Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1]PROPOSTA DE NOVOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS NO AUXÍLIO À APROVAÇÃO DE PROJETOS EM BIM PARA BELO HORIZONTE

Proposal of New Methodological Procedures to Support BIM Based Digital Building Permit in Belo Horizonte

Paulo Henrique Weskerson Rodrigues
Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte, Minas Gerais | pauloarq08@ufmg.br

Eduardo Marques Arantes
Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte, Minas Gerais | arantes@ufmg.br

RESUMO

O licenciamento de edificações é fundamental para assegurar a qualidade do ambiente urbano, garantindo que os projetos estejam em conformidade com as leis. Esse processo envolve a submissão de projetos arquitetônicos para análise manual por técnicos da prefeitura, caracterizada por burocracia, morosidade, suscetibilidade a erros e interpretações subjetivas, impactando negativamente na produtividade do setor. Diante desse cenário, surgem iniciativas voltadas à padronização normativa, digitalização dos procedimentos e, mais recentemente, à automatização das análises por meio do Building Information Modeling (BIM). Essa última tem se mostrado promissora na redução do tempo e no aumento da precisão das avaliações, embora enfrente desafios frente à complexidade das legislações locais. Cidades como Singapura e Salvador têm adotado soluções que integram BIM e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), diminuindo o tempo de análise. Belo Horizonte (BH) demonstrou interesse em seguir esse caminho. Essa pesquisa propõe o desenvolvimento de uma solução para apoiar a automatização do licenciamento belorizontino, utilizando o Design Science Research (DSR) como método. Para isso, será analisada a experiência de Salvador, seus marcos legais e sua plataforma BIM, em comparação com o contexto normativo e institucional de BH, a fim de subsidiar a elaboração de um artefato com uma proposta para BH.

Palavras-chave: Modelagem da informação da construção, BIM, verificação automática de conformidade, licenciamento digital.

ABSTRACT

Building design approval is essential for ensuring the quality of the urban environment by verifying compliance with municipal regulations. This process typically involves the manual review of architectural designs by local government technicians, a procedure marked by bureaucracy, delays, susceptibility to errors, and subjective interpretations—all of which hinder the sector's productivity. In response, various initiatives have emerged, including regulatory standardization, digitalization of approval systems, and, more recently, automation through Building Information Modeling (BIM). This last approach has shown promising results in reducing review time and increasing accuracy, though it still faces challenges due to the complexity of local codes. Cities like Singapore and Salvador have implemented systems that integrate BIM and Information and Communication Technologies (ICT), successfully decreasing approval time. Belo Horizonte (BH), in the state of Minas Gerais, has expressed interest in adopting similar solutions. This research aims to develop a proposal to support the automation of the design approval process in BH, using Design Science Research (DSR) as its methodology. The study will examine the experience of Salvador—its legal framework and BIM-based platform—and compare it with BH's regulatory and institutional context, providing the foundation for a tailored implementation framework for the municipality.

Keywords: *Automated code compliance checking, digital building permit, BIM model checking, building information modeling.*

1 INTRODUÇÃO

O licenciamento de edificações funciona como uma espécie de certificação municipal (Conselho de Arquitetura e Urbanismo, 2023). Nesse processo, verifica-se se o projeto atende aos requisitos expressos em pelo menos três leis: o Plano Diretor (PD), a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) e o Código de Obras e Edificações (COE). Na maioria dos casos, essas normas se somam a outros instrumentos legais — leis, decretos, portarias

[1] RODRIGUES, P.; ARANTES, E. Proposta de Novos Procedimentos Metodológicos no Auxílio à Aprovação de Projetos em BIM para Belo Horizonte. In: In: V WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2025, Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

e normas técnicas —, formando um conjunto normativo complexo e extenso, cuja fiscalização compete ao município. O licenciamento, de caráter sistêmico, integra os subsistemas do ciclo de vida de uma edificação (Conselho de Arquitetura e Urbanismo, 2023). Ele é essencial para assegurar a qualidade das construções nas cidades, pois busca garantir o cumprimento dos requisitos legais.

