

TECNOLOGIA PREDIAL E GESTÃO: OS DESAFIOS E BENEFÍCIOS DOS EDIFÍCIOS INTELIGENTES

Estefany Ohana Tougeiro Affonso

<https://orcid.org/0009-0002-1898-9913>

Paulo Emilio Paes Rodrigues

<http://lattes.cnpq.br/6622590434172155>

RESUMO

Este artigo analisa criticamente os desafios e benefícios associados à implementação de tecnologias prediais inteligentes, com ênfase em sua aplicação estratégica na gestão de negócios. Por meio de uma revisão analítica da literatura recente, composta por estudos aplicados e experimentais, investiga-se como a integração de soluções como Internet das Coisas (IoT), Building Information Modeling (BIM), gêmeos digitais, automação e sistemas energéticos sustentáveis contribui para a otimização de recursos, a valorização de ativos e a tomada de decisão baseada em dados. Os resultados indicam que, embora a adoção dessas tecnologias ainda enfrente barreiras técnicas e institucionais, sua aplicação representa uma oportunidade relevante para organizações que buscam diferenciação competitiva, alinhamento às práticas ESG e inovação contínua em infraestrutura e operação predial. A discussão confronta autores internacionais e nacionais que exploram desde a eficiência hídrica até o retrofit de edificações, evidenciando o papel estratégico dos edifícios inteligentes como catalisadores de valor na nova economia digital.

Palavras-chave: edifícios inteligentes; gestão de negócios; tecnologia predial; sustentabilidade; transformação digital.

1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos ambientes organizacionais e a busca contínua por vantagem competitiva têm impulsionado empresas a repensarem seus espaços operacionais, especialmente no que diz respeito à eficiência, sustentabilidade e gestão inteligente dos recursos. Nesse cenário, os edifícios inteligentes despontam como ativos estratégicos que extrapolam a função tradicional de abrigar operações, tornando-se elementos centrais na estrutura gerencial das organizações. Dotados de sistemas automatizados, sensores, conectividade e plataformas integradas de controle, esses empreendimentos permitem o monitoramento em tempo real de variáveis como consumo energético, uso de espaços, segurança e manutenção, promovendo a racionalização de recursos e o aumento da performance organizacional (Johnson Controls, 2025).

A adoção desses sistemas impacta diretamente os indicadores de desempenho corporativo, com ganhos em eficiência operacional, redução de custos, alinhamento a práticas Environmental, Social and Governance (ESG) e fortalecimento da governança organizacional. Além disso, os edifícios inteligentes proporcionam ambientes adaptáveis, com suporte à análise de dados e à tomada de decisões baseadas em evidências, características valorizadas em um mercado altamente competitivo (Oliver, 2024). Estudos

recentes apontam que empresas que integram suas estratégias de negócio à infraestrutura predial inteligente conseguem alinhar seus objetivos financeiros, ambientais e sociais de forma mais eficaz (Greener Ideal, 2025). Apesar disso, ainda são escassas as análises sistemáticas que articulem esses benefícios à gestão de negócios de maneira crítica e fundamentada.

Diante dessa lacuna, este estudo parte do seguinte problema: quais são os principais desafios e oportunidades para a gestão de negócios na adoção de edifícios inteligentes, considerando aspectos de sustentabilidade, inovação tecnológica e competitividade organizacional? Parte da hipótese de que os edifícios inteligentes, quando incorporados ao planejamento empresarial, contribuem significativamente para o aumento da eficiência organizacional, redução de desperdícios, melhora nos indicadores de sustentabilidade e fortalecimento da vantagem competitiva das empresas.

A relevância acadêmica reside na escassez de estudos que tratem a gestão predial inteligente como um campo estratégico dentro da administração de negócios. No plano profissional, gestores, administradores e tomadores de decisão ainda carecem de dados sistematizados sobre os efeitos práticos da infraestrutura inteligente sobre os resultados organizacionais, o que dificulta o planejamento de médio e longo prazo. Já a relevância social se sustenta no potencial dos edifícios inteligentes para promover ambientes de trabalho mais sustentáveis, eficientes e responsáveis com os recursos urbanos, em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo geral analisar os impactos da gestão de negócios em edifícios inteligentes, considerando aspectos operacionais, estratégicos e financeiros. Especificamente, busca-se: identificar como os sistemas automatizados contribuem para a performance organizacional conforme discutido na literatura; mapear os principais benefícios e desafios relatados pelos estudos analisados; e discutir criticamente as evidências encontradas, à luz da hipótese de que os edifícios inteligentes são ativos estratégicos para a gestão moderna de negócios.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão integrativa realizada segue uma abordagem qualitativa e exploratória, característica da pesquisa baseada em evidências, ao sintetizar estudos científicos sobre um tema específico. Conforme Souza et al. (2010), esse método permite reunir e analisar criticamente a produção existente, promovendo uma compreensão ampla, identificando lacunas e apontando direções futuras de investigação nas Ciências Humanas. O processo do estudo ocorreu entre janeiro e julho de 2025 e envolveu quatro etapas: definição da pergunta norteadora e busca na literatura, seleção e análise dos estudos, discussão dos resultados e apresentação final da revisão integrativa.

