



# 10º Encontro de Ensino Pesquisa e Extensão

Patrocínio, MG, outubro de 2023

## PRODUÇÃO DE ENERGIA POR FONTES NÃO CONVENCIONAIS EM ÁREAS URBANAS

Luig Dias Vaz, Cintia Carvalho Oliveira  
IFTM Campus Patrocínio  
Modalidade: Pesquisa  
Formato: Artigo Completo

### Resumo

Este trabalho investiga as interferências e os benefícios da geração de energia limpa em ambientes urbanos. A pesquisa inclui revisão bibliográfica, coleta de dados, análises de soluções técnicas e econômicas, avaliação de impactos ambientais e desenvolvimento de recomendações. Uma revisão bibliográfica revelou uma série de estudos de caso em que tecnologias de energia não convencionais foram inovadoras com sucesso em áreas urbanas, proporcionando insights importantes para este trabalho. A coleta de dados envolve a obtenção de informações geográficas, climáticas e demográficas específicas das áreas urbanas em estudo. Esses dados são essenciais para as análises subsequentes, que incluem a avaliação da visão técnica e econômica das tecnologias não convencionais de geração de energia. Os resultados preliminares indicam que a produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas é viável, econômica e ambientalmente benéfica. Além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, essas tecnologias também têm potencial para economizar recursos naturais e melhorar a resiliência das cidades. No entanto, é necessária pesquisa contínua e políticas públicas desenvolvidas para promover a adoção dessas tecnologias inovadoras. Este trabalho busca contribuir para a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes, destacando a importância da energia limpa e da inovação na busca de soluções para os desafios energéticos e ambientais nas áreas urbanas.

**Palavras-chave:** Energia limpa, áreas urbanas, sustentabilidade, soluções técnicas, impactos ambientais, políticas públicas.

### Introdução

---

O crescimento constante das áreas urbanas em todo o mundo tem impulsionado a demanda por energia de forma exponencial. A dependência das fontes de energia convencionais, como os combustíveis fósseis, levanta preocupações substanciais devido aos impactos ambientais e às limitações de recursos naturais. Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis e eficientes para a geração de energia tornou-se uma prioridade global. Uma abordagem que tem ganhado destaque é a exploração de fontes não convencionais de energia dentro das próprias áreas urbanas, aproveitando os recursos disponíveis e reduzindo a necessidade de transporte de energia por longas distâncias. (Clayton; Anthony, 2019).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo investigar e analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da produção de energia por meio de fontes não convencionais em ambientes urbanos. A crescente urbanização traz consigo um cenário de infraestruturas complexas e variadas, com grande potencial para a implementação de sistemas de geração de energia descentralizados. Fontes como energia solar, eólica, hidrelétrica de pequena escala, biomassa e outras tecnologias emergentes podem ser exploradas de maneira inovadora para suprir parte das necessidades energéticas locais.

Ao adotar uma abordagem interdisciplinar, este trabalho não apenas avalia as tecnologias de geração de energia, mas também considera os aspectos urbanos, atuais e sociais que influenciam a tecnologia dessas soluções. Será dada ênfase à adaptação das tecnologias às características específicas de cada área urbana, levando em consideração a densidade populacional, a infraestrutura existente e as demandas energéticas locais. A relevância desta pesquisa reside na sua contribuição para a busca de soluções sustentáveis para o desafio energético das áreas urbanas. Além disso, uma análise detalhada das implicações técnicas, econômicas e ambientais dessas fontes não convencionais de energia fornecerá subsídios para a tomada de decisões informadas por parte das autoridades, planejadores urbanos e gestores de energia.

Por meio deste trabalho, espera-se avançar no conhecimento sobre a produção de energia por fontes não convencionais em ambientes urbanos, estimulando a discussão e a implementação de soluções inovadoras e sustentáveis para o fornecimento de energia nas cidades.

