



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA ZONA SUL
ENGENHARIA CIVIL

JOÃO VICTOR CESÁRIO OLIVEIRA

ANÁLISE DOS DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA IMPLEMENTAÇÃO DE
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS:
Em Residências de Alto Padrão

TERESINA
2025

JOÃO VICTOR CESÁRIO OLIVEIRA

**ANÁLISE DOS DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA IMPLEMENTAÇÃO DE
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS:**

Em Residências de Alto Padrão

Monografia apresentada como exigência para aprovação
na disciplina TCC II do Curso de Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Zona Sul.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mairla Meneses Lopes Teles

Aprovada em: 06/02/2026

TERESINA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

O48a Oliveira, João Victor Cesário

Análise dos desafios e possibilidades da implementação de construções sustentáveis: em residências de alto padrão / João Victor Cesário Oliveira. – Teresina, PI: IFPI, 2025.

56 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Orientador: Profa. Dra. Mairla Meneses Lopes Teles.

1. Construções sustentáveis. 2. Residências de alto padrão – Construção sustentável. 3. Sustentabilidade. 4. Engenharia Civil - Sustentabilidade. I. Teles, Mairla Meneses Lopes. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. III. Título.

CDD 624

JOÃO VICTOR CESÁRIO OLIVEIRA

**ANÁLISE DOS DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA IMPLEMENTAÇÃO DE
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS:**

Em Residências de Alto Padrão

Monografia apresentada como exigência para aprovação
na disciplina TCC II do Curso de Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Zona Sul.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Mairla Meneses Lopes Teles
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Carlos Renê Gomes Ferreira
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Gilberto Gomes da Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho aos meus pais,
minha futura esposa, amigos, mestres e minha pequena Ísis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Teresina Central, pois todos direto e indiretamente contribuíram para o alcance desse resultado.

Agradeço, também, a minha família que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Agradeço ao meu Deus, que me deu força quando mais precisava.

Nada é impossível para aquele que persiste.
Alexandre, o Grande

RESUMO

Este trabalho analisa os desafios e as possibilidades da implementação de práticas sustentáveis em construções residenciais de alto padrão. A pesquisa aborda o consumo excessivo de recursos naturais pelo setor da construção civil e a necessidade de soluções que conciliem qualidade, eficiência e responsabilidade ambiental. Por meio de revisão bibliográfica e análise documental, são investigadas tecnologias e estratégias sustentáveis aplicáveis a esse segmento, como o uso de energia solar, sistemas de reuso de água e ventilação natural. O estudo evidencia que, embora existam barreiras econômicas e técnicas, a adoção de métodos sustentáveis contribui para a valorização dos imóveis e a redução dos impactos ambientais. Conclui-se que a sustentabilidade em residências de alto padrão é viável e representa um caminho promissor para o futuro da construção civil.

Palavras-chave: construção sustentável; residências de alto padrão; sustentabilidade; engenharia civil.

ABSTRACT

This study analyzes the challenges and possibilities of implementing sustainable practices in high-end residential construction. The research addresses the excessive use of natural resources within the construction industry and highlights the need for solutions that integrate quality, efficiency, and environmental responsibility. Through a literature review and document analysis, technologies such as solar energy systems, water reuse solutions, and natural ventilation are examined. The findings indicate that, although economic and technical barriers still exist, the adoption of sustainable methods enhances property value and significantly reduces environmental impacts. It is concluded that sustainability in high-end residential projects is both feasible and represents a promising direction for the future of the construction industry.

Keywords: sustainable construction; high-end residences; sustainability; civil engineering.

Aprovada em: 06/02/2026

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E FIGURAS

Figura 1	- Tabela de Certificações.....	14
Figura 2	- Fachada de Imóvel de Alto Padrão	17
Figura 3	- Edifício Eldorado Business Tower	19
Figura 4	- Obra Residencial com placas solares fotovoltaicas	20
Figura 5	- Figura Esquemática	22
Figura 6	- Figura Esquemática da Ventilação	23
Figura 7	- Figura da Metodologia	27
Figura 8	- Maquete eletrônica da obra	33
Figura 9	- Construção com BCCA.....	34
Figura 10	- Divulgação feita pela proprietária	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CRB	Conselho Regional de Biblioteconomia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
©	Copyright
®	Marca registrada
\$	Dólar
§	Seção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	JUSTIFICATIVA.....	10
3	OBJETIVOS.....	11
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
4.1	CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS (CONCEITUAÇÃO E HISTÓRICO).	12
4.2	CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS.....	13
4.3	CASAS DE ALTO PADRÃO E A RELAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE.	16
4.4	MÉTODOS E SISTEMAS SUSTENTÁVEIS ADOTADOS EM RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO	18
4.4.1	Utilização de placas solares em telhados com platibanda	19
4.4.2	Sistema de reuso de água em casas de alto padrão	21
4.4.3	Sistema de ventilação natural	23
4.4.4	Alternativas tecnológicas para redução do consumo de água.....	25
4.4.5	Estratégias para economia de energia em áreas comuns.....	25
4.4.6	Exemplos de inovações de materiais.....	26
4.4.7	Boiler de Aquecimento.....	27
4.4.7.1	Benefícios Técnicos, Econômicos e Ambientais.....	28
4.4.7.2	Desafios na Adoção do Sistema.....	29
4.4.7.3	Contribuição para Construções Sustentáveis.....	29
5	METODOLOGIA	30
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DESAFIOS.....	31
6.1	Desafios econômicos e financeiros	31

6.2	Limitações técnica e tecnológicas	32
6.3	Obstáculos normativos e legais.....	33
6.3.1	Contribuição da lei nº 8.666/1993 para construções sustentáveis	34
6.4	Aspectos culturais e de mercado.....	35
6.5	Caminhos para superar os obstáculos.....	36
6.6	Estudo de caso	37
7	CONCLUSÃO	42
8	REFERÊNCIAS	44
9	ANEXO 1 – Fontes Bibliográficas	46
9.1	ANEXO 2 – Fontes Bibliográficas 2	47

1 INTRODUÇÃO

O tema da sustentabilidade ambiental tem se destacado em diversos âmbitos da sociedade, especialmente na indústria e na produção de matérias-primas. O paradigma do desenvolvimento sustentável pressupõe que a sociedade planetária precisa buscar estratégias para suprir as necessidades das gerações do presente, sem afetar as futuras (Silva, 2019).

Essa visão implica em compreender que a sustentabilidade ambiental requer um planejamento integrado que considere os aspectos ambientais, sociais e econômicos, com o uso responsável dos recursos naturais a fim de preservá-los. Além disso, faz-se necessário ter uma visão empática com a população futura, para que ela possa usufruir os recursos que atualmente estão disponíveis.

Isso tem impulsionado inovações tecnológicas, mudanças de comportamento e de modelos produtivos; e nesse contexto o setor da construção civil, que se destaca pelo uso intensivo de recursos naturais e pela grande geração de resíduos, tem buscado se adaptar para atender às novas demandas.

Na construção civil, especialmente no segmento construções de alto padrão, onde há circulação de maiores recursos financeiros, exigência de maior qualidade e uma clientela mais atenta aos desafios ambientais, há uma crescente demanda por edificações que utilizem métodos e materiais menos agressivos ao meio ambiente, minimizando os impactos negativos nos ecossistemas. Em função disso, tem crescido o que vem sendo denominado de “construção verde” ou “construção sustentável”.

O termo construção sustentável relaciona-se à construção de uma edificação que desde sua concepção até o pós-obra gera o mínimo ou zero danos para o meio ambiente, combinando práticas racionais de uso de água e da energia solar, de gestão responsável de resíduos e a utilização e manutenção da edificação pós-obra de maneira sustentável (Silveira, 2020), a fim de favorecer a qualidade de vida do ser humano e a preservação dos ecossistemas naturais.

De acordo com o Green Building Council Brasil, responsável pela certificação de construções sustentáveis Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), o sistema de certificação de edifícios sustentáveis mais utilizado no mundo e que vem sendo cada vez mais adotado no mercado nacional (Gomes *et al.*, 2024; Bogo *et al.*, 2022), o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking de países com mais certificações emitidas (GBC, 2018). Isso teria influenciado para o país obter uma redução média de 40% no uso da água, 35% das emissões de CO₂, 30% no consumo de energia elétrica e 65% na geração de resíduos em novas construções e grandes

reformas, com as práticas sustentáveis (GBC,[s.d.]).

No entanto, mesmo com esses benefícios, a construção de alto padrão sustentável ainda não se consolidou no Brasil, tendo uma distribuição irregular nos municípios brasileiros (Gomes *et al.*, 2024; Bogo *et al.*, 2022).

Isso pode ser avaliado pelos empreendimentos que recebem certificações ambientais Leed. Embora esteja presente em todas as regiões, 91% dos empreendimentos certificados estão localizados na região Sudeste e na região Sul do país (GBC Brasil, 2023).

Este cenário é influenciado pela falta de incentivos claros para os profissionais da área e, também, pelo fato de que implementar soluções sustentáveis exige investimentos iniciais em pesquisa, tempo e recursos, o que torna os projetos mais complexos e mais caros no curto prazo (Freitas, 2025; Gomes *et al.*, 2024; Bogo *et al.*, 2022).

Além disso, muitos arquitetos e engenheiros alegam não receber o reconhecimento ou o retorno esperado por esforços nesta área, o que acaba desestimulando a adoção e a disseminação de práticas realmente inovadoras (Freitas, 2025).

; Neste contexto, a pesquisa realizada foi orientada por duas questões principais:

1. Quais os desafios que se impõem à consolidação das práticas de construção sustentável no Brasil?
2. Quais estratégias podem ser implementadas no setor da construção civil nacional, no seguimento de casas de alto padrão, para que as práticas de sustentabilidade sejam mais amplamente aceitas?

Em países mais industrializados a construção de edifícios sustentáveis é uma realidade, sendo considerada como uma fonte de investimento e uma alternativa para redução dos custos da obra (Silveira, 2020), o que torna a discussão importante, estimulando a investigação sobre as barreiras que ainda estão presentes para que governo e empresas abracem a causa da sustentabilidade.

O debate se torna mais relevante, ainda, no segmento da construção de casas de alto padrão, onde a questão financeira não é tão limitante, e onde o consumo de materiais é mais expressivo, com maior nível de qualidade nos materiais e processos, em que se busca alto desempenho estético, funcional e ambiental.

2 JUSTIFICATIVA

O setor da construção civil é amplamente reconhecido por seu grande consumo de

recursos naturais e produção de resíduos. Nesse contexto, a adoção de práticas sustentáveis na construção tornou-se uma necessidade, especialmente diante dos desafios ambientais globais, como as mudanças climáticas e a escassez de recursos. As construções sustentáveis, que incorporam práticas ecologicamente corretas, eficiência energética e responsabilidade social, apresentam uma solução promissora para diminuir os impactos ambientais e promover o uso consciente de recursos.

Embora o conceito de sustentabilidade seja amplamente difundido, sua aplicação em residências de alto padrão ainda enfrenta desafios significativos. Por um lado, há um grande potencial de integrar tecnologias avançadas e materiais de alta qualidade que reduzem a pegada ambiental; por outro lado, existem barreiras econômicas, culturais e técnicas que dificultam sua ampla adoção. Além disso, no meu âmbito de atuação, tenho observado nas obras que estive presente, uma preocupação e/ou engajamento das construtoras com a aplicação de práticas sustentáveis em relação aos desafios específicos e às possibilidades viáveis de incorporar em construções de alto padrão, considerando tanto as expectativas dos consumidores quanto as exigências regulatórias.