Este trabalho se concentra na atividade conhecida como “aprovação de projeto”, inserida no sistema de licenciamento municipal. Nela, o projetista submete seu projeto à análise de um agente público, que verifica se a edificação proposta está em conformidade com a legislação. Essa análise determinará se a construção poderá ou não ser iniciada. No caso positivo, sua conformidade é atestada por meio de um documento denominado “Alvará de Construção”. Esse processo, em geral, ainda se baseia em trâmites manuais e pouco digitalizados — em um cenário no qual 85% dos municípios brasileiros não dispõem de sistemas digitalizados (Confederação Nacional dos Municípios, 2022). Isso contribui para a morosidade dos procedimentos, centrados na atuação humana, suscetíveis a erros e abertos a interpretações subjetivas por parte dos analistas (Eastman *et al.*, 2009; Nawari, 2018).

Além disso, estima-se que, em média, são gastos cinco meses para se obter autorização para construir no Brasil (Banco Mundial, 2020), podendo esse prazo se estender por até um ano. Nesse contexto, surgem atrasos, insegurança jurídica e imprevisibilidade para os diversos envolvidos (projetistas, agentes públicos, proprietários, entre outros), além de impactos econômicos, como o aumento de até 12% no valor de imóveis residenciais (Booz&Co, 2014; Conselho de Arquitetura e Urbanismo, 2023). Trata-se de um panorama histórico de baixa produtividade, quando comparado a outras indústrias, em que a regulação excessiva figura como uma das causas — juntamente com a fragmentação do mercado, o uso limitado de tecnologias e a falta de padronização de processos (McKinsey Global Institute, 2017; Polito, 2022; Nawari, 2018). Além disso, as mais de 1.200 normas técnicas que regulam as atividades de projeto refletem a complexidade do sistema normativo no Brasil (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2024), exigindo esforços contínuos de atualização por parte dos profissionais, o que compromete a agilidade e a eficiência no desenvolvimento de empreendimentos (Nawari, 2018).

Diante desse cenário, torna-se relevante investigar soluções que otimizem o processo, tornando-o mais ágil, eficiente, confiável, transparente e seguro. A literatura aponta alguns esforços nesse sentido, por meio da padronização e/ou digitalização de etapas e da simplificação da análise de projetos. A verificação automática de conformidade — também chamada *Automated Compliance Checking ou Automated Code Checking* (ACC) — por meio de ferramentas de *Building Information Modeling* (BIM), como o *Solibri Model Checker* (SMC), tem se mostrado promissora, especialmente fora do âmbito municipal. Arantes et al. (2021) relatam ganhos de até 60% na redução do tempo de análise e maior precisão na detecção de não conformidades. Contudo, uma parcela significativa das normas ainda não pode ser automatizada, devido a limitações técnicas. Mainardi Neto (2016) identificou que apenas 50% das regras analisadas eram plenamente automatizáveis. Além disso, ambas as pesquisas indicam restrições na customização das regras pelas ferramentas atuais, o que compromete sua aplicabilidade no contexto legal dos municípios.

Singapura, por exemplo, reduziu o tempo de aprovação para menos de 90 dias ao implantar, desde a década de 1990, sistemas integrados de análise baseados em BIM e tecnologias da informação e comunicação (TIC) (Goh, 2007; Banco Mundial, 2020). No Brasil, Salvador adotou iniciativa semelhante ao implementar o Simplifica Salvador, que permite a submissão e verificação automática de projetos em BIM, reduzindo o tempo médio de aprovação para cerca de 45 dias (CBIC, 2022). Embora ainda restrito a projetos residenciais multifamiliares e dependente de *software* proprietário (Revit), o caso soteropolitano representa um avanço inédito no país. A capital mineira, Belo Horizonte (BH), já opera com o Portal de Edificações, que digitaliza parte do processo, como a submissão de documentos e o acompanhamento online. Entretanto, a análise técnica dos projetos ainda é realizada de forma manual. No fim de 2023, a prefeitura manifestou interesse em incorporar um sistema de verificação automática de conformidade como parte de seu Plano de Implementação BIM (PIB), visando também à automação da etapa de aprovação dos projetos (Belo Horizonte, 2023).