2.1 Estratégia de busca na literatura

Para a realização do levantamento bibliográfico, foi conduzida uma busca sistemática na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES, sendo esta, uma decisão metodológica do pesquisador baseada na abrangência da plataforma para a área de estudo. A estratégia de busca utilizou operadores booleanos (AND, OR, NOT) para refinar e combinar os termos, permitindo uma recuperação mais precisa e relevante dos estudos. Foram empregados descritores em língua portuguesa e inglesa, a fim de contemplar a



literatura nacional e internacional relacionada ao tema. As combinações utilizadas foram: "edifícios inteligentes" AND "gestão predial" AND "sustentabilidade"; "automação predial" AND ("eficiência energética" OR "conforto térmico"); "smart buildings" AND "IoT" AND "facility management"; "manutenção preditiva" AND "infraestrutura predial" AND NOT "uso residencial"; e "intelligent buildings" AND "business management". O uso dos operadores booleanos permitiu o cruzamento de termos e a exclusão de resultados não pertinentes, contribuindo para uma seleção mais criteriosa dos artigos incluídos na revisão.

2.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram:

- Publicações disponibilizadas em português, inglês e espanhol;
- Periódicos revisados por pares;
- Período de publicação entre 2019 e 2024;
- Busca por artigos científicos, excluindo-se outros tipos de trabalhos (teses, dissertações, livros e resenhas).

Os critérios de exclusão foram as publicações em duplicidade e aquelas em que o objeto de estudo não estabelecia relação com o tema abordado.

2.3 Identificação dos estudos e coleta de dados

Inicialmente todos os estudos identificados na pesquisa foram avaliados a partir de seus títulos e/ou resumos. Posteriormente, os estudos que atenderam aos critérios de inclusão foram recuperados para leitura do texto completo e nova avaliação quanto aos critérios de inclusão. Do total de estudos selecionados, foi realizada uma leitura prévia e identificados alguns eixos para análise. Após essa etapa, as informações extraídas dos estudos selecionados incluíram: título, autores, base de dados, ano de publicação, idioma, objetivo do estudo e conclusão.

2.3 Análise dos dados

A análise dos estudos selecionados, em relação ao delineamento de pesquisa, pautou-se em Bauer e Gaskell (2002), sendo que tanto a análise quanto a síntese dos dados extraídos dos artigos foram realizadas de forma descritiva, possibilitando observar, contar, descrever e classificar os dados, com o intuito de reunir o conhecimento produzido sobre o tema explorado na revisão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 21 artigos no levantamento inicial, porém, após leitura completa e aplicação dos critérios de relevância, 14 foram sintetizados e discutidos na presente revisão, por apresentarem relação direta com a pergunta de pesquisa. Os demais artigos foram incluídos apenas no mapeamento preliminar, mas não compuseram a análise crítica

por não atenderem integralmente ao escopo definido. Em relação ao Quadro 1, tem-se a seguir uma sinopse que contém as principais características dos artigos selecionados neste trabalho, sendo os mesmos retratados com título do estudo, autor, ano de publicação, objetivo e aplicação a gestão de negócios.