Este é um estudo exploratório que busca subsídios para identificar os entraves para a implementação e consolidação da construção sustentável no mercado nacional. Ao investigar os desafios e as possibilidades envolvidas, esta pesquisa contribui para ampliar o conhecimento sobre práticas sustentáveis na construção civil, oferecendo subsídios tanto para profissionais do setor, quanto para estudantes de engenharia. Consequentemente, contribuirá para a formação profissional dentro de uma visão mais ampla sobre a relação da construção civil com a questão da sustentabilidade ambiental.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os desafios e as possibilidades da implementação de práticas e métodos sustentáveis em construções de residências de alto padrão, considerando os fatores técnicos, econômicos e sociais envolvidos, e os benefícios da adoção de estratégias sustentáveis neste segmento.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever tecnologias, materiais e estratégias sustentáveis para o segmento de construção de casas de alto padrão citados na literatura especializada.
- Identificar os principais desafios enfrentados na aplicação de práticas sustentáveis em residências de alto padrão.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS (CONCEITUAÇÃO E HISTÓRICO)

A palavra “sustentável” provém do latim *sustentare* (sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar). Sustentabilidade nos dicionários está definida como a habilidade, no sentido de capacidade, de sustentar ou suportar uma ou mais condições, exibida por algo ou alguém (Lassu, 2020).

Deve-se entender que o conceito ‘sustentável’ difere do que seja ‘ecológico’. A construção sustentável tem como objetivo racionalizar os materiais utilizados, com intuito de diminuir o impacto no meio ambiente através de técnicas e tecnologias, além de se preocupar com o reuso da água e formas alternativas de energia limpa (Infoescola, 2020).

Mesmo parecendo redundante, em tempos mais recentes esta palavra tornou-se conceito e princípio. O conceito de sustentabilidade começou a ser delineado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (United Nations Conference on the Human Environment – UNCHE), realizada em Estocolmo em 1972, e cunhado pela norueguesa Gro Brundtland no Relatório “Nosso Futuro Comum” (1987). De acordo com essa definição, o uso sustentável dos recursos naturais deve suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas. (Lassu, 2020, pág.168)

Com base no conceito de desenvolvimento sustentável, propôs-se uma nova abordagem para as atividades produtivas humanas, visando atender às necessidades atuais e promover o pleno potencial das sociedades e suas economias, sem comprometer a biodiversidade, os ecossistemas naturais e a qualidade de vida das pessoas.

O objetivo é dessa mudança é beneficiar e/ou minimizar os impactos da produção humana com a adoção de processos sustentáveis. Contextualizando essa problemática no setor da construção civil, esta pesquisa foca na construção de residências; com métodos construtivos menos agressivos ao meio ambiente, utilizando-se materiais ecológicos, o reaproveitamento da

água e a utilização energia proveniente de fontes renováveis, assim como a destinação adequada dos resíduos provenientes da construção, entre alternativas.

Historicamente, observa-se que o desenvolvimento da sociedade moderna foi marcado por um longo processo de exploração predatória dos recursos naturais, intensificado a partir da Revolução Industrial, quando o domínio da energia a vapor impulsionou a produção manufatureira.

Por isso, os impactos ambientais negativos foram enormes nesta época, foi uma das principais características da revolução industrial do início do século XIX (Hobsbawm, 2014). Isso se refletiu em todos os setores produtivos, e consequentemente no setor da construção civil:

... a construção civil é uma indústria que produz grandes impactos ambientais, desde a extração das matérias-primas necessárias à produção de materiais, passando pela execução dos serviços nos canteiros de obra até a destinação final dada aos resíduos gerados, ocasionando grandes alterações na paisagem urbana, acompanhadas de áreas degradadas ... (Roth e Garcias, 2009, p. 115)

Na década de 1990 o Relatório de Brundtland publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ON, liderada pela, então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Esse relatório é um dos documentos mais importantes para a divulgação do conceito de desenvolvimento sustentável, pois estabeleceu a necessidade de equilibrar crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental (Escritório federal de desenvolvimento espacial are, 1987, p. 30). O conceito de sustentabilidade passou a ter mais força junto aos órgãos internacionais e a busca por alternativas mais eficientes e sustentáveis na construção civil se intensificou, em função da escassez de materiais, como por exemplo, o petróleo, o qual movimentava a economia do Brasil (Ibp, 2024). Consequentemente, passou a haver um forte estímulo para a sociedade começar a criar a consciência que precisa racionalizar o consumo dos recursos naturais, e isso alcançou a indústria da construção civil.

4.2 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

As certificações ambientais representam instrumentos fundamentais para aferir a sustentabilidade de edificações, permitindo avaliar de forma sistemática, padronizada e verificáveis aspectos relativos ao consumo de recursos naturais, eficiência energética e hídrica, uso de materiais, qualidade ambiental interna, impactos sobre o entorno, conforto e bem-estar dos ocupantes, além da gestão e operação da edificação (Cte,2024).

Entre os sistemas mais utilizados destaca-se o LEED, desenvolvido pelo USGBC, que adota um sistema de créditos e pontuação para classificar o desempenho sustentável das construções. Os critérios considerados abrangem localização e transporte, eficiência da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade interna dos ambientes, inovação no projeto e créditos regionais. A certificação pode atingir diferentes níveis conforme a pontuação obtida, o que confere flexibilidade ao projeto e permite priorizar determinadas áreas de sustentabilidade de acordo com o contexto.

Outro sistema relevante, mais adaptado ao contexto brasileiro, é o AQUA-HQE, derivado da certificação francesa HQE e adaptado pela Fundação Vanzolini. Diferente do LEED, o AQUA-HQE avalia o empreendimento de forma integrada e por desempenho global, abrangendo desde o planejamento e projeto até a execução e operação. Os critérios incluem aspectos como sítio e impacto sobre o entorno, uso da água, energia, resíduos, conforto térmico, acústico, visual e olfativo, qualidade do ar e da água, manutenção e conservação, buscando garantir não apenas a eficiência ambiental, mas também a saúde, o conforto e a qualidade de vida dos ocupantes.

Dessa forma, certificações como LEED e AQUA-HQE tornam-se referenciais teóricos e práticos imprescindíveis para orientar o desenvolvimento de edificações sustentáveis, servindo como referência para projetos de engenharia civil que visem a minimização de impactos, eficiência de recursos, conforto e durabilidade.

Figura 1 – Tabela de Certificações

Certificação	Origem	Foco principal	Critérios avaliados	Níveis / classificação	Aplicação típica
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	EUA (USGBC)	Sustentabilidade ambiental da edificação	Localização e transporte; eficiência da água; energia e atmosfera; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; inovação; créditos regionais	Certified, Silver, Gold, Platinum	Edificações comerciais, industriais, residenciais, interiores
AQUA-HQE	França (HQE) / Brasil (Fundação Vanzolini)	Desempenho ambiental e conforto	Energia; água; resíduos; qualidade do ar e água; conforto térmico, acústico e visual; impacto no entorno; gestão da operação	Bom, Superior e Excelente em cada categoria + desempenho global	Residenciais, comerciais, hospitais, escolas

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	Reino Unido	Eficiência ambiental e ciclo de vida	Energia; gestão; saúde e bem-estar; transporte; água; materiais; resíduos; uso do solo; poluição; inovação	Pass, Good, Very Good, Excellent, Outstanding	Edificações europeias; grandes complexos; obras públicas
WELL Building Standard	EUA (IWBI)	Saúde, bem-estar e conforto dos usuários	Ar; água; nutrição; iluminação; movimento; conforto térmico; som; materiais; mente; comunidade	Bronze, Silver, Gold, Platinum	Escritórios, escolas, hospitais, ambientes que priorizam saúde
EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies)	IFC/World Bank	Economia de recursos e eficiência operacional	Redução mínima de 20% em energia, água e energia incorporada nos materiais	EDGE Standard, EDGE Advanced, Zero Carbon	Edificações residenciais e comerciais em países emergentes
CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)	Japão	Performance ambiental e eficiência energética	Eficiência energética; qualidade interna; impacto ambiental externo; materiais; controle de ruído e vibração	C, B ⁻ , B ⁺ , A, S	Tipicamente aplicado no Japão; foco em alta eficiência técnica
ENERGY STAR for Buildings	EUA (EPA)	Eficiência energética	Consumo energético e desempenho operacional	Score 1–100 (certificação ≥75)	Prédios comerciais, escolas, hospitais
Living Building Challenge (LBC)	EUA (ILFI)	Sustentabilidade total e autossuficiência	Água, energia, materiais, lugar, beleza, equidade, saúde	Certificação “Living Building” (desempenho real)	Edificações experimentais e altamente sustentáveis
Green Star	Austrália	Eficiência ambiental e bem-estar	Gestão; qualidade do ambiente interno; energia; transporte; água; materiais; emissões; inovação	4, 5 ou 6 Stars	Edificações comerciais, residenciais e projetos urbanos
HQE International	França	Conforto + desempenho ambiental	Energia; água; resíduos; saúde; conforto; gestão	Good, Very Good, Excellent	Edificações internacionais adotando padrões franceses

Fonte: Autor (2025).

4.3 CASAS DE ALTO PADRÃO E A RELAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Das majestosas mansões coloniais aos modernos condomínios sustentáveis, essas habitações têm acompanhado o desenvolvimento econômico e tecnológico do país, simbolizando não apenas conforto e exclusividade, mas também o estilo de vida da elite brasileira (Pecly, 2014). Isso mostra como casas de alto padrão no Brasil retratam a evolução da sociedade e as transformações no comportamento das elites ao longo do tempo.

Residências de alto padrão, são definidas como edificações unifamiliares que possuem projetos de alta complexidade, maior nível de detalhamento, com o foco no luxo e sofisticação do cliente. Estas casas apresentam um nível de acabamento superior as tradicionais, são utilizados materiais com um alto custo, design arquitetônico elaborado, com enormes cômodos e vãos, além de uma ampla gama de comodidades, dentre outros aspectos (Conx, 2022):

1. **Localização Privilegiada:** Normalmente localizadas em áreas privilegiadas, como bairros elegantes, condomínios exclusivos, regiões com vistas deslumbrantes ou próximas a centros urbanos.
2. **Design e Arquitetura Inovadores:** Projetos arquitetônicos exclusivos, desenvolvidos por arquitetos de prestígio, valorizando a estética e a funcionalidade.
3. **Materiais e Acabamentos de Alta Qualidade:** Utilizam materiais como mármore, granito, madeiras de lei, vidros especiais e metais de alta durabilidade.
4. **Infraestrutura Completa:** Oferecem recursos como automação residencial, cozinhas gourmet, áreas de lazer sofisticadas (como piscinas aquecidas, spas, academias e cinemas privados), além de sistemas de segurança avançados.
5. **Espaços Amplos e Integrados:** Ambientes espaçosos, bem iluminados e integrados, focando no conforto e na praticidade.
6. **Sustentabilidade e Tecnologia:** Frequentemente incorporam soluções sustentáveis, como painéis solares, aproveitamento de água da chuva e tecnologias de eficiência energética.

Figura 1 – Fachada de imóvel de alto padrão



Fonte: One Luxo (2022).

A integração de casas de alto padrão com o conceito de sustentabilidade se adequa às demandas atuais relacionadas ao problema do aquecimento global e à escassez de recursos naturais, como se observa na imagem inserida: uma residência moderna, cercada por vegetação integrada à arquitetura, que evidencia o uso consciente do ambiente, o aproveitamento de áreas verdes e a harmonia entre luxo, eficiência ambiental e bem-estar;

As edificações de padrão elevado, frequentemente caracterizadas por acabamentos sofisticados, grandes volumes internos e sistemas construtivos complexos, demandam quantidades substanciais de recursos naturais, desde materiais de alto custo, como aço, vidro e concreto, até consumo intenso de água e energia durante a construção e operação. Além disso, o custo dessas construções é elevado não apenas pela mão de obra qualificada, mas também pela infraestrutura técnica (automação, climatização, iluminação de alto desempenho), o que reforça seu impacto ambiental e econômico significativo (Acqua design, 2025).

Com isso, técnicas de sustentabilidade minimizam os impactos da construção, além de favorecer uma redução financeira nos custos de manutenção da edificação, a longo prazo. Soluções alternativas como a utilização de sistema de reuso de água integrado ao jardim com irrigação automática, telhado verde que favorece no conforto térmico e acústico, além varandas e vãos (esquadrias) amplos que favorecem a circulação de ar e a iluminação natural nos ambientes.