Essa integração entre BIM, TICs e sistemas de análise automatizada exige padrões que organizam e estruturam as informações do modelo digital para torná-lo compatível com os sistemas de checagem (Eastman *et al*., 2021; Nawari, 2018). No entanto, adaptar legislações municipais a esses formatos ainda é um desafio, uma vez que os textos legais são elaborados para leitura humana e não para interpretação por máquinas (Nawari, 2018). Dessa forma, a subjetividade presente nos textos legais impõe dificuldades para a tradução para a lógica de programação.

Este artigo integra uma pesquisa de mestrado em andamento, cujo objetivo geral é propor um método que

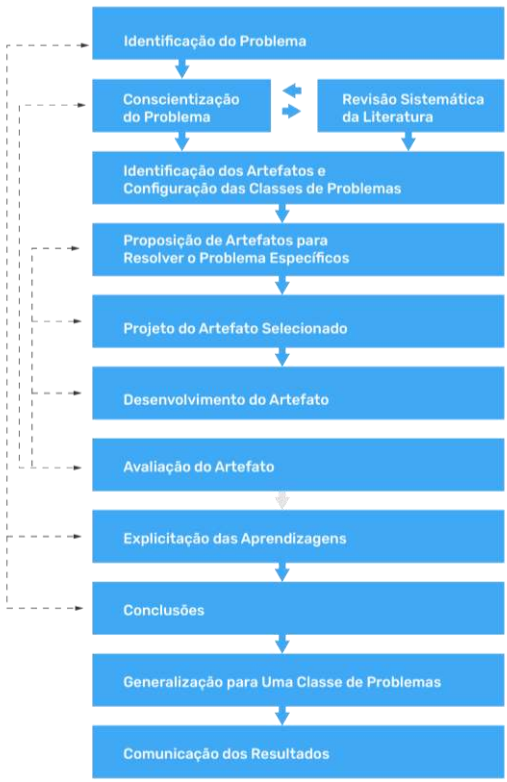
auxilie na automatização da aprovação de projetos arquitetônicos em Belo Horizonte, com base na experiência da cidade de Salvador. Nela a investigação se estrutura a partir dos seguintes objetivos específicos: (1) analisar as características da plataforma de Salvador, identificando vantagens e limitações; (2) comparar o arcabouço legal das duas cidades, com ênfase na legislação urbanística; (3) examinar os resultados práticos obtidos em projetos submetidos à plataforma baiana; (4) verificar a compatibilidade da abordagem de Salvador com o contexto legal de Belo Horizonte; e (5) desenvolver uma proposta de automação aplicável ao cenário da capital mineira. Este artigo aborda, contudo, apenas os resultados correspondentes aos objetivos 2 e 5.

2 MÉTODO

Como essa pesquisa foca no desenvolvimento de uma proposta inovadora para implantação de um sistema de análise automática na capital mineira, optou-se pela adoção do Design Science Research (DSR), também conhecido como pesquisa construtiva. O *constructo* será o método, que consiste numa sequência de etapas para se realizar uma tarefa, segundo March e Smith (1995).

A pesquisa foi estruturada em doze etapas (Figura 1), conforme proposto por Dresch, Lacerda e Antunes (2015), que permitem compreender o contexto da demanda e criar possíveis soluções. As etapas são: (1) Identificação do problema; (2) conscientização do problema, (3) revisão sistemática da literatura, (4) identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas, (5) proposição de artefatos para resolver o problema específico, (6) projeto do artefato selecionado, (7) desenvolvimento do artefato, (8) avaliação do artefato, (9) explicação das aprendizagens, (10) conclusões, (11) generalização para uma classe de problemas e (12) comunicação dos resultados. As setas tracejadas na Figura 1 indicam possíveis retornos entre etapas, demonstrando sua flexibilidade.