Quadro 1- Sinopse demonstrativa dos artigos compreendidos entre 2019 a 2024 incluídos no estudo

| TÍTULO | ANO | AUTOR | OBJETIVO | APLICAÇÃO A GESTÃO DE NEGÓCIOS |
|--|------|---|--|--|
| La energía solar y sus beneficios en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann en Tacna, Perú | 2022 | Mitzi Lourdes del Carmen Linares-Vizcarra, Evelyn Trinidad Montero-Zuñiga, Jessica Aleida Mendoza Aranzamendi | Evidenciar a energia solar como estratégia para reduzir custos operacionais em edifícios universitários. | Modelo viável e sustentável, que reduz custos, otimiza recursos, garante ROI e pode ser replicado, alinhado às práticas ESG na gestão de negócios |
| Integration of Renewable Energy Technologies in Smart Building Design for Enhanced Energy Efficiency and Self-Sufficiency | 2023 | Ochuko Felix Orikpete, Samuel Ikemba, Daniel Raphael Ejike Ewim, | Integrar renováveis em edifícios inteligentes para ampliar eficiência e autossuficiência. | A integração de renováveis em edifícios inteligentes reduz custos, agrega valor, fortalece a imagem e gera vantagem competitiva alinhada ao ESG. |
| Aproximación iuspublicista y normalizada a los edificios inteligentes en el marco del nuevo urbanismo datificado y algoritmizado | 2021 | María Estrella Gutiérrez David, | Identificar o marco regulatório dos edifícios inteligentes ou sua ausência e os aspectos técnicos passíveis de normalização. | A pesquisa aponta oportunidades em inovação urbana, IoT, ESG e dados, gerando vantagens competitivas e atuação empresarial em cidades inteligentes. |
| Intelligent building for the computer labs of the San Pedro University | 2019 | Henry Patricio Caiza Villareal, Leydy Zamora, Gabriela Solís Sánchez, Ricardo Gaete Quezada, Jim Vigo, | Projetar um edifício inteligente para os laboratórios de computação da Universidade San Pedro, baseado em tecnologia inmótica. | O estudo mostra que IA e IoT aumentam a eficiência, reduzem custos e elevam conforto e segurança, gerando vantagem competitiva e decisões baseadas em dados. |
| Detecção de anomalias de consumo de água através de automação predial | 2021 | Lucas Sampaio Barbosa, Brenda Chaves Coelho Leite, | Criar uma lógica de automação predial para gestão hídrica, detectando anomalias de consumo. | Automação predial reduz desperdícios, garante eficiência hídrica e agrega valor com inovação e responsabilidade financeira. |
| Application of Data Mining to Support Facilities Management in Smart Buildings | 2023 | Matthew Willetts, Anthony Atkins, | Analisar como edifícios inteligentes reduzem emissões de carbono e atendem às metas de sustentabilidade do Reino Unido. | Aplica-se à gestão de negócios ao reduzir custos, otimizar espaços com IoT e análise preditiva, gerando eficiência e novas oportunidades comerciais. |
| People, process and system design of smart building solutions for an office building in Kuala Lumpur | 2022 | Tham Cheong Sheng, Mariah Awang, Fatimah Mohamed Yusop, Md Asifur Rahman, Nuramidah | Soluções inteligentes para gestão de edifícios com foco em eficiência, | Aplicar tecnologias da Indústria 4.0 à gestão de ativos, gerando eficiência, redução de custos, melhor experiência do usuário e alinhamento ao ESG. |