De acordo com a Administração de Segurança Física e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos (Dt, 2004), verifica-se um aumento de 10,9% na produtividade e na disposição das pessoas que trabalham ou residem em ambientes com boa circulação de ar e iluminação natural, reforçando a importância de soluções arquitetônicas que priorizam o conforto ambiental e a qualidade de vida.

4.4 MÉTODOS E SISTEMAS SUSTENTÁVEIS ADOTADOS EM RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO

Adotar métodos e sistemas sustentáveis em residências de alto padrão é uma decisão que alia sofisticação e responsabilidade ambiental. Essas práticas não apenas garantem maior eficiência no uso de recursos, mas também promovem um estilo de vida mais harmônico com o meio ambiente. Com investimentos em soluções tecnológicas e sustentáveis, é possível transformar residências de alto padrão em referências de sustentabilidade, pois são edificações com inovações, atrelando o conforto e sofisticação em um ambiente sustentável, com menos impactos aos ecossistemas naturais (Keeler, 2010).

A sustentabilidade não é apenas uma tendência, mas uma necessidade em um mundo cada vez mais preocupado com as mudanças climáticas, esgotamento dos recursos naturais, conservação de água e energia, ambientes com maior ventilação natural. Portanto, mediante aos fatos citados, faz-se necessário que as casas de alto padrão sustentáveis sejam bem planejadas por profissionais especializados da área, pois podem surgir impasses construtivos logo após ao início precoce da obra, com pouco ou quase nenhum planejamento, pois há muitos detalhes que devem ser analisados.

Segundo Silveira (2020) na elaboração de um projeto sustentável buscam-se atender alguns requisitos:

- Preservação das árvores nativas existentes no terreno, pois elas garantem a estabilidade do solo e ventilam o ambiente;
- Uso de iluminação natural buscando economia de energia;
- Uso de coberturas verdes para dar conforto térmico e retenção da água da chuva;
- Adoção de materiais de construção não prejudiciais à saúde ou ao meio ambiente. Por exemplo: a pintura da casa pode ser feita com tintas à base de água, em vez de óleo ou outras tintas industriais, que proporcionam as características física e químicas adequadas para cada projeto;
- Uso de madeiras certificadas, que são aquelas nos quais há a garantia de que sua retirada do ambiente foi realizada corretamente e que é advinda de florestas de manejo adequados;
- Utilização de reciclados da construção e pavimentação permeável (Silveira, 2020).

Em edificações de alto padrão, a aplicação de métodos e sistemas sustentáveis, não apenas agrega valor à propriedade assim como, reflete um compromisso com o futuro do planeta. Neste trabalho, serão pesquisadas soluções tecnológicas e de design que podem ser implementadas para tornar construções de casas de alto padrão mais eficiente e ambientalmente responsável.

Um exemplo, embora seja um edifício comercial, mas que confirma os benefícios da construção sustentável aliados à excelência de qualidade e de eficiência é o Edifício Eldorado Business Tower. Com uma arquitetura moderna e sofisticada, utilizando tecnologias sustentáveis em todos os sistemas operacionais, está localizado em São Paulo, com área construída de 128.645 m², em um terreno de 10.379 m², e composto por 32 pavimentos, 4 subsolos (1.805 vagas), edifício garagem com 7 pavimentos, centro de convenções e heliporto.

Figura 2 –Eldorado Business Tower



Fonte: Acervo Aflalo/Gasperini (1998).

O prédio utiliza sistemas avançados de refrigeração dos ambientes, adotando vidros de alta performance que; reduzem significativamente o consumo de energia. Além disso, a economia de água é um destaque, com o edifício alcançando uma redução de 33% no uso de água potável em comparação com os padrões norte-americanos, graças a tecnologias de reutilização de água e equipamentos de baixo consumo (Cte, 2024).

Diante disso, podemos observar as técnicas que auxiliam na redução de gastos energéticos, por tanto podem ser inseridas em casas de alto padrão, mas sem deixar de lado a essência da sofisticação e luxo. Esses métodos são importantes também para a valorização do imóvel, tornando único e referências de estilo de vida, além de contribuir com meio ambiente.

A partir de prospecção bibliográfica foram identificadas as técnicas sustentáveis mais frequentes em obras de alto padrão, direcionadas para os sistemas operacionais elétricos e hidrossanitários, bem como para o conforto e bem-estar dos moradores.

4.4.1 Utilização de placas solares em telhados com platibanda

Casas de alto padrão tendem a consumir mais energia devido ao uso de equipamentos de alto desempenho, climatização constante (como ar-condicionado/split) e sistemas de iluminação e automação avançados. A energia solar pode reduzir significativamente o valor da conta de forma gradativa, pode chegar em torno de 95% desconto. Esse investimento estima-se que o retorno financeiro está em média por volta de 5 anos, além de uma duração longa dos equipamentos entorno de 2 décadas (Agência brasil, 2022).

Além disso, a energia solar é uma solução que promove a sustentabilidade, reduzindo a pegada de carbono e contribuindo significativamente para o combate às mudanças climáticas. Com a redução de cerca de 1,5 tonelada de CO₂ por ano por residência, porque essa tecnologia gera eletricidade a partir de uma fonte limpa e renovável: a luz solar. Isso elimina ou reduz a necessidade de usar eletricidade proveniente de fontes não renováveis, como as usinas termelétricas, que queimam combustíveis fósseis (Electy, 2022).

Esses sistemas reforça a responsabilidade ambiental de quem adota essa tecnologia. Esse compromisso também fortalece a imagem dos proprietários como agentes de mudança, demonstrando que é possível aliar luxo com modernidade, inserindo placas solares em telhados com platibanda, que possui uma função de deixar essa estrutura energética embutida, tornando invisível em uma vista frontal da fachada da casa, favorecendo a beleza e harmonia.

Figura 3 – Obra Residencial com placas solares fotovoltaicas



Fonte: Taldi Engenharia (2024).

A adoção da energia solar proporciona uma defesa contra a inflação energética, caracterizada no Brasil por constantes elevações nas tarifas de eletricidade, frequentemente

resultantes de crises hídricas e da dependência de fontes não renováveis. Além disso, os incentivos fiscais e as opções de financiamento disponíveis tornam essa tecnologia progressivamente mais acessível, impulsionando o crescimento da energia solar no país (Minha casa solar, 2018).

Apesar dos progressos alcançados, ainda persistem alguns impasses. Um dos principais desafios é o elevado custo dos sistemas de energia solar, apesar da considerável diminuição nos preços dos painéis solares nos últimos anos. Ainda assim, o investimento inicial pode ser um obstáculo significativo para muitas pessoas e empresas.

4.4.2 Sistema de reuso de água em casas de alto padrão

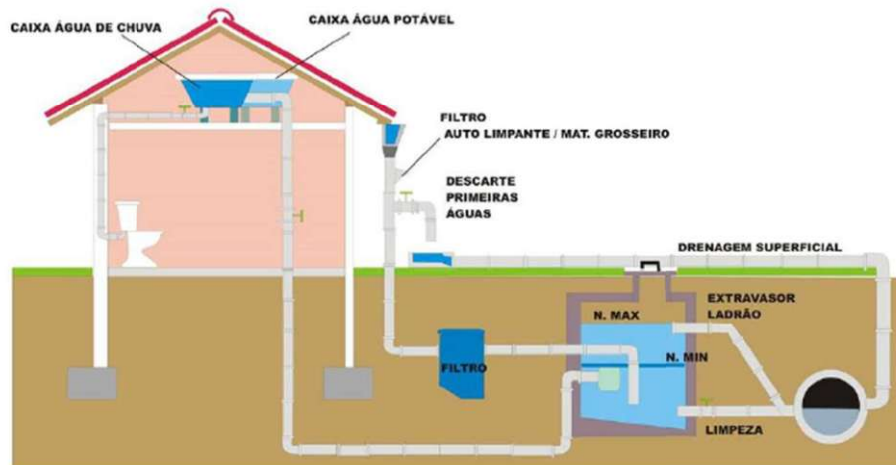
A coleta e reutilização da água que já foi utilizada ou a pluvial, é uma prática essencial em residências de alto padrão. Pois casas desse nível de padrão, costuma-se ter piscinas, sistema de irrigação, área gourmet e diversos banheiros, os quais utilizam uma grande quantidade de água. Entretanto sistemas de captação podem ser instalados para armazenar água que pode ser utilizada em irrigação, limpeza e até mesmo em sistemas sanitários.

Segundo a Agência Nacional de Águas (Ana, 2017), mais de 35 milhões de pessoas ainda não têm acesso à água tratada no Brasil e o sistema de abastecimento de água potável gera 37% de perdas, em média. A falta de tratamento do esgoto compromete mais de 110 mil quilômetros dos rios brasileiros que recebem os dejetos.

Então pensando nessa problemática citada anteriormente, um conjunto tecnologias de tratamento de águas cinzas permitem que águas residuais sejam filtradas e reaproveitadas para usos não potáveis. Portanto, o reuso de água deve partir do projeto de hidrossanitário da edificação, deve-se fazer a previsão do uso de materiais para coleta e aproveitamento de água de chuva, tais como calhas, reservatórios, filtros e bombas (Agência brasil, 2022).

A implantação de um sistema para tratamento de efluentes, para águas cinzas (águas que vêm de atividades domésticas) e águas pluviais, é de extrema importância esse primeiro processo. Após isso, é destinada para diversos usos do cotidiano, menos para a ingestão.

Figura 4 – Figura Esquemática



Fonte: Salomão, Mariana Athayde (2019).

1. Coleta da Água da Chuva e Doméstica:

A água da chuva é coletada a partir do telhado da casa e direcionada para calhas.

Água da cozinha é coletada por uma tubulação específica e destinada para a filtragem.

2. Filtragem Inicial:

Antes de entrar no sistema principal, a água passa por um filtro autolimpante que retém materiais grosseiros como folhas, galhos e detritos.

3. Descarga das Primeiras Águas:

Um mecanismo descarta as primeiras águas da chuva, que geralmente contêm mais impurezas (poeira e sujeira do telhado).

4. Passagem por um Segundo Filtro:

Após a eliminação das primeiras águas, o restante passa por outro filtro, melhorando ainda mais a qualidade da água antes do armazenamento.

5. Armazenamento em Cisterna:

A água filtrada é armazenada em um reservatório subterrâneo (cisterna), onde são controlados os níveis mínimos (N. MIN) e máximo (N. MAX).

6. Drenagem e Extravasor:

Caso o reservatório atinja seu limite (N. MAX), o excedente é descartado por um extravasor ladrão, que pode direcionar a água para um sistema de drenagem superficial.

7. Distribuição e Uso:

A água armazenada pode ser bombeada para usos não potáveis, como descargas sanitárias, irrigação de jardins e limpeza de áreas externas.

8. Manutenção e Limpeza:

O sistema conta com um ponto de limpeza periódica para remover sedimentos e impurezas acumuladas na cisterna.

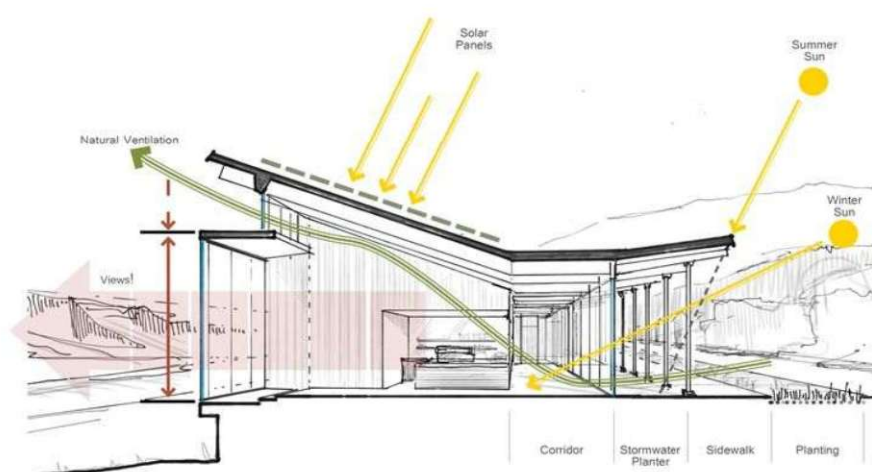
Este sistema permite o aproveitamento sustentável da água da chuva, reduzindo o consumo de água potável e contribuindo para a economia e preservação ambiental.