Figura 1: Fluxograma das etapas da DSR para a pesquisa.



Fonte: Desch, Lacerda e Antunes, 2015. Adaptado pelo autor.

2.1 Identificação do problema e conscientização do problema

Como foi discutido no capítulo de introdução, o licenciamento de projetos ainda ocorre de forma manual, geralmente baseada em papel e sujeito à interpretação individual dos analistas. Isso torna o processo lento, oneroso e pouco transparente. Além disso, há a demanda de implantação de um sistema de verificação automática BIM por parte da Prefeitura de Belo Horizonte. E ainda, o sistema Simplifica Salvador é uma ferramenta inovadora e sem precedentes no cenário nacional, portanto pesquisá-la é tarefa importante.

Com isso em mente, essa etapa da pesquisa se estrutura a partir de três perguntas. Elas buscam balizar a pesquisa, compreender as várias faces do problema, além de contribuir para a proposição do método, do artefato.

Pergunta 1: Como a plataforma atende Salvador e como se dá sua estrutura?
Pergunta 2: A plataforma Salvador de Salvador poderia atender BH?
Pergunta 3: Como funciona o licenciamento de projetos em Salvador e BH?

Cada pergunta relaciona o tipo de dado, as hipóteses e o procedimento de coleta de dados para tentar responder às questões levantadas e direcionar a pesquisa. Elas estão organizadas nos Quadros de 1 a 3.

Quadro 1: Pergunta 1

COMO A PLATAFORMA ATENDE SALVADOR? COMO SE DÁ SUA ESTRUTURA?		
TIPO DE DADO	HIPÓTESE	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS
Documentos Observação participante	O arcabouço legal é complexo e bastante subjetivo; O arcabouço é simples, o que permite a tradução de parte substancial do código.	Verificar manuais de operação do sistema; Analisar nível de subjetividade do texto legal; Verificar escopo de análise abrangido pela plataforma; Fazer uso da plataforma com um projeto hipotético.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 2: Pergunta 2

A PLATAFORMA DE SALVADOR PODERIA ATENDER BH?		
TIPO DE DADO	HIPÓTESE	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS
Documentos	Sugere implantação demorada e cara; As diferenças entre as leis é um dificultador para implantação do sistema; As similaridades entre as leis facilita a implantação.	Verificar requisitos do sistema almejado por BH; Analisar nível de subjetividade do texto legal; Fazer uso da plataforma com um projeto hipotético;

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 3: Pergunta 3

COMO FUNCIONA O SISTEMA DE LICENCIAMENTO EM SALVADOR E BH?		
TIPO DE DADO	HIPÓTESE	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS
Documentos Observação participante	O arcabouço legal é complexo e possui bastante subjetividade no texto; O arcabouço legal é simples e permite tradução de parte substancial do código; O fluxo de licenciamento de projeto é complexo demanda muitas etapas de análise; O fluxo de licenciamento de projeto é otimizado com poucas etapas de análise.	Verificar arcabouço legislativo das Cidades.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 2 apresenta o fluxograma que se desdobra em dois eixos principais, um para cada cidade, que analisa e compara: a plataforma Salvador Simplifica e os requisitos do sistema exigido por BH e o arcabouço legal para aprovação de projetos das duas cidades. Ressalta-se que a análise está centrada exclusivamente na atividade de aprovação de projetos de edificações novas. Ficam excluídas desta investigação outras

modalidades de licenciamento, como a regularização de imóveis, a obtenção de licenças vinculadas a outras secretarias (como patrimônio, meio ambiente, trânsito, entre outras) e a emissão do documento de baixa de construção (“habite-se”).