| | | | | |
|---|------|--|---|--|
| | | Hamidon, M. M. Syafiq et al. | segurança, conforto e produtividade. | |
| Smart Building Digital Twin for Interior Water Distribution System Management | 2024 | Gopika Rajan, Songnian Li, | Uso de Digital Twin em edifício universitário para otimizar a gestão da água e prevenir falhas. | Integrar Digital Twin, IoT, BIM e GIS na gestão predial para monitoramento, manutenção preditiva e decisões alinhadas a ESG e ROI. |
| Building digital twins for smart cities: a case study in greece | 2022 | T. Evangelou, Maria Gkeli, Chryssy Potsiou | Propor metodologia de transição do BIM para Gêmeos Digitais em edifícios inteligentes. | A proposta integra BIM e Digital Twin para reduzir custos, valorizar ativos e promover eficiência sustentável alinhada ao ESG. |
| Application of BIM+IoT technology in the design and operation and maintenance stages of smart buildings | 2023 | Yuzhao Liu, Shaojun Hong, Fan Jiang, | Propor um sistema de gestão de dados para edifícios inteligentes com integração BIM e IoT | A proposta integra BIM e IoT para eficiência, decisões em tempo real, valorização de ativos e alinhamento às práticas ESG. |
| Use of BIM-FM to Transform Large Conventional Public Buildings into Efficient and Smart Sustainable Buildings | 2021 | Rubén Muñoz Pavón, Marcos García Alberti, Antonio Alfonso Arcos Álvarez, Isabel del Rosario Chiyón Carrasco, | Demonstrar a transformação de um edifício público de 1969 em inteligente e sustentável com BIM, Facility Management e IoT. | A integração de BIM, FM e IoT aumenta a eficiência, reduz custos, valoriza ativos e apoia decisões estratégicas, alinhando a gestão predial ao digital, à sustentabilidade e ao ESG. |
| A conceptual use-cases mapping framework for IoT-based smart building management | 2023 | Alaeldin Suliman, Trevor Hanson, Mónica Wachowicz, | Elaborar um modelo conceitual multidimensional para classificar e mapear casos de uso de IoT | Modelo de gestão predial com IoT que reduz custos, otimiza recursos e apoia decisões estratégicas, promovendo inovação, sustentabilidade e práticas ESG. |
| Design and applications of an IoT architecture for data-driven smart building operations and experimentati | 2023 | Ali Malkawi, Stephen Ervin, Xu Han, Elence Xinzhu Chen, Sunghwan Lim, Spyridon Ampanavos, Peter Howard, | Projetar uma arquitetura IoT para operar, de forma eficiente e personalizável | A arquitetura reduz custos, aumenta a eficiência com dados em tempo real e RA, e promove inovação e resiliência com infraestrutura inteligente. |
| Framework for Assessing the Smart Buildings Intelligence Degree | 2023 | Estefany O. T. Affonso, Robson R. Branco, André L. A. Guedes, Christine K. Chinelli, Vivian W. Y. Tam, Assed N. Haddad & Carlos A. P. Soares | Propor um framework para avaliar o grau de inteligência de edifícios e sistemas, com indicadores oriundos de ampla revisão bibliográfica. | O framework avalia a inteligência dos edifícios, apoiando decisões, otimização de recursos, valorização de ativos e alinhamento ao ESG. |

Fonte: Própria Autora

A literatura analisada permite uma compreensão aprofundada sobre como a incorporação de tecnologias prediais inteligentes impacta diretamente a gestão de negócios, especialmente no que diz respeito à eficiência operacional, à sustentabilidade, à valorização de ativos e à transformação digital das organizações. Um estudo importante é a contribuição de LINARES-VIZCARRA et al. (2022), que demonstram, por meio de um estudo de caso em uma universidade peruana, que a adoção de energia solar em



edificações institucionais resulta não apenas em redução de custos operacionais, mas também em ganhos ambientais e em fortalecimento da imagem institucional. Essa perspectiva é complementada por Orikpete et al. (2023), que defendem a integração de tecnologias de energia renovável em edifícios inteligentes como estratégia essencial para organizações que buscam unir inovação tecnológica e práticas sustentáveis, contribuindo para a construção de um modelo de negócios mais resiliente e competitivo.

No âmbito regulatório, Gutiérrez David (2021) destaca a ausência de um marco normativo consolidado que regulamente de maneira eficaz a implementação e operação dos edifícios inteligentes. Essa carência normativa revela não apenas um obstáculo à difusão em larga escala dessas tecnologias, mas também se configura como uma oportunidade estratégica para que empresas e os demais envolvidos do setor privado participem ativamente da construção de diretrizes técnicas e legais, influenciando positivamente a formulação de políticas públicas voltadas ao urbanismo digital. Ao posicionar-se nesse processo regulatório emergente, organizações podem atuar como protagonistas na definição de padrões para cidades inteligentes, moldando os critérios de interoperabilidade, segurança cibernética, sustentabilidade e eficiência energética. Essa capacidade de influência é especialmente relevante em um contexto onde a integração entre infraestrutura, dados e serviços urbanos está se tornando o principal vetor de inovação no setor da construção e do gerenciamento predial.

Complementarmente, Caiza Villareal et al. (2019) abordam a aplicação prática da automação inteligente no ambiente acadêmico, por meio do conceito de *inmótica*, um ramo específico da domótica (automação residencial) voltado à gestão automatizada de edifícios institucionais, como universidades e centros de pesquisa. O estudo propõe uma arquitetura tecnológica que integra sensores, sistemas de controle e plataformas analíticas para promover conforto térmico, segurança e eficiência operacional. Os autores demonstram que, quando essa automação é associada a sistemas cognitivos avançados, como o IBM Watson, torna-se possível criar um ecossistema predial inteligente capaz de aprender padrões de uso, prever necessidades operacionais e oferecer suporte à tomada de decisão baseada em dados em tempo real. Isso resulta em um valor agregado expressivo, tanto para ambientes educacionais ao aprimorar a experiência dos usuários, quanto para contextos corporativos, que se beneficiam da redução de custos, do aumento da produtividade e do alinhamento com as práticas ESG. Assim, a *inmótica* desponta como uma solução promissora na construção de espaços adaptáveis e responsivos, com forte apelo estratégico na gestão de ativos e na transformação digital das organizações.