A reutilização de água em residências de alto padrão vai além de uma escolha ambientalmente consciente; é uma tendência que integra tecnologia, design e sustentabilidade. Com a adoção de soluções inovadoras, é possível diminuir o impacto ambiental, economizar recursos e ainda adicionar um toque de sofisticação ao lar. Esta prática se destaca como um componente essencial para o futuro das construções sustentáveis

4.4.3 Sistema de ventilação natural

Investir em soluções de ventilação e iluminação natural é, sem dúvida, um passo importante para quem deseja construir de maneira consciente e sustentável, alinhando-se às necessidades ambientais e ao bem-estar humano.

Figura 5 – Figura Esquemática da Ventilação



Fonte: ArchiIctecture, Minarik (2021).

A arquitetura utiliza a ventilação como estratégia fundamental para captar o ar externo distribuí-lo adequadamente nos ambientes internos. A gestão eficiente dessa troca de ar com o meio externo é essencial para garantir uma atmosfera confortável, tornando os espaços mais

refrescantes, melhorando a qualidade respiratória dos usuários e reduzindo a necessidade de sistemas artificiais de refrigeração, o que por consequência, diminui o consumo energético. Além disso, essa renovação do ar pode ocorrer tanto por meios naturais quanto mecânicos. Correntes de ar bem direcionadas e estáveis contribuem para a eliminação da umidade, a redução de poluentes e o fornecimento de um fluxo de ar mais saudável

Para isso, um sistema de ventilação eficaz deve estar alinhado ao contexto do projeto, considerando fatores como localização geográfica, materiais empregados, soluções arquitetônicas adotadas e os hábitos dos usuários que ocupam o espaço (Stouhi Dima, 2021).

Casas de alto padrão costumam apresentar espaços amplos, com pé-direito alto, grandes aberturas e integração entre ambientes internos e externos. Esses elementos arquitetônicos favorecem a ventilação natural, trazendo benefícios como:

1. Maior Circulação:

Ambientes amplos permitem uma movimentação mais eficiente do ar, reduzindo o calor e proporcionando um clima interno mais agradável. Janelas estrategicamente posicionadas intensificam essa ventilação cruzada.

2. Integração com Áreas Externas:

Espaços amplos geralmente incluem varandas, terraços e jardins, criando uma conexão harmoniosa entre o interior e o exterior. Essa transição facilita a entrada de brisas naturais e melhora a qualidade do ar.

3. Redução da Sensação de Calor:

Com pé-direito alto e grandes aberturas, o ar quente tende a subir e sair pela parte superior das construções, mantendo os ambientes mais frescos e reduzindo a necessidade de climatização artificial.

4. Melhor Iluminação e Eficiência Energética:

A ventilação natural, combinada com grandes vãos e aberturas, diminui o uso de ar-condicionado e iluminação artificial, tornando o imóvel mais sustentável e eficiente.

5. Conforto e Sofisticação: Casas de alto padrão buscam oferecer o máximo de conforto aos moradores. A ventilação natural integrada a espaços amplos melhora a experiência de bem-estar, tornando os ambientes mais agradáveis e sofisticados (Ugreen, 2024).

Observa-se, que ao integrar ventilação natural a uma arquitetura bem planejada, é possível unir eficiência, sofisticação e sustentabilidade, garantindo uma residência de alto padrão que proporciona não apenas luxo, mas também qualidade de vida para seus moradores. Diante de tantas possibilidades técnicas, no entanto, a literatura aponta barreiras e dificuldades para a adoção da sustentabilidade na prática das construções de alto padrão.

4.4.4 Alternativas tecnológicas para redução do consumo de água

A adoção de tecnologias destinadas à racionalização do uso da água tem sido um dos pilares das práticas de construção sustentável, especialmente em edificações residenciais e de uso coletivo. Segundo (John e Agopyan,2002), a gestão eficiente da água deve considerar tanto a minimização do consumo quanto a possibilidade de reaproveitamento, contribuindo para menor pressão sobre mananciais e redes públicas. Nesse contexto, dispositivos economizadores, como redutores de vazão em torneiras, arejadores e mecanismos de fechamento automático, são amplamente reconhecidos por reduzir o consumo sem comprometer o conforto do usuário (Silva, 2007). Estudos demonstram que redutores simples podem diminuir o volume consumido em lavatórios e cozinhas em até 50%, dependendo do modelo e da pressão de alimentação (Kibert, 2016).

Além disso, sistemas de reuso de águas cinzas provenientes de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar têm se consolidado como solução eficiente para abastecimento de bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de áreas externas. A literatura nacional destaca que sistemas de reuso podem reduzir o consumo de água potável entre 25% e 40% em edificações multifamiliares (Pereira,2017), ao mesmo tempo em que promovem maior resiliência hídrica em cenários de escassez. A incorporação dessas tecnologias também é incentivada por certificações ambientais como LEED e AQUA-HQE, que atribuem pontuação específica para práticas de racionalização e reuso de água.

Assim, soluções como redutores de vazão, dispositivos de controle automático e sistemas de reuso configuram estratégias eficazes, de baixo custo e amplamente estudadas na literatura, contribuindo significativamente para a eficiência hídrica em projetos de engenharia civil e edificações sustentáveis.

4.4.5 Estratégias para economia de energia em áreas comuns

A eficiência energética é um dos principais vetores da sustentabilidade na construção civil, sendo amplamente abordada em certificações e normas técnicas internacionais. Estudos apontam que grande parte do consumo energético de edifícios está associada à iluminação, sobretudo em áreas comuns de condomínios, como halls, escadas, estacionamentos e circulações (Ashrae, 2017). Nesse sentido, a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED com maior vida útil e menor demanda energética representa uma das intervenções mais eficientes e de melhor

custo-benefício. De acordo com (Kibert,2016), tecnologias LED podem reduzir o consumo em até 80% quando comparadas às lâmpadas incandescentes ou fluorescentes tradicionais.

Outra solução amplamente discutida na literatura é o uso de sensores de presença e fotocélulas para controle automático da iluminação em ambientes de passagem ou com baixa permanência. Sistemas de automação desse tipo evitam iluminação desnecessária e garantem que as luminárias sejam acionadas apenas quando há demanda, gerando economia energética significativa. Estudos de Grau e (Horman, 2005) mostram que a combinação entre iluminação eficiente e sensores pode reduzir o gasto de energia elétrica em áreas comuns entre 30% e 60%.

Ainda, práticas como setorização de circuitos, controle dimerizado e integração com iluminação natural são frequentemente recomendadas em manuais de eficiência energética e em normas como o ASHRAE 90.1. Em conjunto, tais medidas contribuem para redução de custos operacionais, aumento da vida útil dos equipamentos e menor impacto ambiental, consolidando sua relevância em projetos sustentáveis.

4.4.6 Exemplos de inovações de materiais

A implementação de construções sustentáveis em residências de alto padrão exige a adoção de soluções construtivas que conciliem desempenho técnico, eficiência ambiental, viabilidade econômica e conformidade com normas técnicas vigentes. Nesse contexto, materiais inovadores vêm sendo estudados como alternativas ao uso convencional de insumos de alto impacto ambiental, contribuindo para a redução da pegada de carbono e para o atendimento a critérios de sustentabilidade e desempenho (Sebrae,2023).

1 – Calcário biogênico produzido por algas unicelulares:

O calcário produzido a partir de algas unicelulares, desenvolvido pelo *Living Materials Laboratory* da Universidade do Colorado Boulder, baseia-se na biofixação do dióxido de carbono (CO_2) por meio da fotossíntese, convertendo-o em carbonato de cálcio de origem biogênica. Diferentemente do processo convencional de produção do clínquer, que envolve a calcinação do calcário e resulta em elevadas emissões de CO_2 , essa tecnologia reduz significativamente a pegada de carbono do material cimentício.

Em residências de alto padrão, esse tipo de material apresenta potencial aplicação em elementos estruturais e de vedação, especialmente quando associado a sistemas construtivos inovadores, contribuindo para edificações classificadas como carbono neutro ou carbono negativo. Sua utilização está alinhada aos princípios estabelecidos na ABNT NBR ISO 14040 e

NBR ISO 14044, que tratam da avaliação do ciclo de vida (ACV) de produtos, além de atender às diretrizes de desempenho ambiental previstas na ABNT NBR 15575.

2 – Ladrilhos bioativos para tratamento de água:

Os ladrilhos bioativos desenvolvidos pelo *Bio-Integrated Design Lab* da *Bartlett School of Architecture* utilizam microalgas incorporadas a materiais naturais, como argila e laterita, com geometria biomimética que favorece o escoamento superficial da água. Durante esse processo, ocorre a remoção de corantes químicos e metais pesados, promovendo a melhoria da qualidade da água.

Em residências de alto padrão, esses ladrilhos podem ser aplicados em fachadas, áreas externas, jardins filtrantes e sistemas de reaproveitamento de águas pluviais, agregando valor estético e funcional ao empreendimento. Essa solução contribui para o atendimento às diretrizes da ABNT NBR 15527 (Aproveitamento de água de chuva) e aos requisitos de sustentabilidade e eficiência hídrica previstos na ABNT NBR 15575, especialmente no que se refere à durabilidade e manutenção dos sistemas construtivos.

3 – Tijolos produzidos a partir de micélio de fungos:

Os tijolos de micélio, desenvolvidos pela empresa *Ecovative*, são produzidos a partir da combinação de resíduos vegetais e micélio, que cresce de forma controlada até atingir a resistência necessária. O processo dispensa a queima em altas temperaturas, reduzindo drasticamente o consumo energético e as emissões de gases de efeito estufa.

Para residências de alto padrão, esses elementos apresentam potencial aplicação em vedações internas, painéis arquitetônicos e elementos não estruturais, contribuindo para conforto térmico e acústico. Sua adoção está relacionada aos critérios de desempenho térmico e acústico estabelecidos na ABNT NBR 15575, bem como aos princípios de sustentabilidade e eficiência energética previstos na ABNT NBR ISO 50001.

4.4.7 Boiler de Aquecimento

O boiler de aquecimento de água consiste em um sistema de armazenamento térmico que mantém a água aquecida para uso doméstico, podendo ser alimentado por diferentes fontes de energia, como eletricidade, gás ou, de forma mais sustentável, por sistemas de aquecimento solar e bombas de calor. Em residências de alto padrão, caracterizadas por elevado consumo de água quente especialmente em banhos, cozinhas, lavanderias, piscinas aquecidas e sistemas de

conforto térmico, o boiler se apresenta como uma solução estratégica para a eficiência energética e a redução de impactos ambientais (ABNT,2008).

Imóveis de alto padrão, apesar de frequentemente incorporarem tecnologias modernas, apresentam consumo energético significativamente superior à média residencial. Esse consumo elevado está diretamente associado ao uso intensivo de equipamentos elétricos, sistemas de climatização, automação e conforto térmico. Nesse cenário, a adoção de soluções sustentáveis não se limita apenas à redução de custos operacionais, mas também à mitigação dos impactos ambientais associados à geração de energia e à emissão de gases de efeito estufa.

O uso de boilers integrados a sistemas de aquecimento solar surge como uma alternativa eficiente, alinhada aos princípios da construção sustentável, ao promover o uso de fontes renováveis, reduzir a dependência da rede elétrica e otimizar o desempenho energético da edificação. (Empresa de Pesquisa Energética,2011).

A principal possibilidade de aplicação sustentável do boiler em residências de alto padrão ocorre por meio da integração com sistemas de aquecimento solar térmico. Nesse arranjo, coletores solares captam a radiação solar e transferem o calor para a água armazenada no boiler, garantindo o fornecimento contínuo de água quente mesmo em períodos de menor insolação, graças ao armazenamento térmico.

