

GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: GERENCIAMENTO DO PROCESSO EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS



MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO

Curitiba - 2021

Criado por: Alexandre Moreira Vieira

Profa. Dra. Andriele de Prá Carvalho

Profa. Dra. Paula Regina Zarelli



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: GERENCIAMENTO DO PROCESSO EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS

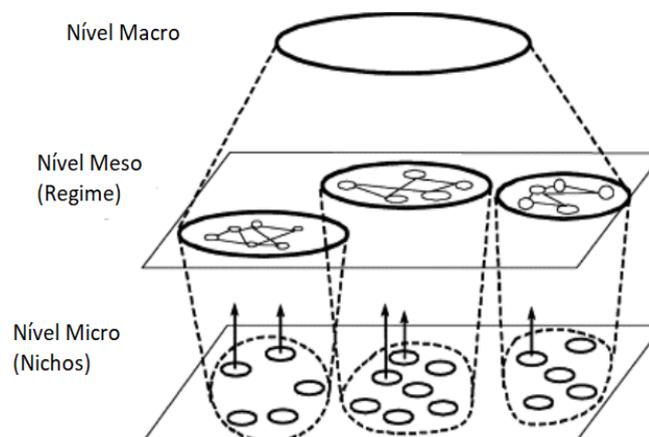
Produto Técnico Tecnológico – Relatório Técnico

INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas proporcionam melhorias sociais, econômicas e sustentáveis através da inserção de novos produtos no mercado que aprimoram o cotidiano das pessoas, bem como preservam o meio ambiente. Há diversas etapas que precisam ser cumpridas para que esses produtos sejam criados, aprovados e implementados na sociedade. Essas etapas podem ser avaliadas de acordo com a perspectiva multinível da análise sociotécnica. De acordo com Geels (2006), a perspectiva multinível da análise sociotécnica é capaz de caracterizar detalhadamente cada etapa do processo de surgimento de inovações tecnológicas com viés sustentável, de acordo com o nível em que essas se encontram, sendo níveis micro, meso e macro.

O nível micro é onde surgem as ideias que são desenvolvidas através de pesquisas e interações científicas, acadêmicas e empresariais. O nível meso é representado pelo regime vigente, sustentado por costumes, princípios e ordenamentos que sustentam as tecnologias dominantes. Por fim, o nível macro é composto pelo ambiente social formado por governos, empresas e cidadãos. A partir de novas tendências sociais, geradas a partir de novas necessidades, esse nível implica mudanças no regime.

Figura 1 - Níveis sociotécnicos de acordo com a perspectiva multinível de Geels



Fonte: Geels (2002)

Ao longo dos anos, a demanda e o custo de produção energética tem crescido bastante no Brasil. No campo da educação superior, as instituições públicas de ensino, segundo a ANEEL, vem enfrentando gastos elevados com eletricidade. Para se ter uma noção do problema, o valor total pago pelas universidades federais no ano de 2015 somou R\$ 430.000.000,00 (Quatrocentos e trinta milhões de reais). Segundo a ANEEL, uma grande parte desse valor é resultado do uso de equipamentos ineficientes do ponto de vista econômico e sustentável, bem como em razão da inexistência de uma cultura sólida que fomenta o uso racional e sustentável da energia elétrica em todo o território brasileiro. Através de mudanças comportamentais da sociedade brasileira, atualmente estão sendo buscadas formas energéticas sustentáveis para fornecimento de energia elétrica. Em razão da elevada incidência de raios solares no território nacional, a utilização da energia solar tem aumentado consideravelmente no Brasil. Sem gerar qualquer tipo de poluição ambiental e de fácil instalação e manutenção, essa fonte energética sustentável tem sido adotada por empresas, residências e órgãos públicos em âmbito nacional. No âmbito dos órgãos públicos, algumas universidades públicas têm adotado a energia fotovoltaica, aproveitando os incentivos fornecidos através de chamadas públicas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e das concessionárias públicas de energia elétrica.