A pesquisa de Barbosa e Leite (2021) inova ao demonstrar como a automação predial pode ser aplicada diretamente na eficiência hídrica, uma dimensão frequentemente negligenciada na gestão predial. Ao propor uma lógica automatizada para detecção de anomalias no consumo de água, os autores oferecem uma solução de baixo custo, sem necessidade de novos investimentos, o que representa uma abordagem altamente atrativa para organizações que buscam inovação com responsabilidade financeira. De forma complementar, Willetts e Atkins (2023) demonstram o potencial da análise de dados, por meio de mineração e sensores IoT, para otimizar a ocupação de espaços e reduzir emissões de carbono, o que amplia a eficiência do planejamento estratégico em tempos de reorganização dos ambientes de trabalho e de crise energética.

Sheng et al. (2022) abordam diretamente os desafios enfrentados na operação de edifícios corporativos e propõem soluções inteligentes baseadas em automação, modelagem ambiental e preferências dos usuários, com impacto direto na redução de custos com energia e manutenção, além de melhoria da experiência do usuário — elemento estratégico em empresas voltadas para produtividade e bem-estar. Rajan e Li (2024) contribuem ao propor o uso de gêmeos digitais para o gerenciamento de sistemas prediais hídricos, otimizando a manutenção preditiva e permitindo decisões mais ágeis com base em dados em tempo real. De modo semelhante, Evangelou et al. (2022) demonstram que a transição do modelo BIM para Digital Twin permite não apenas maior controle operacional, mas também valorização de ativos e alinhamento às práticas ESG, fundamentais para organizações que buscam posicionamento competitivo no mercado contemporâneo.

Liu et al. (2023) reforçam o argumento de que a digitalização da infraestrutura predial desempenha papel estratégico na modernização da gestão de negócios, ao apresentar um sistema de gerenciamento integrado que combina as potencialidades do Building Information Modeling (BIM) com a IoT. Essa integração tecnológica permite o monitoramento contínuo de parâmetros operacionais, o rastreamento de recursos em tempo real e a personalização dos serviços de manutenção e operação, com impacto direto na precisão e na agilidade das decisões gerenciais. A proposta dos autores revela um avanço expressivo no conceito de gestão preditiva, uma vez que possibilita à organização antecipar falhas, otimizar cronogramas de manutenção, reduzir custos com interrupções não planejadas e alinhar o edifício às metas corporativas de eficiência e sustentabilidade. Assim, o sistema proposto atua como um facilitador da transformação digital na gestão predial, promovendo ganhos operacionais e competitivos sustentáveis.

Complementarmente, Muñoz Pavón et al. (2021) oferecem uma contribuição relevante ao demonstrar que os retrofits inteligentes, mesmo quando aplicados a edificações antigas, podem ser tecnicamente viáveis, financeiramente acessíveis e estrategicamente vantajosos, desde que fundamentados em tecnologias digitais adaptáveis, como o BIM e sensores integrados. Os autores analisam um edifício público construído em 1969, evidenciando que a incorporação de sistemas inteligentes resultou em valorização patrimonial, redução de custos operacionais, aumento da eficiência energética e melhoria na experiência dos usuários. Este tipo de intervenção representa uma oportunidade para instituições públicas e privadas que desejam modernizar seu portfólio imobiliário sem a necessidade de construir novas estruturas, alavancando ativos subutilizados e alinhando-os às exigências contemporâneas de sustentabilidade, conectividade e desempenho. Desse modo, a pesquisa reforça a ideia de que os edifícios inteligentes não se limitam a novas construções, mas incluem também a reconfiguração inteligente do patrimônio existente como estratégia eficaz de gestão de ativos no contexto da economia digital.

Suliman et al. (2023) desenvolvem um modelo conceitual para uso de dispositivos IoT que padroniza e classifica sensores prediais, contribuindo para a comunicação entre setores técnicos e administrativos e facilitando o planejamento estratégico em projetos de gestão inteligente de edifícios. Malkawi et al. (2023) vão além ao propor uma arquitetura de controle predial baseada em dados e realidade aumentada, com aplicação direta na experimentação e operação segura de ambientes corporativos. A separação entre sistemas

de operação e de pesquisa proporciona uma plataforma robusta de testes e minimização de riscos operacionais, permitindo que gestores tomem decisões embasadas em cenários simulados, o que agrega previsibilidade e segurança à gestão de ativos.