Além disso, a associação do boiler com bombas de calor (aerotermia) amplia ainda mais a eficiência do sistema, uma vez que essas tecnologias utilizam energia elétrica de forma altamente eficiente, extraindo calor do ar ambiente. Essa combinação resulta em significativa economia energética quando comparada aos sistemas convencionais de chuveiros elétricos ou aquecedores de passagem.

Outro avanço relevante é a integração do boiler com sistemas de automação residencial, comuns em imóveis de alto padrão. Essa integração permite o controle inteligente da temperatura, do horário de aquecimento e do consumo, evitando desperdícios e melhorando o desempenho energético global da residência.

4.4.7.1 Benefícios Técnicos, Econômicos e Ambientais

A implementação de boilers sustentáveis traz benefícios expressivos sob diferentes perspectivas. Do ponto de vista energético, há uma redução considerável do consumo de eletricidade nos horários de pico, o que contribui para a estabilidade do sistema elétrico e reduz a necessidade de expansão da infraestrutura energética.

Economicamente, embora o investimento inicial seja superior ao de sistemas convencionais, o retorno financeiro ocorre ao longo do tempo por meio da redução das contas de energia, especialmente em residências com alto consumo de água quente. Em imóveis de alto padrão, esse custo inicial tende a ser diluído no orçamento global da obra, tornando-se ainda mais viável.

Sob o aspecto ambiental, o uso de boilers associados a fontes renováveis reduz a emissão de dióxido de carbono (CO₂), diminui a dependência de fontes não renováveis e contribui para a mitigação dos impactos ambientais da construção civil, setor reconhecido como um dos maiores consumidores de recursos naturais.

4.4.7.2 Desafios na Adoção do Sistema

Apesar das vantagens, a implementação de boilers sustentáveis enfrenta alguns desafios. Entre eles, destacam-se o custo inicial elevado, a necessidade de planejamento adequado ainda na fase de projeto arquitetônico e hidrossanitário, e a demanda por mão de obra especializada para instalação e manutenção.

Outro fator relevante é a resistência cultural e a falta de conhecimento técnico por parte de construtores e usuários finais, que muitas vezes associam sustentabilidade apenas a custos adicionais, sem considerar os ganhos a médio e longo prazo. Em residências de alto padrão, onde o foco frequentemente está no design e na estética, a integração técnica do sistema deve ser cuidadosamente planejada para não comprometer o projeto arquitetônico.

4.4.7.3 Contribuição para Construções Sustentáveis

A adoção de boilers de aquecimento representa uma solução madura, tecnicamente viável e alinhada às diretrizes de sustentabilidade na construção civil. Em residências de alto padrão, esse sistema não apenas reduz impactos ambientais, mas também agrega valor ao imóvel, melhora o conforto dos usuários e fortalece o compromisso com práticas construtivas responsáveis.

Assim, o boiler de aquecimento se consolida como uma tecnologia-chave dentro do contexto de construções sustentáveis, demonstrando que é possível aliar conforto, sofisticação e responsabilidade ambiental em projetos residenciais de alto padrão.

5.0 METODOLOGIA

A elaboração deste estudo baseou-se em uma pesquisa bibliográfica descritiva e qualitativa, voltada à compreensão dos principais desafios e estratégias relacionadas às práticas sustentáveis na construção civil. O objetivo foi reunir e analisar produções científicas que abordam os aspectos econômicos, financeiros, tecnológicos e gerenciais que influenciam na adoção de medidas sustentáveis no setor.

O levantamento das fontes foi realizado em bases acadêmicas de acesso público, como Google Acadêmico, Scielo, Periódicos CAPES e repositórios institucionais de universidades brasileiras, com ênfase em dissertações, artigos e relatórios técnicos publicados entre 2010 e 2024.

Foram utilizadas palavras-chave combinadas em diferentes contextos, como: “*construção sustentável*”; “*práticas de canteiro de obras*”; “*casas de alto padrão*”, “*obstáculos econômicos*”, “*estratégias sustentáveis*”, e “*custos da construção verde*”.

A seleção das obras considerou como critérios:

- relevância do conteúdo para o tema;
- abordagem específica de barreiras econômicas e financeiras;
- aplicabilidade dos resultados ao contexto brasileiro; e
- atualidade da publicação.

Após a leitura dos textos, as informações foram organizadas em um quadro síntese, com o propósito de identificar os principais autores, os enfoques adotados e as contribuições para o entendimento do tema. Esse procedimento permitiu estabelecer uma base teórica mais segura para discutir os desafios e estratégias das práticas sustentáveis.

A análise seguiu o esquema metodológico ilustrado a seguir:

Figura 6 – Figura da Metodologia



Fonte: Autor (2025)

Os resultados da revisão bibliográfica serão apresentados conforme classificação temática feita a partir das similaridades de ideias entre os autores consultados.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A construção civil ocupa um papel central no desenvolvimento urbano e econômico do país, mas também configura entre os setores que mais geram impactos ao meio ambiente. A crescente demanda por habitações, obras de infraestrutura e edificações comerciais intensificou o consumo de recursos naturais, a geração de resíduos e o uso de energia, o que exige novas formas de planejamento e gestão, com isso a construção verde está em expansão, com um aumento de 40% em 2023, segundo a Setec (Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Governo Brasileiro).

Nesse contexto, as práticas sustentáveis emergem como alternativas indispensáveis para alinhar o crescimento econômico à preservação ambiental e ao bem-estar social. No entanto, transformar esse ideal em prática ainda é um desafio complexo, especialmente quando se analisam as barreiras que dificultam sua aplicação no cotidiano das empresas.

6.1 DESAFIOS ECONÔMICOS E FINANCEIROS

Mesmo em construções de alto padrão, a adoção de práticas sustentáveis enfrenta barreiras econômicas que dificultam sua consolidação. O alto custo inicial de tecnologias limpas, sistemas de reaproveitamento de água, painéis solares e materiais ecológicos é um dos principais entraves, especialmente pela falta de incentivos fiscais e linhas de crédito específicas. Esses investimentos são frequentemente percebidos como gastos sem retorno imediato, o que limita a aplicação de soluções mais abrangentes (Rocha, 2018).

A adoção de práticas sustentáveis na construção civil ainda enfrenta barreiras significativas relacionadas aos altos custos iniciais de implantação e à escassez de incentivos governamentais ou políticas fiscais adequadas. Muitas empresas encaram os investimentos em sustentabilidade como gastos sem retorno imediato, o que gera resistência e limita a aplicação de soluções mais inovadoras (Portal de revista da USP, 2025). Essa dificuldade é agravada pela demora no retorno financeiro e pela falta de valorização do mercado consumidor, que ainda não reconhece plenamente os benefícios ambientais e sociais embutidos em construções sustentáveis.

Agopyan e John (2011) explicam que os materiais sustentáveis ainda têm preços elevados devido à baixa escala de produção e à dependência de importações. Em empreendimentos de luxo, essa realidade se intensifica, pois há a necessidade de compatibilizar desempenho ambiental e conforto estético, elevando custos de projeto e execução. Além disso, muitos empreendimentos

de alto padrão utilizam a sustentabilidade apenas como estratégia de marketing verde, sem alcançar uma redução real dos impactos ambientais (Santos, 2020).

Outro ponto crítico é a ausência de planejamento financeiro e técnico integrado, o que gera desperdício de recursos e aumento do custo final (Silva, 2022). Falta também uma estrutura de mercado consolidada e parâmetros claros para medir o retorno econômico das práticas sustentáveis. Assim, o desafio financeiro vai além dos custos diretos: envolve a carência de incentivos, de profissionais especializados e de visão de longo prazo por parte dos empreendedores.

Superar essas barreiras exige políticas públicas eficazes, ampliação da oferta de produtos sustentáveis e uma mudança de mentalidade no setor empresarial. A sustentabilidade precisa ser compreendida como investimento estratégico e valorização do imóvel, e não apenas como um custo adicional.

Nos estudos de caso analisados por (Rocha,2018), observou-se que, embora algumas construtoras adotem medidas pontuais, como o reaproveitamento de águas servidas, a utilização de madeira certificada, a coleta seletiva e o gerenciamento de resíduos, tais ações são frequentemente restringidas por limitações orçamentárias. O custo de tecnologias limpas, a implantação de sistemas de energia renovável e o uso de materiais ecológicos permanecem elevados, dificultando sua adoção, sobretudo por empresas de pequeno e médio porte. Além disso, a baixa credibilidade em relação à durabilidade e à eficiência de produtos reciclados reforça a preferência por materiais convencionais, de menor custo e maior impacto ambiental.

Diante desse cenário, o principal desafio econômico das práticas sustentáveis não está apenas nos custos diretos de implantação, mas na ausência de uma estrutura de apoio que incentive a mudança. Linhas de crédito específicas, programas de capacitação técnica e uma gestão voltada para resultados ambientais e econômicos de longo prazo são caminhos essenciais para reverter essa realidade. A sustentabilidade precisa ser incorporada como uma estratégia de negócio, capaz de agregar valor às empresas, reduzir desperdícios e promover eficiência produtiva. Dessa forma, o investimento ambiental deixa de ser visto como um gasto e passa a representar um diferencial competitivo e um instrumento de valorização econômica e social.

6.2 LIMITAÇÕES TÉCNICA E TECNOLÓGICAS

A implementação de práticas sustentáveis na construção civil enfrenta diversos desafios técnicos e tecnológicos, que se refletem em limitações de infraestrutura, capacitação e

disponibilidade de materiais. A literatura aponta que, embora existam tecnologias verdes capazes de reduzir impactos ambientais, sua aplicação ainda é dificultada por barreiras práticas (Marques,2025). Entre os principais problemas estão:

- Falta de mão de obra qualificada: Muitos profissionais da construção civil não recebem formação específica em técnicas sustentáveis, como instalação de sistemas de eficiência energética, uso de materiais recicláveis ou manejo de resíduos de forma ecológica. Isso gera erros na execução e aumenta custos.
- Escassez de fornecedores e equipamentos: Equipamentos especializados, como painéis solares, sistemas de captação de água pluvial ou materiais de construção ecológicos, ainda são limitados no mercado brasileiro, tornando a aquisição mais cara e logística mais complexa.
- Conhecimento técnico insuficiente: Empresas e engenheiros muitas vezes desconhecem métodos de avaliação de desempenho ambiental, ferramentas de certificação (LEED, AQUA) ou técnicas construtivas inovadoras, dificultando a adoção de soluções mais sustentáveis.
- Infraestrutura inadequada: A adaptação de canteiros de obras para práticas sustentáveis, como gestão de resíduos ou instalação de tecnologias verdes, demanda planejamento e recursos que muitas vezes não estão disponíveis, especialmente em projetos de menor porte.

Em síntese, esses fatores demonstram que, para além de questões econômicas, a sustentabilidade na construção civil exige investimentos em capacitação profissional, acesso a novas tecnologias e planejamento adequado de infraestrutura, permitindo que soluções verdes sejam aplicadas de maneira eficiente e segura.

6.3 OBSTÁCULOS NORMATIVOS E LEGAIS

A adoção de práticas sustentáveis também é dificultada por barreiras legais e regulatórias. A literatura aponta que a ausência de normas claras e a complexidade burocrática limitam o desenvolvimento de projetos sustentáveis. Entre os principais pontos estão (Marinho,2021):

- Falta de normas específicas: No Brasil, a regulamentação sobre materiais recicláveis, eficiência energética e construções verdes ainda é fragmentada, dificultando que empresas adotem padrões uniformes.

- Burocracia para certificações: Certificações como LEED e AQUA-HQE exigem documentação extensa e processos complexos, o que desencoraja pequenas e médias empresas.
- Conflito entre leis: Às vezes, normas ambientais e códigos de construção apresentam divergências, gerando incerteza jurídica para construtoras e incorporadoras.