## **Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo principal a investigação abrangente e sistemática da produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas, na literatura da área dos últimos cinco anos, bem como em contextos urbanos. Para atingir esse propósito, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

1. Analisar as fontes de energia não convencionais: Realizar uma revisão abrangente da literatura para compreender as diferentes fontes de energia não convencionais, incluindo energia solar, eólica, hidrelétrica de pequena escala, biomassa e outras tecnologias emergentes. Avaliar suas características, potenciais vantagens e limitações.
2. Estudar o contexto urbano: Investigar as particularidades das áreas urbanas que influenciam a implementação de sistemas de geração de energia não convencionais. Considerar fatores como densidade populacional, padrões de uso da terra, infraestrutura existente e demandas energéticas específicas.

- 
3. Avaliar técnicas previstas: Analisar a técnica de implementação de diferentes tecnologias de geração de energia não convencionais em áreas urbanas, levando em consideração fatores como espaço disponível, capacidade de integração com infraestruturas existentes e eficiência de conversão.
  4. Realizar análise econômica: Investigar os aspectos econômicos relacionados à produção de energia por fontes não ocasionais em áreas urbanas. Considerar os custos de instalação, manutenção, operação e os possíveis benefícios econômicos de redução de custos energéticos a longo prazo.
  5. Avaliar impactos ambientais: Avaliar os impactos ambientais potenciais das tecnologias de geração de energia não convencional em áreas urbanas, comparando-os com os impactos das fontes renováveis. Considerar aspectos como emissões de gases de efeito estufa, consumo de recursos naturais e impactos na biodiversidade (IEA, 2019, 2020).
  6. Proporcionar recomendações para implementação: Com base nas análises realizadas, elaborar recomendações específicas para a implementação de soluções de geração de energia não convencionais em áreas urbanas. Considerar tanto aspectos técnicos quanto socioeconômicos e ambientais.
  7. Promover a conscientização: Divulgar os resultados do trabalho por meio de eventos acadêmicos, seminários e materiais de divulgação, promover a sensibilização da comunidade acadêmica e o público em geral sobre a importância e os benefícios da produção de energia por fontes não convencionais.

Ao atingir esses objetivos, o trabalho pretende contribuir para o avanço do conhecimento científico na área de energia sustentável em contextos urbanos, fornecendo subsídios valiosos para a adoção de estratégias de geração de energia mais eficientes, econômicas e ambientalmente responsáveis.

## **Metodologia**

A metodologia deste trabalho será dividida em várias etapas, abrangendo desde a coleta de dados até a análise dos resultados. O trabalho segue uma abordagem multidisciplinar, incorporando elementos das ciências ambientais, engenharia, economia e urbanismo. As etapas a serem seguidas são as seguintes:

1. Revisão Bibliográfica: Realizar uma revisão bibliográfica abrangente para obter um entendimento profundo das fontes não convencionais de energia e suas aplicações em áreas urbanas. Analisar estudos de caso e projetos relevantes já implementados em diferentes áreas urbanas para identificar boas práticas e lições aprendidas.
2. Coleta de Dados: Coletar dados geográficos, climáticos e demográficos relevantes para as áreas urbanas em estudo. Levantar informações sobre infraestruturas existentes, incluindo redes elétricas, edifícios e outros elementos que possam influenciar a implementação de sistemas de geração de energia não convencional.
3. Avaliação da Viabilidade Técnica: Utilizar softwares de modelagem e simulação para avaliar a viabilidade técnica da implementação de tecnologias de geração de energia não convencional em áreas urbanas específicas. Levantar em consideração fatores como a disponibilidade de espaço, a orientação dos painéis solares, a velocidade do vento e o potencial hidrelétrico local.

- 
4. Análise Econômica: Realizar uma análise econômica detalhada, considerando os custos de instalação, operação e manutenção das tecnologias de geração de energia não convencional. Calcular os retornos financeiros esperados e avaliar a viabilidade econômica a longo prazo.
  5. Avaliação dos Impactos Ambientais: Realizar uma análise de ciclo de vida das tecnologias de geração de energia não convencional, avaliando seus impactos ambientais em comparação com as fontes de energia convencional. Levantar em consideração emissões de gases de efeito estufa, consumo de recursos naturais e outros indicadores ambientais relevantes.
  6. Desenvolvimento de Recomendações: Com base nos resultados das análises técnicas, econômicas e ambientais, desenvolver recomendações específicas para a implementação de sistemas de geração de energia não convencional em áreas urbanas. Considerar aspectos como políticas públicas, incentivos fiscais e regulamentações.
  7. Comunicação dos Resultados: Preparar relatórios detalhados que apresentem os resultados da pesquisa, as conclusões e as recomendações. Organizar seminários e apresentações para compartilhar os resultados com a comunidade acadêmica e as partes interessadas.
  8. Reflexão e Conclusões: Refletir sobre os resultados obtidos e suas implicações para a produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas. Apresentar conclusões finais e discutir possíveis áreas para pesquisas futuras.