Figura 2: Fluxograma da etapa de conscientização do problema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Análise Comparativa do Arcabouço Legal

O arcabouço legal analisado de Belo Horizonte, nesta pesquisa, compreende o PD e o COE, uma vez que não há LUOS vigente na capital mineira. Para Salvador, foram consideradas três normas: PD, LUOS e COE. Todo o conteúdo dessas leis foi organizado em uma planilha eletrônica, com cada dispositivo inserido em uma célula distinta. Entende-se por “dispositivo” os artigos, parágrafos, alíneas, incisos e itens que estruturam uma lei (Brasil, 2001). Em seguida, realizou-se a contabilização desses elementos, com o objetivo de comparar a extensão normativa entre as cidades.

Posteriormente, procedeu-se à leitura integral do conteúdo legal. Em uma etapa seguinte, cada dispositivo foi classificado conforme o seguinte critério: se era considerado um “objeto de análise de conformidade” — ou seja, se seu conteúdo era verificado durante a aprovação de projetos —, era marcado como “SIM”; caso contrário, como “NÃO”.

Para comparar as similaridades e diferenças entre os arcabouços legais das duas cidades, recorreu-se à Análise de Conteúdo Categorial (ACCa), com base em uma abordagem qualitativa. A ACCa é um método amplamente utilizado nas ciências sociais, que possibilita a análise sistemática de conteúdos comunicacionais (documentos, áudios, imagens etc.), como é o caso das leis (Bardin, 2016). Esse método permitiu a organização do conteúdo normativo em categorias, viabilizando a comparação. A presente pesquisa aplicou a ACCa em três etapas, conforme recomendado por Sampaio e Lycarião (2021):

1- Conceituação: A fim de comparar as leis, buscou-se compreender o problema e as questões da pesquisa, levantadas durante a revisão bibliográfica, discutidas na introdução (Capítulo 1). Esta etapa também incluiu o levantamento de hipóteses, sintetizadas nos Quadros 1 a 3;

2- Desenho: Nesta fase foram delineadas as “unidades de análise”, constituídas pelos dispositivos classificados como “objeto de análise de conformidade” nos PDs, LUOS e COEs das duas cidades. Em seguida, realizou-se uma nova leitura para explorar esse conteúdo, quando se definiram categorias comuns entre os dispositivos — processo denominado “codificação” (Bardin, 2016; Sampaio e Lycarião, 2021) (Quadro 4). Cada dispositivo foi então associado a uma dessas categorias na planilha eletrônica.

Quadro 4: Codificação da Análise de Conteúdo Categorial nessa pesquisa.

CATEGORIA
Fechamento e Limites
Cômputo de Áreas
Gestão das Águas Pluviais
Fachadas, Saliências e Marquises
Compartimentos e Ambientes
Circulações e Acessos
Acessibilidade e Segurança nas Edificações
Gestão de Resíduos
Proteção Contra Incêndio e Pânico
Calçadas e Passeios
Instalações Sanitárias
Iluminação e Ventilação
Instalações Elétricas
Estratégias de Gentileza Urbana
Afastamentos
Zoneamento, Zonas e Áreas
Limites de Altimetria
Estacionamento e Vagas de Veículos
Ocupação e Uso do Solo
Operação Urbana Consorciada
Licenciamento de Edificações
Habitações de Interesse Social
Meio Ambiente e Soluções de Ecoeficiência
Patrimônio Cultural

Fonte: Elaborado pelo autor.

3- Análise: Ao filtrar os resultados da planilha por categoria foi possível analisar as semelhanças e diferenças entre as leis das duas cidades - procedimento realizado a partir de um quadro de dupla entrada (Figura 3).

Figura 3: Trecho da planilha eletrônica para a categoria "Cômputo de Áreas".