6.3.1 Contribuição da Lei nº 8.666/1993 para a Promoção de Construções Sustentáveis

A Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que institui normas gerais sobre licitações e contratos da Administração Pública, representa um importante instrumento jurídico para a promoção de práticas sustentáveis no setor da construção civil. Embora não trate exclusivamente de sustentabilidade, seus dispositivos permitem e incentivam a adoção de critérios técnicos, econômicos e ambientais nas contratações públicas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das edificações (Constituição Federal, 1993).

Um dos principais avanços trazidos pela Lei 8.666/1993 está no conceito de proposta mais vantajosa para a Administração, previsto em seu artigo 3º. Esse conceito ultrapassa a ideia de menor preço imediato, permitindo a consideração de fatores como custo do ciclo de vida, durabilidade, eficiência energética e redução de impactos ambientais. Dessa forma, soluções sustentáveis, como sistemas de aquecimento de água por boiler integrado a fontes renováveis, podem ser justificadas tecnicamente mesmo quando apresentam custo inicial superior.

Além disso, o artigo 3º da referida lei estabelece que a licitação deve promover o desenvolvimento nacional sustentável, princípio incluído por meio de alterações legislativas posteriores. Esse dispositivo reforça a legitimidade da adoção de tecnologias sustentáveis nas obras públicas, incentivando soluções que reduzam o consumo energético, a emissão de gases de efeito estufa e a exploração de recursos naturais.

Outro aspecto relevante encontra-se no artigo 12, que trata dos requisitos básicos para projetos básicos e executivos. O dispositivo exige que os projetos considerem segurança, funcionalidade, economia na execução, conservação e operação da obra. Tais exigências estão diretamente relacionadas à sustentabilidade, uma vez que sistemas mais eficientes, como boilers de aquecimento associados a sistemas solares, reduzem custos operacionais ao longo da vida útil da edificação e melhoram o desempenho energético do empreendimento.

A Lei 8.666 também permite a especificação de materiais e sistemas construtivos que atendam a normas técnicas e critérios de desempenho, desde que devidamente justificados no projeto e no edital. Essa previsão abre espaço para a adoção de tecnologias sustentáveis em

edificações públicas, desde que fundamentadas em estudos técnicos, como análises de viabilidade econômica e ambiental.

No contexto das residências de alto padrão, embora majoritariamente inseridas no setor privado, a influência da Lei 8.666 se manifesta de forma indireta. Muitos empreendimentos residenciais incorporam padrões construtivos inspirados em obras públicas e normativas técnicas exigidas em contratos governamentais, especialmente quando buscam certificações ambientais, financiamento público ou parcerias com o poder público. Assim, a legislação contribui para a difusão de práticas sustentáveis no mercado imobiliário como um todo. (Justen, 2016).

Portanto, a Lei nº 8.666/1993 se configura como um importante marco legal para a incorporação da sustentabilidade na construção civil, ao permitir que critérios ambientais, energéticos e de eficiência sejam considerados nas contratações públicas. Sua aplicação adequada contribui para a consolidação de um modelo construtivo mais responsável, alinhado aos princípios do desenvolvimento sustentável e à modernização do setor da construção.

6.4 ASPECTOS CULTURAIS E DE MERCADO

A adoção de práticas sustentáveis na construção civil não depende apenas de fatores econômicos, técnicos ou legais. Aspectos culturais e de mercado exercem grande influência sobre a decisão de profissionais e consumidores, sendo muitas vezes determinantes para o sucesso ou fracasso de iniciativas verdes. São apontados os seguintes fatores:

1. Falta de conscientização da população:

Muitos consumidores desconhecem os benefícios de construções sustentáveis, como economia de energia, redução de impactos ambientais e valorização do imóvel a longo prazo. Essa falta de percepção pode fazer com que não haja demanda por imóveis verdes, desestimulando construtoras a investir em tecnologias sustentáveis. De acordo com um estudo de (Costa, 2020) mostrou que em regiões onde a população não tinha conhecimento sobre certificações ambientais, imóveis sustentáveis demoravam mais a ser vendidos e eram menos valorizados.

2. Resistência de empresas tradicionais a mudar processos:

Muitas construtoras ainda utilizam métodos convencionais de construção por serem mais

conhecidos, mais rápidos ou por reduzirem custos imediatos. A introdução de práticas sustentáveis exige mudanças no planejamento, aquisição de novos materiais, treinamento de funcionários e adaptação de processos, gerando receio e resistência. Construtoras relatam que hesitam em adotar painéis solares ou sistemas de captação de água de chuva devido ao investimento inicial e à necessidade de formação especializada da equipe (Silva, 2021).

3. Falta de demanda de consumidores por produtos sustentáveis:

O mercado influencia diretamente a decisão das construtoras. Quando os consumidores não priorizam critérios ambientais na hora da compra ou aluguel, o investimento em soluções sustentáveis se torna menos atrativo financeiramente. Essa falta de pressão do mercado mantém práticas tradicionais predominantes. (Marinho, 2021) Indicam que em cidades onde o marketing ambiental e a educação sobre sustentabilidade são limitados, imóveis com certificações LEED ou sistemas ecológicos não apresentam valorização significativa frente a imóveis convencionais, reduzindo o interesse do setor privado em inovar.

6.5 CAMINHOS PARA SUPERAR OS OBSTÁCULOS

Superar os desafios para a implementação de práticas sustentáveis na construção civil exige uma abordagem integrada, capaz de atuar simultaneamente sobre os obstáculos econômicos, técnicos, legais e culturais. Foi observado que não basta apenas investir em tecnologia ou criar leis; é necessário combinar estratégias que promovam mudanças estruturais, capacitação profissional e conscientização social.

Políticas públicas eficazes, como linhas de crédito especiais, redução de impostos e subsídios para tecnologias verdes, tornam o investimento inicial mais viável e estimulam construtoras e incorporadoras a adotarem soluções sustentáveis.

Paralelamente, a capacitação de profissionais, incluindo engenheiros, arquitetos e operários, é essencial para garantir que técnicas de construção ecológica sejam aplicadas corretamente, minimizando erros e desperdícios (Fernandes, 2024).

O desenvolvimento tecnológico também desempenha papel crucial, permitindo a criação e disseminação de materiais e equipamentos sustentáveis, bem como a adoção de métodos construtivos inovadores que aumentam a eficiência e reduzem custos.

Campanhas de conscientização e certificações ambientais reconhecidas, como LEED ou AQUA-HQE, fortalecem a demanda do mercado por imóveis sustentáveis, agregando valor aos empreendimentos e incentivando a adoção de práticas ecológicas. Estudos recentes (Marinho,

2021) indicam que construtoras que combinam capacitação, inovação tecnológica e certificações ambientais conseguem melhorar significativamente o desempenho ambiental de seus projetos e aumentar a valorização de seus empreendimentos. Dessa forma, a literatura evidencia que a sustentabilidade na construção civil só se torna viável quando estas estratégias são integradas, permitindo superar obstáculos e transformar projetos verdes em soluções eficientes, seguras e economicamente atrativas.

6.6 ESTUDO DE CASO: A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL EM TERESINA

A cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, é a única capital nordestina situada fora da zona litorânea, localizada às margens direita do rio Parnaíba, no seu médio curso, registrando elevadas temperaturas ao longo do ano, com uma baixa altitude (marco zero 72m).

O clima de Teresina é classificado como tropical, caracterizado por chuvas concentradas no verão e no outono, seguidas por um período de seca no inverno. A temperatura média anual gira em torno de **26,7 °C**, podendo atingir **35,9 °C** entre os meses de agosto e dezembro (Lima, 2002).

Essas condições térmicas tornam Teresina uma das capitais mais quentes do Brasil. Além disso, a tendência é de intensificação das temperaturas devido ao crescimento urbano desordenado, à impermeabilização das vias, ao aumento da frota de veículos e à redução das áreas verdes, entre outros fatores ambientais que atuam em diferentes escalas.

Trata-se de um ambiente ideal para a popularização de projetos sustentáveis que valorizem o aproveitamento energético de fontes naturais (sol e vento) e que busquem implementar melhores condições de conforto térmico para seus usuários.

6.7,1 Projetos sustentáveis: concepção, execução e divulgação no mercado

Em pesquisa realizada na rede de informação digital (Internet) e no portal de artigos do Google Acadêmico e do Scielo não foram localizadas informações consistentes sobre práticas concretas de sustentabilidade ambiental na construção civil em Teresina. Apenas, informações esparsas sobre projetos isolados e o uso de materiais alternativos em obras, por iniciativa de poucos profissionais, em geral arquitetos, estão disponíveis.

Um dos profissionais mais citados e engajados com a implementação de práticas sustentáveis é o arquiteto Julio Medeiros, que trabalha em parceria com Natália Cravo.

O arquiteto Júlio Medeiros é um profissional reconhecido em Teresina, responsável por diversos projetos de alto padrão no Alphaville Teresina e em outros condomínios de luxo, como Terras Alphaville e Casas e Jardins.

De modo geral, os projetos de Júlio Medeiros costumam incluir:

- **Design bioclimático:** valorização da ventilação cruzada e da iluminação natural, adequadas ao clima de Teresina.
- **Paisagismo e muros verdes:** uso de vegetação para melhorar o conforto térmico e integrar a edificação ao ambiente.
- **Eficiência energética:** adoção de sistemas solares fotovoltaicos para reduzir o consumo elétrico.
- **Materiais e técnicas contemporâneas:** escolha de soluções com maior durabilidade, funcionalidade e menor impacto ambiental.

Um dos projetos mais citados do arquiteto é a residência do procurador Antônio Carlos Viana de Sousa, no Alphaville Teresina com 395 m², em dois pavimentos e um subsolo. A obra foi inteiramente projetada como construção sustentável pelo escritório Júlio Medeiros que divulgou que se trata do primeiro projeto do escritório totalmente orientado por esse conceito no segmento residencial.

Figura 8 – Imagem de maquete eletrônica da obra divulgada na Internet



Fonte: <https://blocosical.com.br/conheca-a-casa-verde-de-teresina/>

Considerando o clima quente e seco de Teresina, a obra conta com materiais de alto desempenho térmico como o Bloco de Concreto Celular Autoclavado (BCCA) produzido pela DGV Sical.

O projeto traz tecnologias de controle do desperdício que resultam em conforto para os moradores e economia de energia e água, o que levou o proprietário a declarar que pretende incentivar a criação do IPTU Verde em Teresina, com benefícios fiscais para edificações sustentáveis.

Criado na década de 1920, o concreto celular surgiu como alternativa industrial que reunia qualidades da madeira — leveza, facilidade de corte e perfuração — sem suas

desvantagens, como alta absorção de água e necessidade constante de manutenção; os blocos de concreto celular autoclavado são produzidos por empresas como Hebel, DGV Sical e Retak (Dejtjar, 2025). Suas propriedades térmicas, a facilidade de utilização e a economia de tempo na montagem, e a redução de perdas, o colocam na lista dos produtos sustentáveis.

Figura 9 – Imagem de construção com BCCA



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/920239/o-que-e-concreto-celular-autoclavado-e-quais-sao-suas-vantagens-na-arquitetura>

Trata-se de um material pré-fabricado composto por aglomerantes (principalmente cimento e cal), agregados miúdos, água e um agente expensor. Os blocos podem ser usados na execução de paredes e divisórias, funcionando de maneira semelhante aos tijolos e blocos convencionais, sendo assentados em fiadas e unidos por argamassa (Dejtjar, 2025).

Outra obra que buscou incorporar os princípios da sustentabilidade e que teve grande divulgação foi a residência da modelo internacional piauiense Lais Ribeiro, com projeto de Natalia Cravo e executada pela engenheira Amanda Alves.

As autoras do projeto declararam que a solicitação da proprietária para que a residência acomodasse três suítes levou à concepção de dormitórios em estilo bangalô, elevados do solo para melhorar o desempenho térmico e evitar a umidade durante o período chuvoso (Redação Casa e Jardim, 2022). O telhado foi projetado em uma única água com o uso de telha termoacústica, complementado por uma varanda frontal com cobertura de palha, típica da região; o projeto previu ainda a utilização de tijolo ecológico, taipa de pilão e soluções de saneamento ecológico (Redação Casa e Jardim, 2022).

