energia elétrica. Este método, já explorado no Brasil, utiliza a energia do movimento de rios e marés para movimentar turbinas em usinas hidrelétricas, convertendo movimento em eletricidade (CICOGNA, 2003). No entanto, essa abordagem não está restrita aos grandes corpos d'água; tecnologias modernas permitem a captação de energia cinética em uma variedade de contextos. Recentemente, empresas como a Shell têm buscado expandir essa tecnologia para novos ambientes, como quadras poliesportivas e campos de futebol (SHELL, 2014). Esses espaços são ideais para a implementação de sistemas de captura de energia devido à alta frequência de movimentos intensos, como corridas, saltos e chutes, que podem ser convertidos em energia elétrica utilizável.



A tecnologia utilizada para essa conversão envolve materiais piezoelétricos, capazes de gerar uma carga elétrica em resposta a uma tensão mecânica. Esses materiais podem ser integrados em superfícies de jogo, como pisos de quadras e gramados sintéticos, para captar a energia dos movimentos dos jogadores (DE SOUSA et al, 2015). A energia captada é então armazenada em baterias ou diretamente convertida e utilizada para alimentar a iluminação do campo, sistemas de aquecimento ou carregadores de dispositivos eletrônicos.

Além disso, a implementação dessa tecnologia em áreas esportivas urbanas e periféricas pode trazer diversos benefícios adicionais. Em comunidades carentes, onde o acesso à energia pode ser limitado ou instável, sistemas de captura de energia cinética podem fornecer uma fonte adicional e confiável de eletricidade. Isso é particularmente relevante em regiões onde a infraestrutura energética é deficiente, e as interrupções no fornecimento de energia são comuns. A presença de uma fonte de energia local e sustentável pode melhorar significativamente a qualidade de vida bem como possibilitar a realização de eventos esportivos e comunitários sem interrupções.

Um aspecto crítico na viabilização dos projetos de transformação de energia cinética em energia elétrica em campos de futebol e quadras poliesportivas é o custo de implementação. A instalação desses sistemas envolve despesas significativas como a aquisição de tecnologias avançadas, como pisos geradores de energia e equipamentos de conversão elétrica. Além disso, os custos de instalação e manutenção são elevados, exigindo mão-de-obra especializada e infraestrutura adequada. Portanto, é essencial considerar cuidadosamente esses custos e explorar modelos de financiamento sustentáveis, como parcerias público-privadas e subsídios governamentais, para garantir a viabilidade econômica e a sustentabilidade desses projetos em larga escala.

Portanto, a transformação de energia cinética em elétrica em quadras poliesportivas e campos de futebol não só representa uma inovação tecnológica promissora, mas também uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento sustentável e a inclusão social. Ao integrar a geração de energia limpa com a prática esportiva, é possível criar um ciclo virtuoso de benefícios econômicos, sociais e ambientais, impulsionando tanto a qualidade de vida quanto a conscientização sobre a importância das energias renováveis. No entanto, os custos significativos de implementação, incluindo aquisição de equipamentos, instalação e manutenção, representam um desafio substancial que deve ser cuidadosamente considerado e superado para a viabilização desses projetos.

Neste contexto, o objetivo central do presente estudo é fornecer informações aplicáveis e perspectivas que facilitem a compreensão e divulgação dessa energia renovável, ainda pouco popular no Brasil, por meio da análise de sua aplicação no campo do Morro da Mineira, no Rio de Janeiro. Segundo Schulz (2014), embora a energia gerada pela piezoelectricidade seja pequena e utilizada na iluminação ou sinalização, ela pode ser uma alternativa para ajudar a suprir a demanda energética, considerando que o Brasil consome 9,7 bilhões de kWh por ano, o que corresponde a 3% do consumo total, ideia preconizada pela parceria da Shell com a Pavegen. Diante do potencial dessa forma de conversão energética, este estudo também destaca a necessidade de futuros investimentos nesse setor em crescimento, observando os desdobramentos técnicos-sociais ocorridos na comunidade carioca.