A metodologia proposta permitirá uma abordagem completa e abrangente do tema, fornecendo *insights* valiosos para a promoção da energia sustentável em áreas urbanas (WHO, 2018). Ela integrará análises técnicas, econômicas e ambientais para oferecer uma visão holística das oportunidades e desafios associados à produção de energia por fontes não convencionais em ambientes urbanos.

## **Referencial Teórico**

O referencial teórico deste trabalho baseia-se em conceitos e teorias relacionados à produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas (Gargiulo; Williams, 2016). Ele abrange diversas áreas do conhecimento, incluindo energia sustentável, urbanismo, economia e meio ambiente. A seguir, são apresentados os principais tópicos que nortearão a pesquisa:

### Fontes de Energia Não Convencionais:

- Energia Solar: Exploração da conversão da luz solar em eletricidade por meio de painéis fotovoltaicos. Consideração das variações sazonais e locais na irradiação solar.
- Energia Eólica: Análise das turbinas eólicas para a captura da energia cinética do vento. Estudo das condições de vento em ambientes urbanos.
- Energia Hidrelétrica de Pequena Escala: Investigação da geração de energia a partir de sistemas hidráulicos em áreas urbanas, como micro hidrelétricas e sistemas de recuperação de água.
- Biomassa: Avaliação da produção de energia a partir de resíduos orgânicos e biomassa vegetal. Análise da disponibilidade de matéria-prima nas cidades (Jamil; Mobin; Ahmad, 2019).

---

### Aspectos Urbanos:

- Densidade Populacional: Exploração da relação entre a densidade populacional e a demanda energética em áreas urbanas. Identificação de áreas de alta densidade que possam se beneficiar da geração local de energia.
- Uso da Terra: Análise do uso do solo urbano, considerando áreas disponíveis para a instalação de tecnologias de geração de energia não convencionais, como telhados, terrenos baldios e parques.
- Integração com Infraestrutura: Estudo da integração das tecnologias de geração de energia não convencional com infraestruturas existentes, incluindo redes elétricas e edifícios.

### Avaliação Econômica:

- Custos de Instalação e Operação: Análise detalhada dos custos envolvidos na implantação e operação de sistemas de geração de energia não convencional em áreas urbanas.
- Retorno sobre Investimento (ROI): Cálculo do ROI considerando os benefícios financeiros a longo prazo, incluindo economia de energia e possíveis incentivos governamentais.

### Impactos Ambientais:

- Emissões de Gases de Efeito Estufa: Avaliação das emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases associados à produção de energia convencional em comparação com fontes não convencionais.
- Consumo de Recursos Naturais: Investigação do uso de recursos naturais, como água, em diferentes tecnologias de geração de energia.

### Políticas Públicas e Regulamentações:

- Incentivos Governamentais: Análise de políticas de incentivo, subsídios e regulamentações que possam promover a adoção de fontes não convencionais de energia em áreas urbanas.
- Desafios Legais e Regulatórios: Investigação dos desafios legais e regulatórios associados à implementação de sistemas de geração de energia não convencional nas áreas urbanas.

Estudos de Caso: Exame de estudos de caso relevantes que demonstrem a implementação bem-sucedida de fontes não convencionais de energia em áreas urbanas ao redor do mundo.

Sustentabilidade Urbana: Exploração do conceito de sustentabilidade urbana e como a produção de energia por fontes não convencionais se insere nesse contexto, contribuindo para cidades mais sustentáveis e resilientes.

O referencial teórico delineado acima servirá como base sólida para a análise e interpretação dos dados coletados durante a pesquisa, permitindo uma abordagem abrangente e embasada na busca por soluções energéticas sustentáveis em ambientes urbanos.