Uma universidade pública brasileira adotou a energia fotovoltaica dentro de seu ambiente com a construção de estruturas fotovoltaicas, através de Projeto de Eficiência Energética em parceria com a COPEL (Companhia Paranaense de Energia) e ANEEL. A análise de dados levantados sobre o processo de implementação da usina fotovoltaica nessa universidade, através da perspectiva multinível da análise sociotécnica, permitiu a criação do presente relatório técnico capaz de servir de base para outras instituições públicas de ensino superior que tenham interesse na utilização dessa inovação tecnológica capaz de produzir energia elétrica sustentável e contribuir com o desenvolvimento sustentável social, ambiental e econômico.

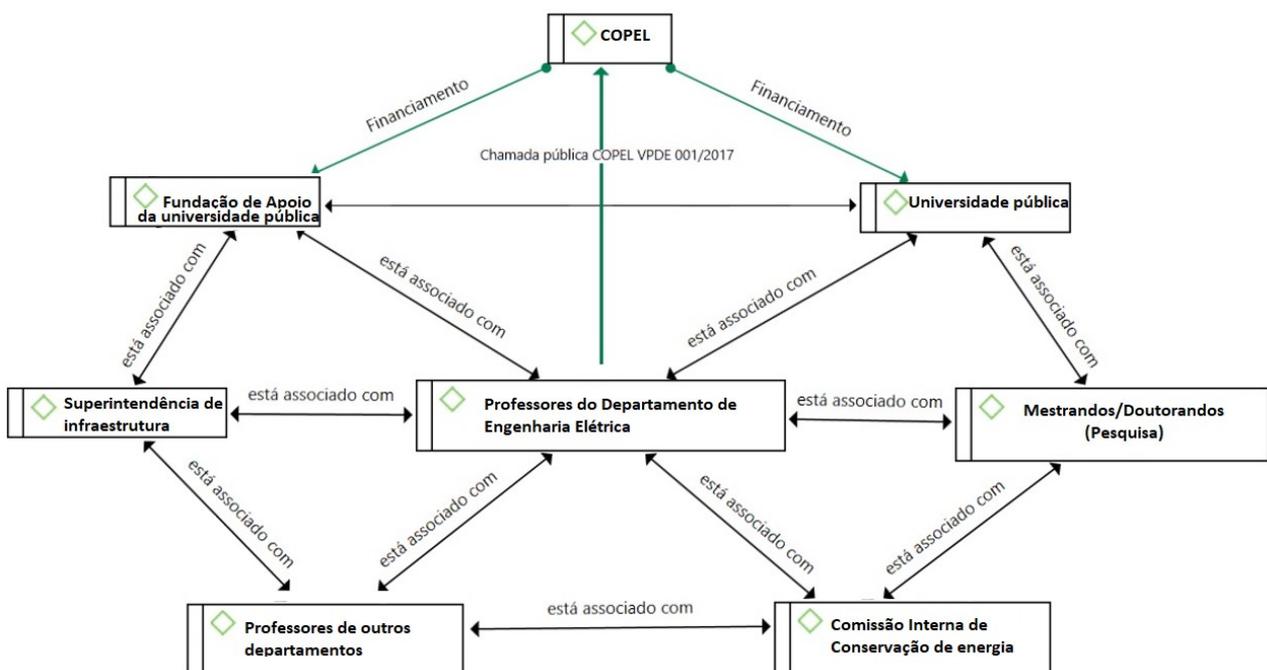
RESULTADOS DA PESQUISA

Primeiramente, em relação à formação da rede de atores e estudos no Nível Micro, compreendeu-se que o interesse na tecnologia fotovoltaica no âmbito da universidade pública analisada já vinha sendo desenvolvido nos nichos tecnológicos através de estudos e pesquisas ligados à energia fotovoltaica previamente desenvolvidos por rede de pesquisadores do departamento de engenharia elétrica. Nesse departamento foram realizados estudos em menor escala com a tecnologia fotovoltaica visando o surgimento de uma oportunidade financeira que abrisse portas para a criação de projetos maiores. Através de patrocínio financeiro fornecido pelo Estado, através das chamadas públicas ANEEL 001/2016 e Copel VPDE 001/2017, foi possível o desenvolvimento de Projeto de Eficiência Energética, baseado principalmente na

construção de usina solar capaz de fornecer economia, sustentabilidade e inspiração social para a comunidade interna e externa dessa universidade.