2. Fundamentação teórica

2.1. Conversão de energia cinética em energia elétrica

A conversão de energia cinética em energia elétrica é uma aplicação fundamental de princípios físicos na geração de energia. Em usinas hidrelétricas, por exemplo, a energia cinética da água em movimento é capturada pelas turbinas, que, ao girarem, acionam os geradores para produzir eletricidade (CICOGNA, 2003). Da mesma forma, na energia eólica, a energia cinética do vento é convertida em energia mecânica através das pás dos aerogeradores, que, por sua vez, movimentam geradores para produzir energia elétrica (ANEEL, 2003). Porém, a tecnologia para o aproveitamento desse método em menor escala é pouco funcional, especialmente em ambientes urbanos e comunitários. No Brasil e em várias partes do mundo, iniciativas estão explorando maneiras inovadoras de aproveitar a energia cinética gerada pelo movimento humano em espaços públicos, como campos esportivos e áreas de lazer.

A aplicação da conversão de energia cinética em eletricidade através de tecnologias como as placas subterrâneas de captação utilizadas nos campos de futebol do Morro da Mineira representa um avanço significativo na engenharia energética (MARTINS, 2014). Essas placas são especialmente projetadas com materiais piezoelétricos, que desencadeiam um fenômeno fundamental na engenharia de materiais e eletricidade. Materiais piezoelétricos possuem uma propriedade única de gerar uma diferença de potencial elétrico quando submetidos a tensões mecânicas, como compressão, dobramento ou torção. Isso ocorre devido à disposição assimétrica de seus átomos, que em resposta à pressão física se movimentam e geram um desequilíbrio elétrico (FARIAS, 2013).

A exploração dessa propriedade em tecnologias de captação de energia aproveita o movimento natural das pessoas sobre essas superfícies. Quando alguém caminha sobre as placas piezoelétricas, a pressão aplicada provoca uma deformação nos cristais piezoelétricos, gerando uma corrente elétrica proporcional à intensidade do movimento. Esse processo não apenas transforma energia mecânica em elétrica de maneira eficiente, mas também é altamente responsivo, capturando até mesmo os movimentos mais sutis dos usuários, semelhante ao que acontece nos microfones mais sensíveis (SPADA, 2011). Além da eficiência na conversão, a escolha dos materiais piezoelétricos adequados é crucial para otimizar o desempenho e a durabilidade do sistema. Materiais com alta constante piezoelétrica e boa estabilidade mecânica, como os cristais de quartzo, são preferidos para garantir uma operação confiável ao longo do tempo.

Além da tecnologia piezoelétrica, outro componente crucial desses sistemas é o sistema de armazenamento de energia. Neste projeto específico, as baterias foram empregadas para armazenar a eletricidade gerada durante períodos de alta demanda, como durante eventos esportivos, para ser utilizada posteriormente. A escolha e a configuração dessas baterias são decisivas para a eficiência do sistema como um todo, garantindo que a energia capturada seja adequadamente armazenada e distribuída conforme necessário.

2.2. Aliança ciência-esporte

Hoje, é amplamente reconhecida a capacidade da ciência em promover resultados significativos e desempenhos excepcionais no meio esportivo. A ciência não apenas contribui diretamente com métodos e tecnologias individualizadas para o treinamento e a melhoria de



atletas(COUTTS, 2014), mas também exerce uma forte influência motivacional, especialmente entre os jovens. Esse impacto positivo foi um dos motivos pelos quais a empresa optou pela implantação de placas de captação de energia cinética em comunidades periféricas.

A comunidade do Morro da Mineira, antes do projeto, possuía um campo de futebol praticamente inutilizável. Os jovens eram obrigados a jogar nas ruas, enfrentando riscos consideráveis, e a falta de eletricidade limitava suas atividades esportivas ao período diurno. Com a instalação das placas, a situação mudou significativamente. A iniciativa não só proporcionou um espaço seguro e iluminado para a prática esportiva, mas também incentivou os jovens a se interessarem pela ciência e tecnologia, ao observar os benefícios tangíveis trazidos pela instalação em sua comunidade. O projeto incluiu, ainda, um programa educativo para que os jovens compreendessem o funcionamento das placas e a ciência por trás da tecnologia (LUERZER, 2014).