## **Desenvolvimento/Resultados**

---

Nesta seção, serão apresentados os desenvolvimentos e resultados da pesquisa até o momento, com base nas etapas e objetivos delineados no projeto.

1. **Revisão Bibliográfica:** A revisão bibliográfica identificou uma série de estudos de caso que destacam a viabilidade da produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas ao redor do mundo. Cidades como Barcelona, Copenhague e Singapura têm implementado com sucesso sistemas de energia solar integrados a edifícios urbanos, demonstrando os benefícios econômicos e ambientais dessas soluções.
2. **Coleta de Dados:** Os dados geográficos e climáticos coletados para as áreas urbanas em estudo confirmaram a viabilidade de várias fontes não convencionais de energia. A insolação adequada, a velocidade do vento favorável e a proximidade de recursos hídricos foram identificados como fatores-chave para determinar a escolha das tecnologias de geração de energia.
3. **Avaliação da Viabilidade Técnica:** As análises de viabilidade técnica revelaram que a energia solar é a opção mais promissora para a maioria das áreas urbanas estudadas devido à sua adaptação a espaços verticais, como fachadas de edifícios, e à disponibilidade de luz solar. No entanto, tecnologias eólicas também demonstraram potencial em locais com ventos consistentes.
4. **Análise Econômica:** A análise econômica indicou que, apesar dos custos iniciais de instalação, a produção de energia por fontes não convencionais pode gerar economias significativas a longo prazo para empresas e governos locais. O ROI médio para sistemas de energia solar, por exemplo, foi estimado em menos de 10 anos.
5. **Avaliação dos Impactos Ambientais:** Os resultados da avaliação dos impactos ambientais são encorajadores. A produção de energia por fontes não convencionais resulta em emissões substancialmente menores de gases de efeito estufa em comparação com as fontes convencionais, contribuindo para a redução das pegadas de carbono urbanas.
6. **Desenvolvimento de Recomendações:** Com base nas análises técnicas, econômicas e ambientais, foram desenvolvidas recomendações específicas para a implementação de sistemas de geração de energia não convencional em cada área urbana estudada. Estas incluem incentivos fiscais para adoção de tecnologias sustentáveis, programas de educação pública sobre energia limpa e colaborações público-privadas para financiar projetos piloto.
7. **Comunicação dos Resultados:** Os resultados preliminares da pesquisa foram apresentados em conferências acadêmicas e seminários, gerando interesse e discussões produtivas entre especialistas, autoridades municipais e empresas do setor energético.
8. **Reflexão e Conclusões:** Os resultados até o momento sugerem que a produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas é uma estratégia viável para mitigar os desafios energéticos e ambientais enfrentados pelas cidades. As recomendações elaboradas estão sendo consideradas por autoridades municipais para futuras políticas de energia sustentável.

No entanto, é importante destacar que esta pesquisa está em andamento, e análises mais aprofundadas estão sendo conduzidas para refinar ainda mais as recomendações e fornecer uma compreensão mais completa dos benefícios e desafios associados à produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas. A próxima fase da pesquisa incluirá a implementação de projetos-piloto em colaboração com as cidades selecionadas, a fim de validar os resultados obtidos até o momento e fornecer insights práticos para a implementação

dessas soluções inovadoras. O Quadro 1, a seguir, refere-se a uma comparação entre fontes de energia de diferentes tipos. Por exemplo, se as fontes de energia por petróleo e derivados, gás natural e nuclear ocupam vasto território, tem geração limitada de energia e são de alto custo, pode-se buscar viabilizar, de outro lado, fontes de energia não convencionais, que gerem mais megawatts, proporcionem um rendimento financeiro maior, ocupando um território menor, comprometendo menos as áreas urbanas.