A Copel entrou na rede de atores, iniciada pelos pesquisadores do departamento de engenharia elétrica dessa universidade, através de incentivo financeiro ao Projeto de Eficiência Energética. Dentro da própria universidade, a reitoria ficou responsável pela homologação da aplicação desse projeto no âmbito universitário. A superintendência de infraestrutura da universidade contribuiu com o auxílio na seleção do local de instalação, bem como ajuda técnica com o processo de instalação. A comissão interna de conservação de energia da universidade teve importante participação na divulgação da usina fotovoltaica para a comunidade. A fundação de apoio dessa universidade pública contribuiu com a gestão de prazos e qualidade do projeto de eficiência energética. Os professores e pesquisadores de outros departamentos da universidade pública analisada também atuaram na implementação da usina solar, como por exemplo professores do departamento de engenharia mecânica que auxiliaram na implementação das estruturas da usina solar modalidade carport. Ainda, mestrandos e doutorandos de várias áreas de estudo dessa universidade, especialmente os ligados à área da engenharia elétrica, participaram de estudos e pesquisas desenvolvidos durante a concepção e implementação da usina solar e após sua conclusão, através da mensuração de dados que essa usina fornece.

Figura 2 - Rede de atores da Usina Fotovoltaica



Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

Sugere-se que as instituições públicas de ensino superior que tenham interesse na instalação de estruturas baseadas na tecnologia fotovoltaica, em razão de objetivos e

motivações sustentáveis, incentivem a formação de rede de atores envolvendo profissionais da área de engenharia elétrica, responsáveis pelo conhecimento técnico relacionado a essa tecnologia, pesquisadores de outros departamentos capazes de ajudarem com questões técnicas relacionadas às estruturas utilizadas por essa tecnologia, comissões de divulgação, para que o projeto chegue ao maior número de interessados na comunidade interna, e principalmente concessionárias públicas de energia elétrica que possam formar parcerias, através de chamadas públicas ligadas à determinação legal da ANEEL, para proporcionarem ajuda financeira para a viabilização de projetos de eficiência energética que tenham um grande alcance na comunidade interna e externa. Através da figura abaixo, é demonstrando um roteiro que pode auxiliar outras universidades públicas no estabelecimento de uma rede de atores competente para conceber e implementar projetos relacionados à energia fotovoltaica:

Figura 3 - Roteiro para o estabelecimento de rede de atores



Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

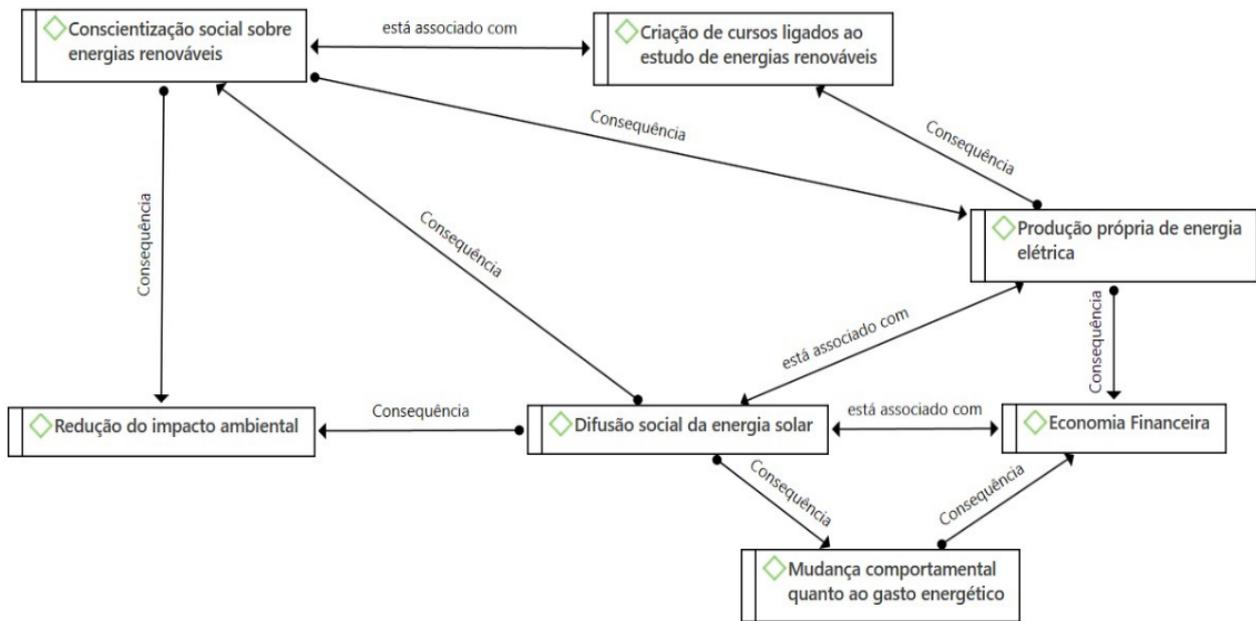
As chamadas públicas da ANEEL e das concessionárias públicas de energia elétrica podem ser conferidas diretamente nos sítios online desses órgãos. É interessante que no momento dos estudos preliminares, diversos departamentos da universidade pública já estejam envolvidos com o projeto. Sugere-se a criação de mecanismos dentro das universidades públicas que fomentem o agrupamento de competências diversas inerentes a cada departamento, pois isso vai agregar mais conhecimento ao projeto e torná-lo mais célere e eficaz. Dessa forma, no momento da submissão, a probabilidade de ocorrer alguma lacuna é menor e as chances de aprovação serão maiores. Deve-se aproveitar que o ambiente universitário