Figura 10 – Divulgação feita pela proprietária



Fonte: Lais Ribeiro (Reprodução / Instagram)

A ausência de mais citações na Internet revela como a sustentabilidade na construção civil ainda está longe de dar frutos concretos em Teresina. E, um dos problemas que pode estar relacionado à falta de capacitação ou desinteresse do empresariado local.

6.7.2 Qualificação e conscientização do empresariado local

Como incentivo à capacitação em práticas de construção sustentável o SEBRAE vem buscando preencher a lacuna da falta de treinamentos e cursos na área. O SEBRAE Piauí incentiva a sustentabilidade nos negócios por meio de consultorias do Sebraetec, abordando temas como eficiência energética e gestão de resíduos. Também oferece conteúdos e workshops voltados ao uso de materiais sustentáveis, incluindo produtos oriundos de manejo responsável, contribuindo para a redução de custos e o fortalecimento da marca das empresas (SEBRAE, 2025).

Principais ações do SEBRAE:

- **Consultoria técnica (Sebraetec):** atendimento especializado em eficiência energética, gestão de resíduos e uso racional de recursos hídricos, com foco na melhoria de processos e na competitividade.
- **Capacitação e materiais educativos:** oferta de conteúdos, workshops e orientações sobre construção sustentável, gestão ambiental e práticas de redução de impactos.
- **Ecossistemas de inovação:** apoio à criação e articulação de ambientes de inovação no estado, promovendo eventos e parcerias para impulsionar soluções sustentáveis em cidades estratégicas.

- **Compras Públicas Sustentáveis:** disponibilização de curso específico para gestores públicos que desejam incorporar critérios socioambientais às aquisições e reduzir desperdícios.
- **Fortalecimento da marca:** estímulo para que empresas adotem práticas sustentáveis, ampliem sua reputação e atraiam consumidores conscientes, ao mesmo tempo em que reduzem custos operacionais.

A gestão dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) é um dos pilares fundamentais da sustentabilidade em obras, sobretudo por seu potencial de reaproveitamento e reciclagem. Quando gerenciados de forma adequada, esses resíduos podem retornar ao ciclo produtivo como agregados reciclados, elementos para pavimentação, artefatos de concreto ou preenchimentos, reduzindo significativamente a extração de matérias-primas naturais e os impactos ambientais associados (Alves e Santos, 2019).

Além disso, práticas de segregação na origem, armazenamento adequado e encaminhamento para empreendimentos de reciclagem contribuem para a diminuição dos custos operacionais e para o cumprimento das exigências legais previstas na Resolução CONAMA nº 307/2002 e na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

No entanto, a realidade observada nos canteiros de obras de Teresina ainda está distante desse cenário. A gestão dos resíduos da construção na cidade permanece falha, marcada por práticas pouco eficazes para mitigar danos ambientais e pela ausência de rotinas adequadas de destinação final (Alves e Santos, 2019). Embora os limites e possibilidades para implementação da gestão de RCD conforme a legislação tenham sido identificados, sua efetivação continua sendo um desafio.

Muitas empresas não se sentem compelidas a cumprir integralmente as determinações legais, e os trabalhadores demonstram pouco conhecimento sobre as diretrizes da Resolução CONAMA nº 307/2002. Soma-se a isso a falta de fiscalização contínua por parte dos órgãos ambientais municipais, estaduais e federais, que só atuam mediante denúncias.

Dessa forma, embora exista potencial para avanços — tanto na reciclagem quanto no reaproveitamento de materiais —, a consolidação de uma gestão sustentável de RCD em Teresina depende do fortalecimento da fiscalização, da educação ambiental nos canteiros e do engajamento efetivo das empresas em práticas de construção mais responsáveis.

Um fator que, provavelmente, contribui para dificultar o amadurecimento do ideal sustentável na construção civil local é a ausência de uma política municipal que estimule este tipo de prática.

Embora Teresina já tenha elaborado instrumentos como o Plano de Ação Climática e a Agenda 2015 e 2030, a maioria das políticas sustentáveis permanece em fase de formulação,

sem arcabouço legal sólido nem capacidade institucional para garantir sua execução (Ibiapina e Urra, 2024). O município enfrenta problemas estruturais — como ocupação desordenada, vulnerabilidade a enchentes e altas temperaturas — que exigem ações integradas e efetivas.

Apesar da atuação do poder legislativo na proposição de iniciativas, ainda existem lacunas importantes entre o planejamento e a implementação das políticas e, assim, a efetividade das estratégias de sustentabilidade depende da articulação entre governos, da participação social e do fortalecimento dos instrumentos normativos que garantam sua continuidade (Ibiapina e Urra, 2024) e, conseqüentemente, pressionem o setor empresarial e as categorias profissionais rumo à sustentabilidade.

7 CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu compreender que as construções sustentáveis em residências de alto padrão representam uma alternativa viável e necessária diante dos desafios ambientais contemporâneos. Ao longo do estudo, constatou-se que integrar práticas sustentáveis ao setor imobiliário de luxo não apenas reduz impactos ambientais, mas também melhora o desempenho energético das edificações e proporciona maior conforto, saúde e bem-estar aos moradores.

O referencial teórico demonstrou que elementos como ventilação natural, iluminação eficiente, uso de materiais de baixo impacto, tecnologias verdes e certificações ambientais possuem influência direta na redução do consumo de recursos e na mitigação de emissões. Além disso, observou-se que a adoção de soluções arquitetônicas sustentáveis é capaz de agregar valor ao imóvel, tornando-o mais competitivo e alinhado às tendências globais de responsabilidade ambiental.

No entanto, a pesquisa evidenciou que ainda existem barreiras significativas para a expansão dessas práticas, especialmente relacionadas a custos iniciais elevados, limitações de mão de obra qualificada, dificuldades na implementação de tecnologias verdes em função da falta de qualificação e interesse do empresariado, além da falta de incentivos e políticas públicas específicas.

Tais fatores retardam a popularização da sustentabilidade no setor da construção civil, e dificultam a consolidação de práticas sustentáveis no segmento de alto padrão, apesar de ser este segmento o que apresenta melhores condições para absorver projetos com maiores custos e onde há maior exigência de conforto e qualidade de vida para os usuários.

Com base no levantamento realizado, foi possível identificar um consenso entre os autores de que a sustentabilidade na construção civil depende não apenas de avanços tecnológicos, mas também de condições econômicas favoráveis, incentivos fiscais e políticas públicas consistentes.

O estudo demonstrou que os desafios financeiros ainda representam o principal entrave à consolidação de práticas sustentáveis no setor. Esse cenário reforça a necessidade de implementação de estratégias integradas de conscientização e qualificação envolvendo empresas, governos e instituições de ensino, de modo a ampliar a compreensão de que os custos associados à sustentabilidade estão diretamente relacionados à urgência de enfrentar o aquecimento global e de preservar os recursos naturais para as gerações futuras.

Diante dos resultados, conclui-se que a adoção de estratégias sustentáveis nas edificações de luxo exige uma mudança cultural no setor da construção civil, associada ao fortalecimento de mecanismos de incentivo, capacitação de profissionais e ampliação da oferta de materiais ambientalmente responsáveis.

Assim, torna-se evidente que a sustentabilidade não deve ser vista como um diferencial, mas como um requisito fundamental para o futuro da construção civil, sobretudo em projetos de maior impacto econômico e imobiliário.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem a análise da viabilidade econômica de sistemas sustentáveis, avaliem o desempenho real de edificações certificadas e explorem novos materiais e tecnologias que possam ampliar a eficiência ambiental das construções de alto padrão no Brasil.

REFERÊNCIAS

ACQUA DESIGN. **Sustentabilidade na arquitetura**: um pilar fundamental nas construções de alto padrão. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://acquadesign.com.br/sustentabilidade-na-arquitetura-um-pilar-fundamental-nas-construcoes-de-alto-padrao/>. Acesso em: 25 nov. 2025.

ADMINISTRAÇÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL. **Lei de SST de 1970**. [S. l.], 2004. Disponível em: <https://www.osha.gov/laws-regs/oshact/completeoshact>. Acesso em: 29 jan. 2025.

AGÊNCIA BRASIL. **Agência Brasil explica vantagens da energia solar nas residências**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-01/agencia-brasil-explica-vantagens-da-energia-solar-nas-residencias>. Acesso em: 28 jan. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Abastecimento urbano de água**: captações superficiais. [S. l.], 2017. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/19e1869946b041bba92b996020925909_0/explore. Acesso em: 28 jan. 2025.

ALVES, Tércia Emanuelle Ribeiro; SANTOS, Maria do Socorro Ferreira dos. A gestão de resíduos da construção civil em Teresina – Piauí. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 15, n. 1, p. 112-125, 2019. Disponível em: [Link do Periódico]. Acesso em: 4 dez. 2025.

BOGO, Allyson Belli; HENNING, Elisa; KALBUSCH, Andreza. Análise estatística do perfil de distribuição das certificações LEED emitidas em municípios brasileiros. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–7. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2154. Acesso em: 5 jan. 2026.

CONX. **O que é um imóvel de alto padrão?** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://conx.com.br/blog/o-que-e-um-imovel-de-alto-padrao/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

CTE – CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. **Certificações ambientais:** o que são, para que servem e como funcionam. São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <https://cte.com.br/blog/sustentabilidade/certificacoes-ambientais/>. Acesso em: 24 dez. 2024.

DEJTIAR, Fabian. **O que é concreto celular autoclavado e quais são suas vantagens na arquitetura?** Tradução de Eduardo Souza. ArchDaily Brasil, 3 jul. 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/920239/o-que-e-concreto-celular-autoclavado-e-quais-sao-suas-vantagens-na-arquitetura>. Acesso em: 4 dez. 2025.

ELECTY. **Energia solar:** vantagens e desvantagens. Barueri, 2022. Disponível em: <https://electy.com.br/blog-energia-solar-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

ESCRITÓRIO FEDERAL DE DESENVOLVIMENTO ESPACIAL ARE. **1987: Relatório Brundtland.** [S. l.], 1987. Disponível em: <https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>. Acesso em: 29 jan. 2025.

ESTADÃO IMÓVEIS. **O que diferencia os imóveis comuns das casas de alto padrão?** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://imoveis.estadao.com.br/compra/o-que-diferencia-os-imoveis-comuns-das-casas-de-alto-padrao/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

FEICON. **Sustentabilidade na construção civil:** entenda a importância e como aplicar. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.feicon.com.br/pt-br/blog/construtores---engenheiros--projetistas/sustentabilidade-na-construcao-civil--entenda-a-importancia-e-co.html>. Acesso em: 14 dez. 2024.

FREITAS, Pedro Zacharias. **Sustentabilidade na arquitetura:** por que 99% dos arquitetos ainda não a adotam? [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.ecocasa.arq.br/sustentabilidade-na-arquitetura-por-que-99-dos-arquitetos-ainda-nao-a-adotam/>. Acesso em: 17 nov. 2025.

GBC BRASIL. **Empreendimentos LEED.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/empreendimentos/>. Acesso em: 5 jan. 2025.

GOMES, Y. G. N. *et al.* Cenários das certificações ambientais no Brasil: distribuição regional, aplicabilidade e sustentabilidade. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. e5333, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/5333>. Acesso em: 5 jan. 2026.

HABITABILITY. **Construções sustentáveis no Brasil: país é o quinto em ranking mundial.** Brasil, 2022. Disponível em: <https://habitability.com.br/construcoes-sustentaveis-no-brasil-pais-e-o-quinto-em-ranking-mundial>. Acesso em: 21 dez. 2024.

HOBBSAWM, Eric. **Revolução Industrial: as consequências.** Mundo Educação, 2014. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/revolucao-industrial-2.htm>. Acesso em: 29 jan. 2025.

IBIAPINA, Isabella Correia; URRÁ, Monique de Menezes. O papel das políticas de sustentabilidade na gestão pública: o caso de Teresina. *In: Anais do II Seminário Regional de Políticas de Sustentabilidade*, v. 2, n. 1, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.15813959.

