

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
PAULA SOUZA
ETEC MANDAQUI
Técnico em Edificações

José Rabelo Galvão
Kainan Carvalho dos Santos
Marli Marley Garcia
Raquel de Albuquerque Inácio

A APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR DE ALTO PADRÃO

São Paulo
2025

José Rabelo Galvão
Kainan Carvalho dos Santos
Marli Marley Garcia
Raquel de Albuquerque Inácio

**A APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL PARA UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR DE ALTO PADRÃO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Técnico em
Edificações da Etec Mandaqui, orientado
pela Profª Kellen Magri Ferreira, como
requisito parcial para a obtenção do Título de
Técnico em Edificações.

São Paulo
2025

RESUMO

Este artigo aborda a urgência da adoção de práticas sustentáveis na construção civil, setor responsável por grande parte do consumo de recursos naturais e geração de resíduos. A problemática central gira em torno da escassez de recursos hídricos e energéticos, agravada por modelos construtivos tradicionais. O texto argumenta a importância de integrar tecnologias como o sistema fotovoltaico e a captação de água pluvial, apresentando um projeto arquitetônico como exemplo concreto. A residência proposta, localizada em São Paulo, demonstra como soluções tecnológicas podem aliar conforto, estética e responsabilidade ambiental, servindo como modelo replicável. A pesquisa fundamenta-se em referências técnicas, normas brasileiras e estudos de viabilidade técnica e econômica.

Palavras-chave: sustentabilidade, energia fotovoltaica, captação de água de chuva, arquitetura, construção civil

ABSTRACT

This article addresses the urgency of adopting sustainable practices in the construction industry, which is responsible for a large portion of the consumption of natural resources and the generation of waste. The central problem revolves around the scarcity of water and energy resources, aggravated by traditional construction models. The text argues for the importance of integrating technologies such as photovoltaic systems and rainwater harvesting, presenting an architectural project as a concrete example. The proposed residence, located in São Paulo, demonstrates how technological solutions can combine comfort, aesthetics and environmental responsibility, serving as a replicable model. The research is based on technical references, Brazilian standards and technical and economic feasibility studies.

Keywords: Sustainability, photovoltaic energy, rainwater harvesting, architecture, civil construction

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade na construção civil emergiu como um dos temas centrais do século XXI, especialmente diante das mudanças climáticas e da escassez crescente de recursos naturais. As edificações tradicionais, caracterizadas por elevados índices de consumo energético, materiais não renováveis e uso ineficiente da água, representam uma das principais fontes de impacto ambiental. Nesse contexto, torna-se indispensável repensar o papel dos profissionais da área de edificações e propor novas abordagens que conciliem conforto, estética e eficiência com a responsabilidade ambiental.

A emergência climática, evidenciada por eventos extremos e pela escassez hídrica em diversas regiões urbanas, também aponta para a necessidade de soluções locais que promovam a autossuficiência das habitações. A arquitetura, como expressão do modo de vida e da relação do homem com o espaço, deve assumir seu papel na construção de um futuro mais resiliente. A busca por construções sustentáveis envolve não apenas o uso de tecnologias ecológicas, mas também um compromisso ético com a redução de impactos e a preservação dos ecossistemas.

O presente trabalho visa contribuir para esse debate por meio da análise crítica de dois sistemas sustentáveis amplamente difundidos: a geração de energia elétrica a partir de painéis solares fotovoltaicos e a captação e reuso da água da chuva. Ambos os sistemas oferecem soluções diretas para problemas estruturais das cidades brasileiras, como o déficit de abastecimento hídrico e a dependência da matriz elétrica centralizada. Ao integrar essas tecnologias em um projeto de residência de alto padrão, este artigo busca demonstrar sua aplicabilidade prática e o potencial de replicabilidade em outros contextos urbanos e sociais.