proporciona competências das mais diversas para projetos dessa esfera, como pesquisadores da área de engenharia elétrica, engenharia mecânica, engenharia civil, arquitetura, design, física, química, entre outras áreas que podem contribuir para o desenvolvimento de projetos relacionados à estruturas sustentáveis ligadas à eficiência energética.

No nível Meso foi possível identificar as janelas de oportunidades que surgiram, bem como as barreiras existentes relacionadas à instalação da tecnologia fotovoltaica na universidade pública analisada. As janelas de oportunidades são representadas pelos incentivos financeiros que possibilitaram a realização do projeto da usina fotovoltaica, através das Chamadas Públicas ANEEL 001/2016 e Copel VPDE 001/2017. Como já relatado, sugere-se que as universidades públicas sempre fiquem atentas às chamadas públicas da ANEEL e das concessionárias públicas de energia elétrica relativas ao estado do qual faz parte a instituição pública de ensino superior. Em relação às barreiras, foi detectado no estágio inicial do projeto da usina fotovoltaica que não havia possibilidade da usina ser concluída no local inicialmente escolhido, sendo esse o telhado de prédio localizado em um dos campus da universidade, em razão da impossibilidade dessa estrutura comportar a usina fotovoltaica sem a realização de reformas. Porém, essa barreira estrutural foi superada e a usina fotovoltaica foi instalada no estacionamento do mesmo campus dessa universidade.

O envolvimento de outros departamentos, além do departamento de engenharia elétrica, permitiu que professores do curso de engenharia mecânica pudessem auxiliar com a escolha do local da instalação da estrutura fotovoltaica através de estudos com estruturas capazes de suportar os painéis solares em estacionamentos (modalidade *carport*). Dessa forma, os prazos foram atendidos e as obras foram concluídas de acordo com o orçamento proposto pela COPEL. Aqui ressalta-se novamente a importância do incentivo para a existência, na rede de atores, de diversas competências relacionadas a departamentos diversos da universidade pública, pois as chances de superação de imprevistos e barreiras se tornam maiores com agregação de maior e diversificado conhecimento nessa rede. Outra barreira encontrada foi a incompreensão das ações por parte da comunidade interna. Essa barreira foi combatida através da criação de comissão interna de conservação de energia, capaz de mensurar os dados relacionados às estruturas fotovoltaicas fornecedoras de energia elétrica e difundir esses dados e outras informações pertinentes à implementação e uso de energia sustentável para a comunidade interna. Dessa forma, a comunidade interna ficou ciente das ações que foram tomadas pela instituição do início ao fim das obras, bem como das melhorias que foram proporcionadas após a instalação das estruturas. A partir da Figura 3, demonstra-se as melhorias detectadas com a implementação da usina solar na universidade pública analisada, para que isso sirva de parâmetro e incentivo para outras instituições públicas de ensino superior que buscam um *feedback* sobre o uso dessa inovação tecnológica sustentável:

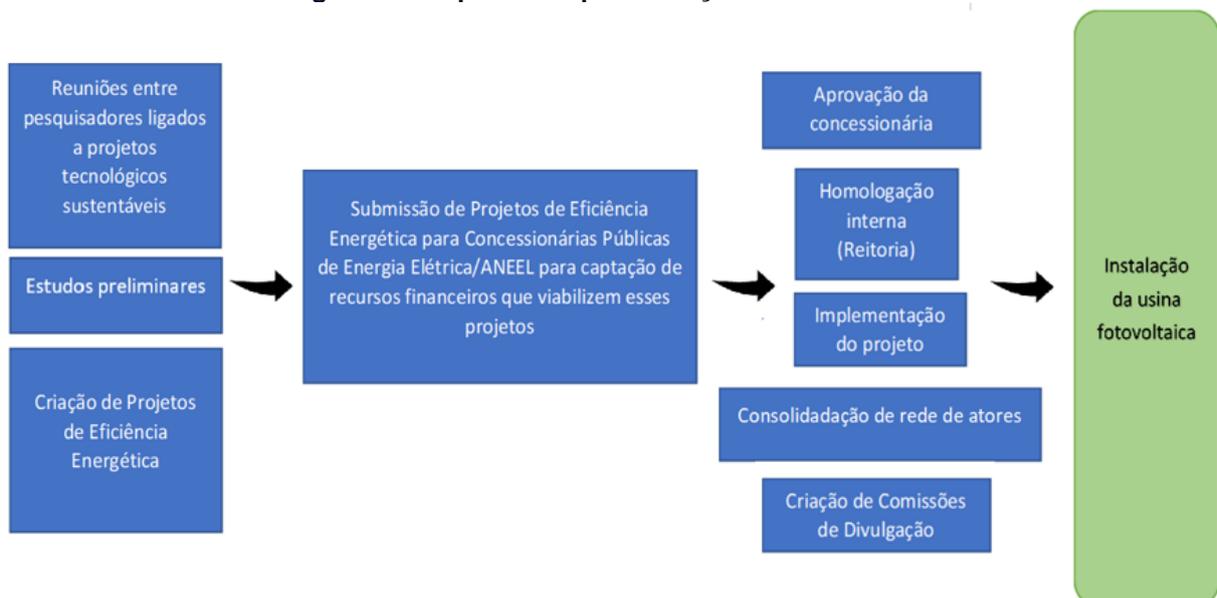
Figura 4 - Melhorias detectadas com a Usina Fotovoltaica



Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

Sobre as etapas que devem ser percorridas durante o processo de implementação de estruturas fotovoltaicas dentro de instituição pública de ensino superior, conforme já relatado, os pesquisadores do departamento de engenharia elétrica da universidade pública analisada vinham desenvolvendo estudos relacionados à tecnologia fotovoltaica e ficaram atentos às chamadas públicas proporcionadas pela ANEEL e COPEL, para submeterem projetos de eficiência energética pautados em estudos prévios. A sugestão é que o processo explicado na figura abaixo sirva como base:

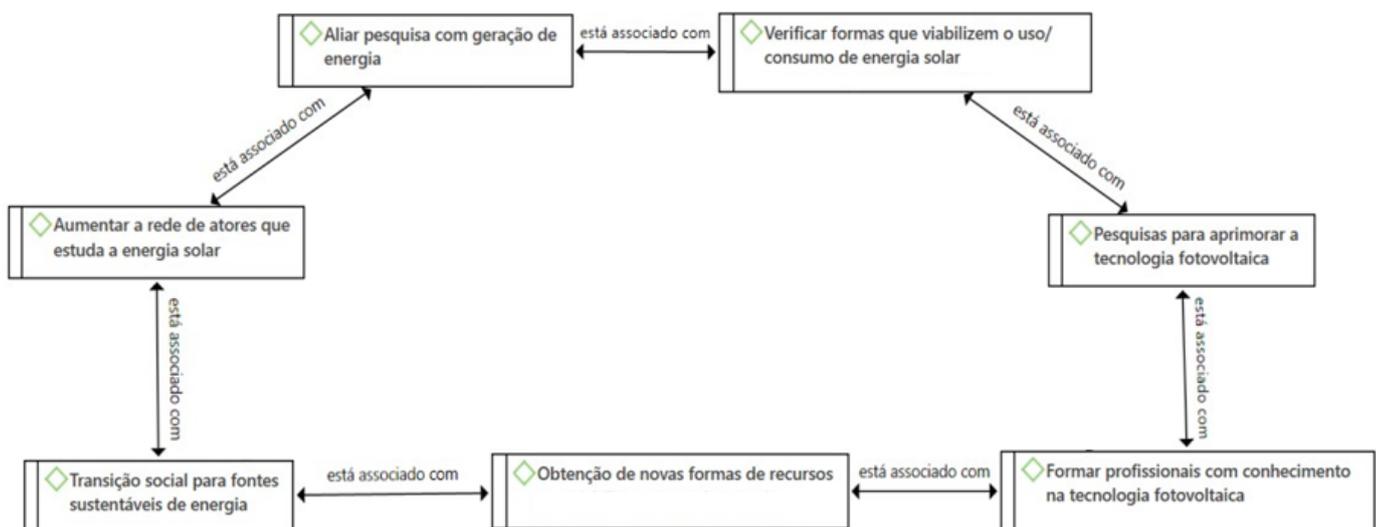
Figura 5 - Etapas de implementação da Usina Solar



Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

No campo Macro, com a conscientização ambiental ligada à sustentabilidade cada vez mais presente em discussões realizadas em nossa sociedade, geram-se cada vez mais pressões sociais para que instituições públicas e privadas apresentem mudanças de comportamentos institucionais ligadas à sustentabilidade e migração para inovações tecnológicas sustentáveis. Entretanto, percebeu-se que há também forte influência no caminho reverso. Assim como a sociedade transforma o comportamento das universidades públicas, essas também influenciam a sociedade para que os cidadãos adotem novos comportamentos. Dessa forma, sugere-se que as instituições públicas de ensino superior aproveitem as oportunidades de adesão à tecnologia fotovoltaica nesse momento onde estão sendo fomentadas ajudas financeiras através de chamadas públicas da ANEEL e de concessionárias públicas de energia elétrica. Além de aprimorarem suas estruturas financeiramente, socialmente e ambientalmente, as universidades públicas vão se utilizar de seu papel social, pautado na pesquisa e ciência, para inspirarem os cidadãos a adotarem as mesmas medidas, o que a médio/longo prazo pode representar a dominância da tecnologia fotovoltaica, não apenas no campo das universidades públicas, mas em toda a sociedade brasileira. Para fins de incentivar pesquisadores de outras instituições públicas de ensino superior, segue um rol de discussões percebidas na implementação da energia fotovoltaica na universidade pública analisada que contribuíram para a concretização do projeto:

Figura 6 - Discussões à nível Macro sobre a tecnologia fotovoltaica



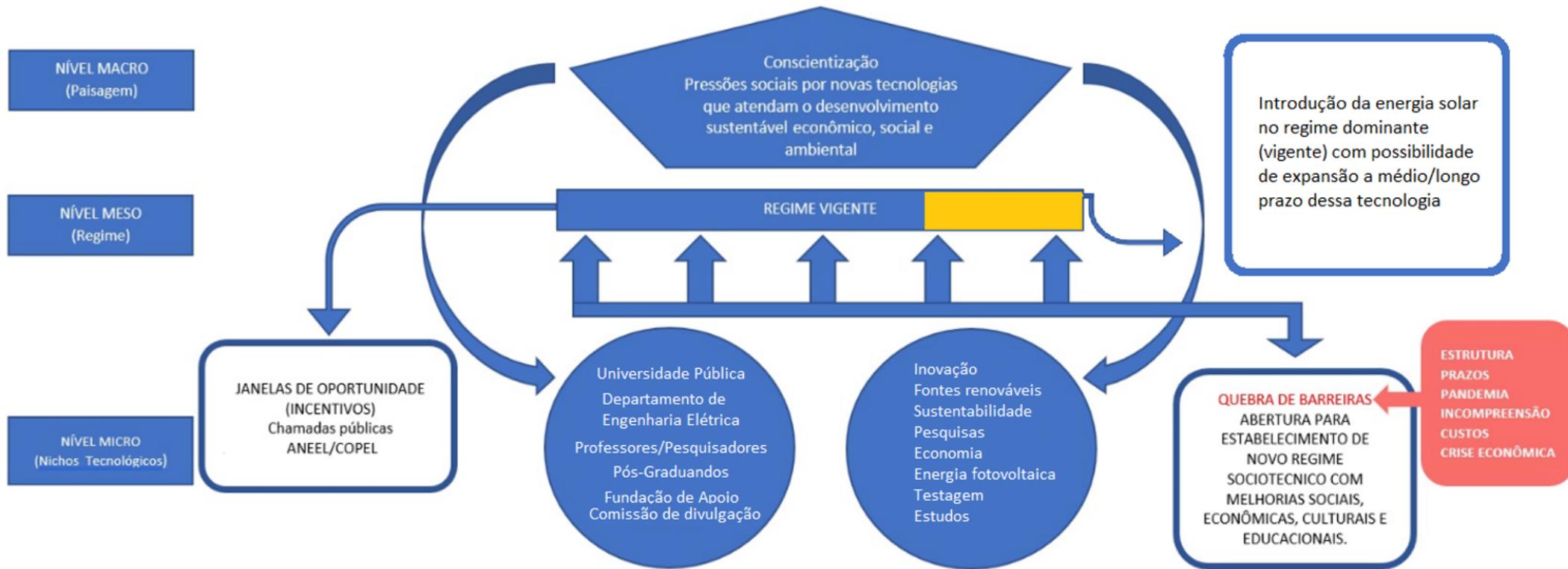
Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