INFOESCOLA. **Construção ecológica.** [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/construcao-ecologica/>. Acesso em: 26 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. **Evolução da produção, exportação e importação de petróleo no Brasil.** [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/producao-importacao-e-exportacao-de-petroleo/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

KEELER, Marian. **Projeto de edificações sustentáveis.** [S. l.: s. n.], 2010.

LASSU. **Mas afinal, o que é sustentabilidade?: conceituação.** São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/conceituacao/>. Acesso em: 21 dez. 2024.

MARINHO, Marília Moreira; AMORIM, Viviane Amaral. Barreiras à implementação da sustentabilidade na construção civil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, v. 10, n. 3, p. 1–22, 2021. DOI: 10.5585/geas.v10i3.18912.

MARQUES, Mauricio Dias; SIMÕES, Rebeca Delatore; BRAGA JUNIOR, Sérgio Silva. Sustentabilidade na construção civil: possibilidades e dificuldades. **Conhecimento em Rede: explorando a multidisciplinaridade**, p. 1311–1334, 2024.

MINHA CASA SOLAR. **Principais motivos para investir em energia solar**. Brasil, 2018. Disponível em: <http://blog.minhacasasolar.com.br/motivos-investir-energia-solar/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

PECLY, Mateus. A casa brasileira do período colonial à arquitetura moderna. **Perspectivas Online**, 2014. Disponível em: <https://ojs3.perspectivasonline.com.br/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

PORTAL DE REVISTA DA USP. **O impacto das práticas de sustentabilidade na performance financeira e na criação de valor das empresas**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rco/article/view/220597>. Acesso em: 26 nov. 2025.

REDAÇÃO CASA E JARDIM. **Responsáveis pela casa sustentável no Piauí de Lais Ribeiro compartilham o projeto**. Revista Casa e Jardim, 24 mar. 2022. Disponível em: <https://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Arquitetura/noticia/2022/03/responsaveis-pela-casa-sustentavel-no-piaui-de-lais-ribeiro-compartilham-o-projeto.html>. Acesso em: 4 dez. 2025.

SEBRAE. **Conheça cinco materiais para deixar sua construção mais sustentável**. Portal Sebrae, 8 fev. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-cinco-materiais-para-deixar-sua-construcao-mais-sustentavel>. Acesso em: 4 dez. 2025.

SEBRAE. **Consultorias Sebraetec no Piauí**. Portal Sebrae, [s.d.]. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pi/sebraeaz/sebraetec-no-piaui>. Acesso em: 4 dez. 2025.

SILVA, Bruno Gomes. **Sustentabilidade na construção civil: sistemas construtivos eco**. Fortaleza, ano 19, 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/sustentabilidade-na-construcao-civil-sistemas-eco-eficientes>. Acesso em: 14 dez. 2024.

SILVEIRA, Ythiara Coelho. **Construções sustentáveis em residências unifamiliares: desafios e possibilidades de construir de maneira sustentável**. Minas Gerais, 2020. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/repositoriootcc/article/view/4278>. Acesso em: 14 dez. 2024.

STOUHI, Dima. **Ventilação natural e seu uso em diferentes contextos**. Tradução de Rafaella Bisineli. ArchDaily Brasil, 20 jul. 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/964055/ventilacao-natural-e-seu-uso-em-diferentes-contextos>. Acesso em: 29 jan. 2025.

UGREEN. **Utilizando a ventilação natural em edifícios: um guia completo**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/ventilacao-natural/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15569: Sistemas de aquecimento solar de água em circuito direto — Projeto e instalação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília: MME, 2011.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

JUSTEN FILHO, Marçal. **Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. 17. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2016.

ANEXO 1: Fontes Bibliográficas

Autor(es)	Ano	Tema do Trabalho	Palavras-chave	Instituição / Fonte
BEE (Building Energy Efficiency)	2024	Eficiência energética em edificações	Energy efficiency, buildings	BEE
Fernandes et al.	2023	Sustentabilidade e construção civil	Sustainable construction	Journal of Sustainable Architecture
Marin & Amaral	2022	Barreiras à construção sustentável no Brasil	Sustainable barriers, Green building	Revista GEAS
Oliveira	2023	Gestão sustentável em edifícios residenciais	Environmental management, housing	Universidade Federal do Ceará
D’Anúncio et al.	2022	Conforto térmico em edificações	Thermal comfort	Revista Técnico-Científica
Daly	1990	Princípios de sustentabilidade	Sustainability, economy	MIT Press
Stouhi, Dima	2021	Ventilação natural em arquitetura	Natural ventilation	ArchDaily
Hueb	2022	Sustentabilidade e demanda energética	Energy demand, sustainability	Universidade de São Paulo
Guimarães & Cardoso	2021	Construção sustentável no Brasil	Sustainable construction	Boletim da Construção Civil
Krüger & Rupp	2023	Eficiência de ventilação natural	Natural ventilation, performance	Revista de Engenharia Civil
Rocha	2022	Arquitetura sustentável contemporânea	Sustainable architecture	UFSC
CBIC	2022	Impacto ambiental da construção civil	Construction industry, environment	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
Silva & Medeiros	2021	Tecnologias sustentáveis para edificações	Green technologies	Universidade Federal de Pernambuco
Santin	2010	Conforto térmico e eficiência	Thermal efficiency	Livro Técnico – Ed. Blucher
Leite	2021	Certificações ambientais (LEED, AQUA)	Environmental certification	Fundação Vanzolini / USGBC
Aquino et al.	2022	Materiais sustentáveis	Sustainable materials	Revista Engenharia Verde
Freitas	2021	Ventilação e qualidade do ar	Indoor air quality	PUC-Rio

Fonte: Autor (2025)

ANEXO 2: Fontes Bibliográficas 2

Nome do Autor/Instituição	Ano	Assunto Principal da Citação	Palavras-chave	Tipo de Fonte
Silva	2019	Definição de desenvolvimento sustentável.	Desenvolvimento sustentável, gerações futuras, recursos naturais.	Artigo Científico/Publicação Acadêmica
Green Building Council Brasil (GBC)	2018	Posição do Brasil no ranking de países com mais certificações LEED.	LEED, certificação sustentável, construção verde.	Site Institucional
Silveira	2020	Definição de construção sustentável e requisitos de um projeto sustentável.	Construção sustentável, reuso de água, energia solar, resíduos.	Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
Freitas	2025	Barreiras à popularização da construção sustentável (falta de incentivos).	Incentivos, inovação, barreiras profissionais.	Site Especializado/Blog
LASSU	2020	Etimologia e conceito da palavra 'sustentabilidade'.	Sustentabilidade, conceito, etimologia.	Site de Instituição de Ensino
INFOESCOLA	2020	Diferenciação entre os conceitos de 'sustentável' e 'ecológico'.	Construção sustentável, ecológico, meio ambiente.	Portal Educacional
Hobsbawm	2014	Impactos ambientais negativos da Revolução Industrial.	Revolução Industrial, impactos ambientais, história.	Livro (Citação)
Roth e Garcias	2009	Impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil.	Construção civil, degradação ambiental, resíduos.	Publicação Acadêmica
Escritório Federal de Desenvolvimento Espacial ARE	1987	Relatório Brundtland e conceito de desenvolvimento sustentável.	Relatório Brundtland, desenvolvimento sustentável, ONU.	Relatório Governamental
Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP)	2024	Estímulo à racionalização do consumo devido à escassez de materiais.	Escassez de recursos, consumo, petróleo.	Relatório de Instituição Setorial
CTE	2024	Certificações ambientais e exemplo do Eldorado Business Tower.	Certificações ambientais, LEED, AQUA-HQE.	Site Institucional / Estudo de Caso
Pecly	2014	Evolução histórica das casas de alto padrão no Brasil.	Casas de alto padrão, arquitetura, história brasileira.	Revista Online
CONX	2022	Características que definem um imóvel de alto padrão.	Imóvel de alto padrão, luxo, design, localização.	Blog Corporativo / Site de Empresa
ACQUA DESIGN	2025	Impacto ambiental e econômico das construções de alto padrão.	Alto padrão, impacto ambiental, consumo de recursos.	Site de Empresa
Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (DT)	2004	Produtividade em ambientes com iluminação e ventilação.	Produtividade, ventilação natural, iluminação.	Documento Governamental

Keeler	2010	Sofisticação e responsabilidade ambiental em residências de alto padrão.	Sustentabilidade, alto padrão, inovação, eficiência.	Livro
Agência Brasil	2022	Vantagens da energia solar e reuso de água.	Energia solar, reuso de água, economia.	Agência de Notícias Governamental
ELECTY	2022	Redução da pegada de carbono através da energia solar.	Energia solar, sustentabilidade, emissão de CO ₂ .	Blog Corporativo / Site de Empresa
Minha Casa Solar	2018	Energia solar como proteção contra inflação energética.	Energia solar, inflação energética, incentivos.	Blog Corporativo
Agência Nacional de Águas (ANA)	2017	Crise hídrica e perdas no abastecimento.	Recursos hídricos, água potável, saneamento.	Dados de Agência Governamental
Stouhi, Dima	2021	Uso da ventilação natural como estratégia arquitetônica.	Ventilação natural, arquitetura, conforto térmico.	Portal Especializado (Arquitetura)
UGREEN	2024	Benefícios da ventilação natural em edificações de alto padrão.	Ventilação natural, eficiência energética, conforto.	Site de Empresa
John e Agopyan	2002	Gestão eficiente da água e reaproveitamento.	Gestão da água, consumo, reaproveitamento.	Publicação Acadêmica (Livro/Artigo)
Silva	2007	Uso de dispositivos economizadores de água.	Economia de água, redutores de vazão.	Publicação Acadêmica
Kibert	2016	Eficiência de redutores de vazão e lâmpadas de LED.	Economia de água, eficiência energética, LED.	Livro
Pereira; Ghisi	2017	Reuso de águas cinzas para redução de consumo.	Reuso de água, águas cinzas, eficiência hídrica.	Artigo Científico
ASHRAE	2017	Consumo de energia em iluminação de áreas comuns.	Eficiência energética, iluminação, áreas comuns.	Norma Técnica / Publicação de Associação
Grau e Horman	2005	Economia de energia com sensores de presença.	Sensores de presença, economia de energia, automação.	Artigo Científico
Rocha	2018	Barreiras econômicas em práticas sustentáveis.	Barreiras econômicas, custo inicial, tecnologias limpas.	Publicação Acadêmica
Portal de revista da USP	2025	Resistência das empresas em investir em sustentabilidade.	Investimento, sustentabilidade, retorno financeiro.	Artigo em Revista Científica
Agopyan e John	2011	Preços elevados de materiais sustentáveis.	Materiais sustentáveis, custos, mercado.	Livro
Santos	2020	Greenwashing em imóveis de alto padrão.	Greenwashing, marketing verde, alto padrão.	Publicação Acadêmica
Silva	2022	Desperdício de recursos por falta de planejamento.	Planejamento, desperdício, custos.	Publicação Acadêmica
Marques	2025	Barreiras técnicas como falta de mão de obra qualificada.	Barreiras técnicas, mão de obra qualificada, tecnologia.	Publicação Acadêmica

Marinho	2021	Barreiras legais e burocracia para certificações.	Barreiras legais, normas, burocracia, certificações.	Revista Científica
Costa	2020	Falta de conscientização e impacto na valorização de imóveis.	Conscientização, mercado imobiliário, valorização.	Publicação Acadêmica
Silva	2021	Resistência de construtoras tradicionais à mudança.	Resistência à mudança, construtoras, investimento.	Publicação Acadêmica
Fernandes	2024	Capacitação profissional para construção ecológica.	Capacitação profissional, construção ecológica.	Publicação Acadêmica
Marques, Simões e Braga Junior	2024	Mudanças estruturais e tecnológicas no setor.	Sustentabilidade, construção civil, Agenda 2030.	Publicação Acadêmica (Anais/Capítulo)

Fonte: Autor (2025)