A construção civil é reconhecida como uma das atividades mais impactantes ao meio ambiente. O alto consumo de energia elétrica, a demanda por água potável e a geração de resíduos são aspectos que agravam a crise ambiental. Com o aumento populacional e a urbanização acelerada, esses impactos se intensificam, tornando urgente a reavaliação dos métodos convencionais de construção. Diante desse cenário, o presente artigo propõe uma reflexão sobre o papel das soluções tecnológicas sustentáveis como ferramentas mitigadoras. A integração de sistemas de geração de energia solar e de reaproveitamento da água da chuva se apresenta como alternativa viável e eficiente, contribuindo para a transição ecológica na

construção civil.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade e os benefícios da aplicação de soluções sustentáveis – em especial a energia fotovoltaica e o sistema de captação de água de chuva – em edificações residenciais.

Pretende-se discutir como essas tecnologias podem atuar como resposta direta à problemática ambiental enfrentada globalmente, ao mesmo tempo em que garantem eficiência, conforto e economia.

Para exemplificar essa abordagem, será apresentado um projeto de residência unifamiliar de alto padrão desenvolvido com foco na integração dessas soluções, demonstrando sua aplicabilidade prática e funcional.

JUSTIFICATIVA

A motivação para a escolha do tema decorre da constatação de que, mesmo em contextos urbanos avançados, a maioria das edificações ainda é projetada com base em modelos obsoletos de consumo e descarte. Tal realidade contraria os avanços técnicos e normativos disponíveis, além de desconsiderar os benefícios econômicos e ambientais das tecnologias sustentáveis.

Outro fator relevante é a escassez de projetos que abordem a sustentabilidade de forma integrada desde a fase de concepção. Grande parte das soluções ambientais é tratada como adição posterior ao projeto arquitetônico, o que compromete sua eficiência.

Ao propor um projeto em que os sistemas de captação de energia e água são parte do conceito arquitetônico, esta pesquisa reforça a necessidade de mudança na mentalidade projetual. Além disso, a adoção de práticas sustentáveis pode contribuir para a valorização imobiliária, a redução de custos operacionais e o aumento da autonomia dos usuários. Isso é especialmente importante em um cenário econômico volátil, onde a previsibilidade de gastos com água e energia se torna um diferencial competitivo.

A crise ambiental exige mudanças estruturais em todas as áreas, e a construção civil deve assumir seu papel nesse processo. Considerando os impactos

causados pelo setor, torna-se essencial adotar práticas que minimizem o uso de recursos naturais e maximizem a eficiência energética.

A escolha pela temática se justifica pela necessidade de conscientização e promoção de soluções acessíveis e replicáveis, que aliem inovação tecnológica, estética arquitetônica e compromisso socioambiental.

O projeto apresentado visa provar que é possível, mesmo em obras de alto padrão, conciliar luxo e responsabilidade ecológica.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico, análise de normas técnicas, código de obras do município de São Paulo e estudos de caso sobre edificações sustentáveis.

A metodologia também incluiu a elaboração de um projeto arquitetônico completo, com soluções aplicadas para geração de energia limpa e reuso hídrico, seguido de estudo de viabilidade técnica, econômica e construtiva.

Os dados foram embasados em fontes como o SINAPI, legislação municipal de São Paulo (zoneamento e índices urbanísticos), e manuais técnicos sobre sistemas fotovoltaicos e hidráulicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise técnica realizada aponta que o sistema fotovoltaico on-grid instalado no projeto apresenta uma produção média estimada de 800 kWh/mês, o que representa aproximadamente 80% da demanda total da residência. Esse valor foi obtido por meio de simulações com base na radiação solar média da cidade de São Paulo, considerando perdas e eficiência dos módulos.

A economia projetada na conta de energia pode ultrapassar R\$ 7.000,00 por ano, com retorno do investimento estimado em 5 anos.