Dessa forma, espera-se contribuir para que essas discussões possam ser debatidas por pesquisadores de outras universidades públicas, bem como possam surgir novas discussões relacionadas à energia fotovoltaica que possam contribuir com o desenvolvimento e difusão dessa tecnologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das presentes informações foi possível compreender o processo de inovação tecnológica que ocorreu no âmbito da universidade pública analisada, através da implementação de usina fotovoltaica em um de seus campus universitários. O envolvimento de uma rede de atores com a tecnologia fotovoltaica nos nichos tecnológicos aliada à distribuição de recursos financeiros pelo Estado, através da COPEL/ANEEL, permitiu que pesquisadores pudessem desenvolver projetos de pesquisa capazes de induzirem a mudança de estrutura e comportamento dentro da universidade, contribuindo com a aplicação de conceitos sustentáveis nesse ambiente e na sociedade. O processo de implementação dessa tecnologia na universidade pública analisada iniciou-se com o atendimento de anseios sociais nos nichos tecnológicos fomentado por incentivos financeiros governamentais e transcorreu com o impacto no regime desse ambiente, através de janelas de oportunidades que contribuíram para a quebra de barreiras existentes. Esse processo pode ser visualizado através da figura abaixo:

Figura 7 - Análise Sociotécnica do Processo de implementação da Usina Fotovoltaica



Fonte: Elaborada pelo autor (2021)

Sob a perspectiva da análise sociotécnica, entende-se que a trajetória tecnológica sustentável gerada nos nichos adentra o regime através das janelas de oportunidades, capazes de quebrarem barreiras do regime vigente, o que permite o estabelecimento de novas tecnologias no ambiente com possibilidade de a médio/longo prazo, através da expansão da implementação da tecnologia fotovoltaica dentro da própria universidade e em outros locais da sociedade, estabelecer-se um novo regime dominante. Nesse processo é de suma importância a observância e a adesão às políticas públicas voltadas à pesquisa, ciência, tecnologia e inovação, capazes de promoverem o desenvolvimento sustentável na esfera econômica, social e ambiental, como as chamadas públicas de concessionárias públicas de energia elétrica em observância às determinações da ANEEL.

Espera-se que esse relatório técnico inspire outras universidades públicas a buscarem a adoção da tecnologia fotovoltaica e conseqüentemente abrirem caminho para mudança de seus regimes sociotécnicos para ambientes mais propensos à inovações tecnológicas relacionadas às energias renováveis e sustentáveis, capazes de modificarem comportamentos sociais e contribuírem com o desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira.

REFERÊNCIAS

GEELS, F. W. Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: the transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930–1970). **Technovation**, [s. l.], v. 26, n. 9, p. 999-1016, 2006.

GEELS, F. W. Transições tecnológicas como processos de reconfiguração evolutiva: uma perspectiva multinível e um estudo de caso. **Research policy**, [s. l.], v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.