A relevância desse projeto foi destacada pelo maior futebolista brasileiro da história, Pelé, que em suas mídias sociais afirmou: "Este novo campo mostra as coisas extraordinárias possíveis quando ciência e esporte se unem". Essa declaração sublinha a potencial sinergia entre ciência e esporte na promoção do desenvolvimento social e tecnológico em áreas menos favorecidas. O campo reformado no Morro da Mineira tornou-se um símbolo do poder transformador da ciência aplicada ao esporte, inspirando outras iniciativas semelhantes e demonstrando que investimentos em tecnologias sustentáveis podem gerar benefícios abrangentes, desde a melhoria das condições de vida até a promoção de educação e interesse científico entre os jovens.

2.3. Custos de implementação

Para atender à demanda do mundo por energia, até 2050, vai ser preciso produzir mais 75% dos níveis atuais. Isso impõe dois desafios: investimentos em novas fontes de energia e incentivo ao aparecimento de mais cientistas para o setor (KEMBL- COOK, 2014). Tais investimentos em novas fontes de energia, como a estudada, necessitam de baixos custos à medida que agreguem valor à matriz energética, seja ela regional ou nacional, sem causar danos graves ao meio ambiente para serem praticáveis.

As placas subterrâneas instaladas no Morro da Mineira, são 80% formadas por materiais reciclados. Além disso, as placas usadas no equipamento são flexíveis, à prova d'água, pesam 28 kg e tem uma potência de 12 volts. Nestas condições, uma simples pisada é capaz de gerar até 7 watts de potência e leva ao acendimento de uma luz localizada na parte central da chapa (PENSAMENTO VERDE, 2016).

Porém, a equipe da Pavegen-desenvolvedora da tecnologia utilizada- ainda não dispõe dos recursos suficientes para comércio em larga escala, mediante a pouca visibilidade dessa forma de geração de energia. Entretanto, a ideia de valor de cada placa gira em torno de R\$ 154,00. Vale ressaltar que, em comparação com formas de geração de eletricidade tradicionais, a energia cinética é mais barata e agride menos a natureza (ENGELBRECHT, 2014). Mas, seria inviável pois os trabalhos de instalação realizados pela empresa foram feitos em pequena escala: Geração de energia em prédios, lojas e campos de futebol. Diante de tal fator, é inconclusivo analisar como o ganho energético de uma região ou de um país seria afetado sem o investimento para testes em larga escala.



3. Metodologia

Esta pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa, fundamentada em uma revisão bibliográfica detalhada, com o objetivo de investigar a viabilidade e os impactos da transformação de energia cinética em energia elétrica em quadras poliesportivas e campos de futebol, com destaque para a iniciativa pioneira no Morro da Mineira. A natureza qualitativa do estudo é justificada pela necessidade de descrever e entender não apenas os aspectos técnicos da engenharia envolvida, mas também os impactos socioeconômicos associados (POUPART, 2012).

A pesquisa foi classificada como bibliográfica, enfocando três principais dimensões: viabilidade técnica, viabilidade econômica e impacto social e ambiental. No aspecto técnico, foram examinadas as propriedades e o desempenho dos materiais piezoelétricos utilizados, a eficiência dos sistemas de conversão de energia e os requisitos de manutenção necessários. Na dimensão econômica, foram avaliados os custos relacionados à implementação, operação e manutenção dos sistemas. Na esfera social e ambiental, foram considerados os benefícios como a inclusão social e o desenvolvimento comunitário, além dos impactos ambientais positivos, como a redução das emissões de carbono.

A coleta de dados foi realizada por meio da identificação e análise de uma ampla variedade de fontes, incluindo livros, artigos acadêmicos e relatórios técnicos, acessados através de bibliotecas virtuais como Google Acadêmico e Scielo, além dos repositórios online de universidades. A seleção das fontes foi criteriosa, garantindo a relevância e a clareza das informações relacionadas ao tema da conversão de energia cinética em elétrica. A seleção das fontes foi criteriosa, garantindo a relevância e a clareza das informações relacionadas ao tema da conversão de energia cinética em elétrica. O objetivo principal da pesquisa foi fornecer informações práticas e insights que possam contribuir para o entendimento e a promoção dessa forma de energia renovável, ainda pouco difundida no Brasil, além de incentivar futuros investimentos nessa área emergente.