No tocante ao sistema de captação de água da chuva, a residência foi equipada com calhas em todas as águas do telhado, filtro de folhas, sistema de retenção de partículas, bomba pressurizadora e cisterna de 5.000 litros. A água coletada é destinada à irrigação do jardim e à limpeza de áreas externas, o que representa uma economia média de 30% no consumo mensal de água potável. Em épocas de

estiagem, o sistema permite autonomia parcial, reduzindo a dependência da rede pública.

O projeto também considerou critérios de conforto térmico e eficiência energética passiva, como orientação solar, ventilação cruzada, uso de materiais de alta refletância térmica, iluminação natural e dispositivos economizadores. Com isso, a residência apresenta um desempenho energético superior aos padrões mínimos exigidos pela NBR 15575.

Além dos ganhos ambientais e econômicos, destaca-se o valor educativo do projeto. A implantação das tecnologias sustentáveis promove o protagonismo dos moradores na gestão de recursos, estimula a consciência ambiental e pode inspirar vizinhos e comunidades a adotarem práticas semelhantes.

Discussão Crítica

Embora o projeto apresentado demonstre viabilidade técnica e econômica na aplicação de sistemas sustentáveis, é importante reconhecer as limitações e desafios que envolvem a adoção dessas tecnologias no contexto da construção civil brasileira.

Um dos principais problemas enfrentados é o custo inicial elevado para a instalação de sistemas fotovoltaicos e de captação de água pluvial. Mesmo com o avanço nas linhas de financiamento, muitas famílias não possuem acesso a crédito ou conhecimento técnico para avaliar a relação custo-benefício desses sistemas. Além disso, a legislação brasileira, apesar de estar em evolução (como demonstra a Resolução Normativa nº 1.059/2023 da ANEEL), ainda apresenta entraves burocráticos que dificultam a expansão da geração distribuída em determinadas regiões.

Outro ponto crítico é a dependência de condições ambientais específicas. A produção de energia solar depende da radiação solar disponível, o que pode variar significativamente entre regiões. Da mesma forma, o aproveitamento de água de chuva requer regime pluviométrico adequado e manutenção periódica dos filtros, o que nem sempre é considerado pelos usuários.

Do ponto de vista metodológico, a análise apresentada se baseia em projeções e simulações. Embora úteis, tais métodos não substituem dados empíricos reais de consumo, economia e desempenho ao longo do tempo. Portanto, recomenda-se que o modelo apresentado seja monitorado após sua implementação para validar os

dados estimados.

Além disso, a adoção de sistemas sustentáveis demanda conhecimento técnico e envolvimento dos usuários. O sucesso da aplicação está diretamente ligado ao grau de compreensão e participação dos moradores no uso e manutenção das tecnologias. Essa constatação reforça a importância da educação ambiental e da capacitação técnica como parte integrante de qualquer projeto sustentável.

Por fim, ressalta-se a importância de políticas públicas mais robustas, que incentivem não apenas a adoção de tecnologias sustentáveis por meio de subsídios e incentivos fiscais, mas também a formação de profissionais capacitados e a criação de regulamentações urbanísticas que promovam o uso racional dos recursos naturais.

Comparativamente, outras soluções sustentáveis também poderiam ser consideradas, como telhados verdes, sistemas de reaproveitamento de águas cinzas e isolamento térmico eficiente. Essas tecnologias podem se complementar aos sistemas de energia solar e captação de água da chuva, criando uma abordagem integrada mais eficaz.

Depoimentos de moradores

Para enriquecer a análise, foram realizadas entrevistas com moradores de duas residências em São Paulo que já utilizam sistemas sustentáveis de energia fotovoltaica e reaproveitamento de água da chuva há mais de dois anos.

A moradora Ana Cristina, residente no bairro da Lapa, relata: “Nos primeiros meses, a conta de energia elétrica caiu pela metade. Hoje praticamente não pagamos nada de energia. A instalação foi cara, mas já valeu a pena.”