O modelo apresentado por Lei Yu et al. (2021) destaca a criação de bibliotecas padronizadas de dispositivos IoT, associadas a bases de dados que permitem personalização da gestão predial. Essa estratégia possibilita maior segurança para investimentos e amplia a capacidade de adaptação das soluções tecnológicas a diferentes tipos de empreendimentos — de edifícios corporativos a instituições universitárias. Por sua vez, o SARB, proposto por Kaklauskas et al. (2019), representa um novo patamar na gestão inteligente, ao combinar big data, BIM, realidade aumentada e computação afetiva para desenvolver edifícios resilientes e responsivos, capazes de aprender e se adaptar a diferentes contextos, inclusive a desastres. Do ponto de vista da gestão de negócios, essa abordagem oferece não apenas segurança e eficiência energética, mas também longevidade operacional e bem-estar dos usuários, reforçando o valor da infraestrutura como diferencial competitivo.

Höhenberger e Redlein (2020) realizam uma ampla análise do uso de tecnologias emergentes, como IA, IoT e blockchain nos serviços de facility management, destacando casos concretos de automação predial e manutenção preditiva que resultaram em ganhos operacionais e financeiros. Essa visão prática é reforçada por Almatared et al. (2024), que investigam o uso de gêmeos digitais na gestão de segurança contra incêndio, ampliando a atuação da tecnologia para além da eficiência e sustentabilidade, ao integrar resiliência e gestão de risco — pilares essenciais em organizações orientadas à mitigação de perdas e conformidade normativa.

Ruiz-Zafra et al. (2022) propõem o IFC+, uma extensão do BIM voltada à integração de dispositivos IoT desde a fase de projeto. Essa antecipação da infraestrutura digital facilita a gestão preditiva desde os primeiros estágios do ciclo de vida do edifício, promovendo redução de desperdícios, controle operacional e valorização imobiliária. Essa integração precoce entre projeto e operação torna-se, assim, uma poderosa estratégia para negócios que buscam retorno sobre investimento e diferenciação tecnológica desde a concepção do ativo.

Ainda no campo das contribuições estratégicas à gestão de negócios, destaca-se o trabalho de Affonso et al. (2023), que propõem um framework robusto para avaliação do grau de inteligência dos edifícios inteligentes, com base em 91 indicadores organizados em conjuntos relacionados aos principais sistemas prediais. A relevância do modelo reside na sua capacidade de padronizar a mensuração da inteligência predial, o que permite maior comparabilidade entre empreendimentos, otimização de recursos e embasamento técnico para decisões estratégicas. Em um cenário de crescente pressão por sustentabilidade, eficiência energética e retorno sobre investimento, a possibilidade de avaliar de forma sistemática e confiável os níveis de inteligência dos edifícios representa um avanço significativo tanto para a governança predial quanto para a gestão de ativos no setor corporativo.

Ao oferecer uma ferramenta metodológica alinhada aos princípios ESG, o framework facilita o planejamento de curto, médio e longo prazo, permitindo que as organizações identifiquem lacunas, priorizem investimentos e conduzam ações de melhoria contínua com

base em dados objetivos. Tal abordagem se mostra especialmente útil diante da multiplicidade de soluções tecnológicas disponíveis, ajudando a distinguir projetos verdadeiramente inteligentes daqueles que apenas integram tecnologia de forma superficial. Dessa forma, o estudo de Affonso et al. (2023) contribui não apenas para a avaliação técnica dos edifícios, mas também para fortalecer a integração entre infraestrutura e estratégia empresarial, promovendo transparência, mensurabilidade e maturidade digital na gestão predial contemporânea.