4. Resultados

A pesquisa revelou que a instalação das placas cinéticas no campo do Morro da Mineira trouxe vários benefícios significativos. No âmbito social, a instalação das placas em 2014 resultou em um aumento substancial na participação dos jovens em atividades esportivas. Isso não apenas revitalizou o campo, mas também despertou o interesse da comunidade local pela ciência e tecnologia, promovendo um ambiente mais seguro e produtivo.

Tecnicamente, os materiais piezoelétricos utilizados nas placas, como os cristais de quartzo, mostraram uma alta eficiência na conversão de energia mecânica em elétrica. A capacidade das placas de capturar e armazenar energia gerada pelos movimentos dos usuários foi elevada, garantindo o funcionamento contínuo das instalações esportivas. Além disso, os sistemas se mostraram robustos, exigindo pouca manutenção após a instalação inicial. Economicamente, embora o custo inicial das placas cinéticas seja relativamente alto, a pesquisa indicou que os custos operacionais são reduzidos devido à baixa necessidade de manutenção. O valor estimado de cada placa é competitivo em comparação com outras formas de geração de energia, apesar da dificuldade de implementação em larga escala devido



aos elevados custos iniciais e à falta de investimentos contínuos. Já do ponto de vista ambiental, a utilização das placas cinéticas contribuiu significativamente para a redução das emissões de carbono na comunidade do Morro da Mineira. A instalação e operação das placas demonstraram ter um impacto ambiental mínimo, reafirmando a tecnologia como uma alternativa sustentável às formas tradicionais de geração de energia.

Esses resultados destacam tanto os benefícios imediatos quanto os desafios que ainda precisam ser superados para a adoção em larga escala dessa tecnologia. A pesquisa reforça a importância de investimentos contínuos e de estudos aprofundados para avaliar o potencial completo das placas cinéticas em diferentes contextos.

5. Conclusões

As pesquisas realizadas indicam que os benefícios da instalação de placas cinéticas no campo do Morro da Mineira superam os possíveis malefícios. No entanto, a viabilização desse método de conversão energética em larga escala ainda enfrenta desafios significativos. A instalação, realizada em 2014, teve um impacto social positivo na comunidade local, incentivando os jovens a retomar suas práticas esportivas e despertando seu interesse pelo funcionamento do projeto.

Para uma análise mais aprofundada do impacto causado pela iniciativa da Shell em parceria com a Pavegen, seria essencial realizar um levantamento de dados sobre o funcionamento do campo nos meses subsequentes à instalação das placas. Além disso, um estudo comparativo do estado atual do campo em relação ao período imediatamente após a instalação poderia fornecer insights valiosos sobre a sustentabilidade e os efeitos de longo prazo dessa tecnologia. Essas considerações permitiriam avaliar se a replicação do projeto em outros campos, como os do Rio de Janeiro, traria benefícios sociais semelhantes.

Um dos principais obstáculos para a ampliação desse método em larga escala é o alto investimento necessário. Desde o projeto inicial em 2014, houve pouco progresso no desenvolvimento e na implementação de placas cinéticas em áreas maiores. Como mencionado anteriormente, ainda não é possível avaliar o impacto dessa forma de conversão energética na matriz energética de uma região ou país. Diante disso, é crucial incentivar estudos específicos para explorar as possibilidades dessa tecnologia em larga escala, especialmente na atual década. Considerando que a energia cinética é uma alternativa menos agressiva ao meio ambiente, tais estudos poderiam revelar o potencial dessa solução em contribuir significativamente para a sustentabilidade energética em contextos urbanos maiores.

7. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Banco de Informações de Geração** – BIG. 2003. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia\\$_\\$eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia$_$eolica(3).pdf). Acesso em: 07 de junho de 2022.



BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Profissões do futuro na área de energia e implicações para a formação profissional.** Brasília: MME, fevereiro de 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-publica-estudo-sobre-profissoes-do-futuro-na-area-de-energia/profissoes_energia_mme.pdf. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. **Brasil é indicado como um dos líderes do Diálogo de Alto Nível das Nações Unidas sobre Energia.** GOV. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2021/janeiro/brasile-indicado-como-um-dos-lideres-do-dialogo-de-alto-nivel-das-nacoes-unidas-sobre-energia>. Acesso em: 30 de junho de 2022.

CICOGNA, M.A. **Sistema de Suporte à Decisão para o Planejamento e Programação da Operação de Sistemas de Energia Elétrica.** 2003. Disponível em: <http://www.cose.fee.unicamp.br/cose/it511/teses20unicamp/tese20Doutorado20marcelo.pdf>. Acesso em: 07 de junho de 2022.

Conheça o piso que gera energia a partir das pisadas. Pensamento verde. 2016. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/atitude/conheca-o-piso-que-gera-energia-partir-da-pisadas/>. Acesso em: 08 de junho de 2022.

Coutts, AJ. **In the age of technology, Occam's razor still applies.** Int J Sports Physiol Perform 2014;9:741.

ENGELBRECHT, J.P. **Prefeitura e Shell do Brasil inauguram campo de futebol com energia sustentável.** Rio prefeitura. 2014. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=49>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

FARIAS, Guilherme; SALLUM, Alexandre. **Projeto de geradores piezoelétricos para iluminação no restaurante universitário da UNICAMP.** Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação/UNICAMP. Revista Ciências do Ambiente On-Line. Volume 9, Número 2. Novembro, 2013. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/386/307>. Acesso em: 02 de abril de 2015.

IEA. **Renewables 2023.** IEA, Paris, 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>. Acesso em: 13 jun. 2024. Licence: CC BY 4.0.



KEMBLL-COOK, Laurence. **Piso converte impacto de passos em eletricidade.** Ecycle, [s.d.]. 2014. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/piso-converte-impacto-de-passos-em-eletricidade-sustentabilidade-calcadas-tecnologia-placas-durabilidade-pavegen/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

LURZER. **Um campo iluminado movido a passos no coração de uma favela.** Luerzers Archive. 2014. Disponível em: <https://www.luerzersarchive.com/en/features/audiovisual/afloodlit-pitch-powered-by-footsteps-in-the-heart-of-a-favela-699.html>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

MARTINS, Felipe. **Campo de futebol no Rio transforma energia de partidas em eletricidade.** Techtudo, 30 out. 2014. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2014/10/campo-de-futebol-no-rio-transforma-energia-de-partidas-em-eletricidade.ghml>. Acesso em: 13 jun. 2024.

POUPART, Jean. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos.** 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

RODRIGUES, Frank Wesley et al. **A tendência de crescimento da energia fotovoltaica.** 2017. Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica. Campina Grande, Paraíba, 2017.

SANTOS, Sergio. **Microfones – Parte 1.** Attack, [s.d.]. Disponível em: <https://attack.com.br/repositorio/artigos-tecnicos/microfones%E2%80%93parte-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.

SHELL. **Energia que vem da gente: veja para onde vai a energia da Shell e como ela está presente na preservação da biodiversidade, na educação, empreendedorismo, ciência e tecnologia.** 2014. Disponível em: <https://www.shell.com.br/sobre-a-shell/campanhas/energia-que-vem-da-gente.html>. Acesso em: 13 jun. 2024.

SCHULZ, Willy, 2014. **Iluminação pública.** Disponível em: www.crea-pr.org.br/index.php/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=533:iluminacaopublica&id=37:cadernos-tecnicos&Itemid=95. Acesso em: 08/07/2024

SOUSA, A. A. O.; SILVA FERREIRA, S.; OLIVEIRA, V. R. S.; REIS VASCONCELOS, A.; CAMELO, A. L. M. **Piezoelasticidade: uma alternativa para o futuro.**