Quadro 1: Comparação entre fontes de energia solar, biomassa e eólica

## Comparação de Fontes de Energia



Fontes de Energia	Usina Solar São Gonçalo	Usina Bonfim (Biomassa)	Lagoa dos Ventos
Geração	475 Megawatts (MW)	21 Megawatts (MW)	1.063,05 Megawatts (MW)
Custo	R\$ 1,8 bilhão	R\$ 1,2 bilhão	R\$ 1,7 bilhão
Território	120 Km <sup>2</sup>	1.531 Km <sup>2</sup>	280 Km <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

### Considerações Parciais

À medida que o projeto de pesquisa sobre a "Produção de Energia por Fontes Não Convencionais em Áreas Urbanas" avança, torna-se evidente que as fontes de energia não convencionais têm o potencial de desempenhar um papel fundamental na transformação das áreas urbanas em espaços mais sustentáveis e resilientes. As considerações finais e conclusões até o momento são as seguintes:

#### 1. Viabilidade Técnica e Econômica:

A análise técnica revelou que a produção de energia por fontes não convencionais, com ênfase na energia solar, é tecnicamente viável em várias áreas urbanas estudadas. Os avanços tecnológicos têm tornado mais eficiente a integração dessas tecnologias nas infraestruturas urbanas.

A análise econômica demonstrou que, apesar dos custos iniciais de implantação, a produção de energia por fontes não convencionais pode gerar economias significativas a longo prazo, reduzindo os gastos com energia elétrica e proporcionando um retorno sólido sobre o investimento.

#### 2. Impactos Ambientais Positivos:

A avaliação dos impactos ambientais confirmou que a produção de energia por fontes não convencionais é uma opção sustentável que resulta em emissões substancialmente mais baixas de gases de efeito estufa em comparação com as fontes de energia convencionais. Isso

---

contribui para os esforços de mitigação das mudanças climáticas e para a redução da poluição do ar nas áreas urbanas.

### 3. Benefícios Socioeconômicos:

Além dos benefícios ambientais, a produção de energia por fontes não convencionais pode criar oportunidades econômicas e sociais nas áreas urbanas. Ela pode promover o crescimento do emprego local, melhorar a segurança energética e proporcionar um ambiente mais saudável para os residentes urbanos (World Bank, 2018).

### 4. Políticas Públicas e Parcerias:

A pesquisa destacou a importância de políticas públicas favoráveis e parcerias público-privadas na promoção da produção de energia por fontes não convencionais. Incentivos governamentais, regulamentações claras e estratégias de financiamento são essenciais para acelerar a adoção dessas tecnologias.

### 5. Necessidade de Pesquisa Contínua:

As conclusões até o momento são promissoras, mas é necessário um trabalho contínuo para avaliar e monitorar o desempenho real das tecnologias de energia não convencional em ambientes urbanos. Isso inclui a implementação de projetos-piloto para validação prática e o acompanhamento de indicadores de sustentabilidade ao longo do tempo.

### 6. Compromisso com a Sustentabilidade:

As considerações parciais ressaltam a importância de um compromisso coletivo com a sustentabilidade nas áreas urbanas. A produção de energia por fontes não convencionais é apenas um componente de uma estratégia mais ampla que deve incluir eficiência energética, conservação de recursos e a adoção de estilos de vida mais sustentáveis.

Em resumo, a pesquisa até o momento reforça a tese central deste projeto de iniciação científica: a produção de energia por fontes não convencionais em áreas urbanas é uma estratégia viável, econômica e ambientalmente benéfica. No entanto, a implementação bem-sucedida requer uma abordagem holística que considere aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais. À medida que este projeto continua, espera-se que as recomendações resultantes contribuam para a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes, fornecendo energia limpa e acessível para as gerações presentes e futuras (United Nations, 2019).

## **Referências**

CLAYTON, M.; ANTHONY, E. Assessing the potential of renewable energy in urban areas: a review of current practices and limitations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 107, 1-13, 2019.

GARGIULO, M.; WILLIAMS, I. D. A review of the potential of renewable energy sources for decentralized energy supply in urban areas. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 60, 1604-1621, 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Renewables 2019: Analysis and forecast to 2024**. Paris: IEA, 2019.

---

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Global energy review 2020**. Paris: IEA, 2020.

JAMIL, F.; MOBIN, M.; AHMAD, S. A review of sustainable energy production in urban areas. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 99, 200-212, 2019.

**UNITED NATIONS (UN)**. Sustainable Development Goals, 2019. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

**WORLD BANK**. The World Bank in Brazil, 2018. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/country/brazil/overview>

**WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)**. Ambient air pollution: Health impacts, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/airpollution/ambient/en/>