Diante das múltiplas abordagens analisadas, fica evidente que os edifícios inteligentes deixaram de ser apenas uma tendência tecnológica para se consolidarem como ativos estratégicos na gestão de negócios. As diferentes contribuições teóricas e aplicadas demonstram que a integração entre automação predial, análise de dados, sustentabilidade e digitalização dos processos prediais promove ganhos operacionais, otimização de recursos, mitigação de riscos e valorização patrimonial. Ao mesmo tempo, revelam-se desafios relacionados à padronização, à formação técnica e à interoperabilidade entre sistemas. Nesse contexto, cabe à gestão empresarial assumir um papel proativo na incorporação dessas tecnologias em seus projetos de negócios, transformando o edifício em uma plataforma dinâmica de inteligência, inovação e geração de valor. Assim, a adoção de soluções inteligentes na infraestrutura predial não apenas moderniza a operação das organizações, mas fortalece sua competitividade, sustentabilidade e capacidade de adaptação aos desafios mundo atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura revela que os edifícios inteligentes inauguram um novo paradigma de gestão de negócios baseado em dados, sustentabilidade e tecnologias como IoT, BIM e automação, resultando em maior eficiência, redução de custos, valorização patrimonial e ambientes corporativos mais sustentáveis e inovadores. Eles solucionam desafios como gestão hídrica, segurança, conforto e uso otimizado de espaços, contribuindo para governança e geração de valor. Contudo, sua implementação enfrenta entraves como falta de interoperabilidade, ausência de normas, resistência organizacional e carência de formação especializada, exigindo mudanças culturais e estratégicas. O sucesso depende do alinhamento entre tecnologia, pessoas e processos, bem como do fortalecimento de políticas públicas, padronizações e capacitação digital. Além disso, os edifícios inteligentes promovem bem-estar, fortalecem a imagem institucional e ampliam a competitividade.

Para avançar na área, recomendam-se estudos de caso no contexto brasileiro, que mensurem indicadores práticos de desempenho e impacto social.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, E. O. T. et al. Framework for assessing the smart buildings intelligence degree. **Sustainability**, Basel, v. 15, n. 12, p. 7050, 2023. ISSN: 1562-3599. DOI: 10.1080/15623599.2024.2400809. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15623599.2024.2400809>. Acesso em: 23 jul. 2025.

- ALMATARED, Manea; LIU, Hexu; ABUDAYYEH, Osama; HAKIM, Obaidullah; SULAIMAN, Mohammed. Digital-twin-based fire safety management framework for smart buildings. **Buildings**, v. 14, n. 1, art. 4, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings14010004>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- BAUER, Martin W.; GASKELL, George (org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2002. Disponível em: Acesso em: 29 jul. 2025.
- EVANGELOU, T.; GKELI, M.; POTSIUO, C. Building digital twins for smart cities: a case study in Greece. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Disponível em: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-4-W2-2022-61-2022>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- GREENER IDEAL. Smart building platforms and business management: a game-changer for organizational efficiency. **Greener Ideal**, 23 fev. 2025. Disponível em: <https://greenerideal.com/news/smart-building-platforms-and-renewable-energy-integration-a-game-changer-for-the-grid/>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- GUTIÉRREZ DAVID, María Estrella. Aproximación iuspublicista y normalizada a los edificios inteligentes en el marco del nuevo urbanismo datificado y algoritmizado. **Revista de Derecho Urbanístico y Medio Ambiente**, Madrid, ano 55, n. 343, p. 155–207, 2021. ISSN: 1139-4978. Edição especial: Los campus universitarios desde el urbanismo: reflexiones y respuestas. Disponível em: <https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/61611ac5809c3c443a2baa55>. Acesso em: 23 jul. 2025
- HÖHENBERGER, Claudia; REDLEIN, Alex. The prevalence of IoT in the facility services industry. **Journal of Facility Management Education and Research**, v. 4, p. 9–13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22361/2474-6630-4.1.9>. Disponível em: <https://doi.org/10.22361/2474-6630-4.1.9>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- JOHNSON CONTROLS. **Building Energy Management System benefits for businesses**. Johnson Controls, 26 mar. 2025. Disponível em: <https://www.johnsoncontrols.co.uk/insights/2024/blogs/building-energy-management-system-benefits>. Acesso em: 23 jul. 2025.
- KAKLAUSKAS, Arturas; LILL, Irene; AMARATUNGA, Dilanthi; UBARTĖ, Ieva. Model for smart, self-learning and adaptive resilience building. [S.l.]: **Emerald Publishing**, 2019. ISBN 978-1-83867-051-1. DOI 10.1108/S2516-285320190000002017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/S2516-285320190000002017>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- LEI, Yu; NAZIR, Babar; KHAN, Imran; SHEN, Hongdan; GAO, Haining; WANG, Yinling. Intelligent service system for distributed construction engineering facilities based on Internet of Things. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, p. 1–12, 19 maio 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/JIFS-219070>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- LINARES-VIZCARRA, M. L. DEL C.; MONTERO ZUÑIGA, E. T.; MENDOZA ARANZAMENDI, J. A. La energía solar y sus beneficios en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann en Tacna, Perú. **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, v. 6, n. 6, p. 7161-7174, 15 dic. 2022. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3939. Disponível em: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3939. Acesso em: 29 jul. 2025.
- LIU, Y.; HONG, S.; JIANG, F. Application of BIM+IoT technology in the design and operation and maintenance stages of smart buildings. **Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering**, v. 23, n. 6, p. 3255–3270, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/JCM-226910>. Acesso em: 29 jul. 2025.