Já o morador Carlos Henrique, do bairro Butantã, aponta: “A cisterna ajudou muito na época de estiagem. Reaproveitamos para regar o jardim e lavar a área externa. Só é importante lembrar que a limpeza do sistema deve ser feita a cada dois meses para evitar entupimentos.”

Os depoimentos reforçam que, além da economia, os sistemas sustentáveis aumentam a autonomia e despertam a consciência ambiental. No entanto, os entrevistados também apontam para a necessidade de orientação técnica e manutenção preventiva para garantir o funcionamento adequado dos sistemas.

Análise Crítica das Políticas Públicas

Apesar dos avanços na regulamentação e do surgimento de programas de incentivo, a aplicação de tecnologias sustentáveis ainda é limitada no Brasil. A Resolução Normativa nº 1.059/2023 da ANEEL, que trata do sistema de compensação de energia elétrica, e o marco legal do saneamento básico são iniciativas positivas, mas que ainda não atingem de forma eficaz toda a população.

Faltam políticas de incentivo direto ao consumidor de baixa e média renda, como subsídios para compra de equipamentos, linhas de crédito facilitadas e isenção de impostos. Além disso, programas municipais de coleta e reaproveitamento de água da chuva são escassos, mesmo em cidades com alta incidência pluviométrica.

A implementação de soluções sustentáveis esbarra também na falta de capacitação técnica, tanto de profissionais quanto de agentes públicos que atuam nos órgãos de licenciamento. A ausência de normas urbanísticas específicas que incentivem ou exijam práticas sustentáveis nos projetos habitacionais reforça a necessidade de políticas públicas mais integradas, abrangentes e acessíveis.

Limitações da Pesquisa e Propostas de Continuidade

Como limitação deste estudo, destaca-se que os dados de desempenho energético e hídrico apresentados foram obtidos por meio de simulações e estimativas teóricas, não sendo baseados em medições reais após a construção da residência. A ausência de monitoramento empírico ao longo do tempo limita a avaliação da eficiência e do retorno financeiro de longo prazo dos sistemas implantados.

Além disso, a análise do projeto foi centrada em uma residência de alto padrão, o que restringe sua representatividade para outros contextos sociais e econômicos. Fatores como área disponível, custo de instalação e perfil de consumo variam significativamente entre diferentes realidades habitacionais.

Como proposta de continuidade, recomenda-se a realização de estudos comparativos entre diferentes tipologias residenciais, a análise do comportamento dos usuários quanto à manutenção dos sistemas e a avaliação do impacto das tecnologias sustentáveis ao longo de ciclos sazonais. A criação de um banco de dados de desempenho de edificações sustentáveis também contribuiria para embasar políticas públicas e decisões técnicas mais precisas.

CONCLUSÃO

A problemática ambiental relacionada ao consumo descontrolado de recursos naturais demanda ações concretas e urgentes, principalmente nos setores mais impactantes, como a construção civil.

Este trabalho demonstrou, através de um exemplo prático, que é possível implementar soluções sustentáveis sem comprometer a estética, o conforto ou a funcionalidade das edificações. A adoção de tecnologias como o sistema fotovoltaico e a captação de água pluvial deve ser incentivada, não apenas por seu potencial de economia, mas como medida essencial para mitigar os danos ambientais causados pela urbanização. Assim, o artigo reforça a importância da sustentabilidade como diretriz inegociável para o futuro da construção civil.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Construção Sustentável. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2024.

SÃO PAULO (Município). Sistema de Consulta do Mapa Digital da Cidade de São Paulo. Disponível em: <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

SÃO PAULO (Município). Gestão Urbana - Zoneamento. Santana-Tucuruvi. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

GOOGLE. Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/R.+Felício+Tarabai>. Acesso em: 28 ago. 2024.

ANEEL. Resolução Normativa nº 1.059/2023 – Geração Distribuída no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/>. Acesso em: 18 set. 2024.