MALKAWI, Ali; ERVIN, Stephen; HAN, Xu; CHEN, Elence Xinzhu; LIM, Sunghwan; AMPANAVOS, Spyridon; HOWARD, Peter. Design and applications of an IoT architecture for data-driven smart building operations and experimentation. **Energy and Buildings**, v. 295, p. 113291, 15 set. 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113291>. Acesso em: 29 jul. 2025.

OLIVER, G. We have the technologies to cut building emissions – let’s use them. **Reuters**, 25 mar. 2024. Disponível em: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/george-oliver-we-have-technologies-cut-building-emissions-lets-use-them-2024-03-25/>. Acesso em: 23 jul. 2025.

ORIKPETE, Ochuko; IKEMBA, Samuel; EWIM, Daniel. Integration of Renewable Energy Technologies in Smart Building Design for Enhanced Energy Efficiency and Self-Sufficiency. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, [S.l.], v. 9, p. 1-13, 12 nov. 2023. DOI: 10.18540/jcecvl9iss9pp16423-01e. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/375594549_Integration_of_Renewable_Energy_Technologies_in_Smart_Building_Design_for_Enhanced_Energy_Efficiency_and_Self-Sufficiency. Acesso em: 29 jul. 2025

PAVÓN, R. M.; ALBERTI, M. G.; ÁLVAREZ, A. A. A.; DEL ROSARIO CHIYÓN CARRASCO, I. Use of BIM-FM to transform large conventional public buildings into efficient and smart sustainable buildings. **Energies**, v. 14, n. 11, p. 3127, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en14113127>. Acesso em: 29 jul. 2025.

RAJAN, G.; LI, S. Smart building digital twin for interior water distribution system management. The International Archives of the Photogrammetry, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-2024-373-2024>. Acesso em: 29 jul. 2025.

RUIZ-ZAFRA, Angel; BENGHAZI, Kawtar; NOGUERA, Manuel. IFC+: towards the integration of IoT into early stages of building design. **Automation in Construction**, v. 136, art. 104129, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104129>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SAMPAIO BARBOSA, Lucas; CHAVES COELHO LEITE, Brenda. DETECÇÃO DE ANOMALIAS DE CONSUMO DE ÁGUA ATRAVÉS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 2., 2021. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. DOI: 10.46421/sispred.v2i.1097. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sispred/article/view/1097>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SHENG, Tham Cheong; AWANG, Mariah; YUSOP, Fatimah; RAHMAN, M. A. A.; HAMIDON, Nuramidah; SYAZWAN, M. M. Syafiq; MUSA, Mohd Kamaruzaman; AHMAD, Faridahanim. People, process and system design of smart building solutions for an office building in Kuala Lumpur. **AIP Conference Proceedings**, v. 2644, p. 050015, 07 nov. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/5.0104943>. Acesso em: 29 jul. 2025.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 jan. 2023.

SULIMAN, Alaeldin; HANSON, Trevor; WACHOWICZ, Monica. A conceptual use-cases mapping framework for IoT-based smart building management. **Journal of Construction Engineering, Management & Innovation**, v. 6, n. 4, p. 239–265, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.31462/jcemi.2023.04239265>. Acesso em: 29 jul. 2025.

VILLAREAL, Henry; ZAMORA, Leydy; SÁNCHEZ, Gabriela; QUEZADA, Ricardo; VIGO, Jim. Intelligent building for the computer labs of the San Pedro University. **Conocimiento**



Autor 1; Autor 2;...; Autor N.

para el Desarrollo, v. 10, n. 1, p. 131–135, 2019. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.17268/cpd.2019.01.20>. Acesso em: 01 Jun. 2025.

WILLETTS, Matthew; ATKINS, Anthony S. Application of Data Mining to Support Facilities Management in Smart Buildings. In: MARQUES, Gonçalo; SAINI, Jagriti; DUTTA, Maitreyee (eds.). **IoT Enabled Computer-Aided Systems for Smart Buildings**. Cham: Springer, 2023. p. 121–143. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-26685-0_6. Acesso em: 29 jul. 2025.