LEI	obs.:	CODIGO DE OBRAS BH	Categoria	LEI	obs.:	CODIGO DE OBRAS SALVADOR	Categoria
CODIGO DE OBRAS BH		Art. 12 - Estão dispensadas da aprovação de projeto e do licenciamento as seguintes obras:	Cômputo de Áreas	PLANO DIRETOR SALVADOR		Art. 163. Aplicam-se às zonas de uso integrantes do Zoneamento do Município de Salvador, os coeficientes de aproveitamento mínimo, básico e máximo constantes do Quadro 01 do Anexo 02 desta Lei.	Cômputo de Áreas
CODIGO DE OBRAS BH		VII - construção de abrigos para animais domésticos e cobertas em unidades residenciais, com altura máxima de 1,80m (um metro e oitenta centímetros);	Cômputo de Áreas	PLANO DIRETOR SALVADOR		Parágrafo único. Coeficiente de aproveitamento é a relação entre a área edificada, excluída a área não computável, e a área do lote, podendo ser:	Cômputo de Áreas
CODIGO DE OBRAS BH		§ 2º - Para o cálculo do potencial construtivo e da área permeável definida pela Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo vigente, na hipótese descrita no inciso I do § 1º deste artigo prevalecerá a área constante da planta de parcelamento aprovada, conforme Cadastro de Plantas - CP.	Cômputo de Áreas	PLANO DIRETOR SALVADOR		I - básico (CAB), que resulta do potencial construtivo gratuito inerente aos lotes e glebas urbanos;	Cômputo de Áreas
CODIGO DE OBRAS BH		Art. 37 - Considera-se área construída a área coberta, à exceção de:	Cômputo de Áreas	PLANO DIRETOR SALVADOR		II - máximo (CAM), que define o limite máximo acima do CAB a ser autorizado pelo Poder Público por meio da aplicação dos instrumentos da Política Urbana, não podendo ser ultrapassado;	Cômputo de Áreas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Análise Comparativa de Subjetividade das Leis

Para comparar o nível de subjetividade das leis, a pesquisa adota as etapas propostas por Nawari (2018). Esse autor estabelece algumas categorias para traduzir códigos legais (normas, leis, portarias, etc.) para sistemas digitais. Para isso, ele classifica o conteúdo normativo em quatro tipos:

1- Condicionais: requisitos do texto legal que podem ser traduzidos diretamente para regras de lógica formal;

2- Conteúdos: são itens que não podem ser traduzidos na lógica binária, falso ou verdadeiro, geralmente são partes do conteúdo que objetiva descrever ou apresentar definições de algo, por exemplo;

3- Dependentes: configuram-se como partes que fazem referência à outras partes do texto ou a normas externas, e que, portanto, dependem do atendimento desses elementos vinculados;

4- Ambíguas: disposições de caráter subjetivo, geralmente acompanhados de palavras ou expressões como "aproximadamente", "relativamente", "preferencialmente", "próximo de", entre outras.

Com base nessas categorias, o objetivo é classificar os dispositivos legais identificados como objetos de análise de conformidade (organizados em planilhas eletrônicas), distribuindo-os entre os quatro tipos definidos por Nawari (2018). A partir dessa classificação, será possível calcular a proporção de cada categoria e, assim, estimar o grau de subjetividade presente nos textos legais analisados.

Análise dos Requisitos do Sistema

Nesta etapa, serão levantados os requisitos almejados por BH, bem como as funcionalidades oferecidas pela plataforma Salvador Simplifica. No caso da capital mineira, os dados serão obtidos a partir dos documentos disponibilizados pela prefeitura. Para Salvador, por sua vez, as informações serão coletadas por meio de dois procedimentos, descritos a seguir:

1- Uso da Salvador Simplifica (observação participante): acesso à plataforma para verificar suas funcionalidades, comportamentos, incluindo o processo de cadastro de projetos, as etapas automatizadas, a emissão de relatórios de checagem de modelo, entre outros aspectos. Para essa atividade, será desenvolvido um modelo virtual em BIM como suporte à análise;

2- Consulta ao manual de operação da plataforma e aos vídeos tutoriais fornecidos pela empresa desenvolvedora.

Os dados obtidos serão organizados em uma planilha eletrônica, a partir da qual será realizada a análise comparativa entre as duas cidades.

Análise da Plataforma Salvador Simplifica

A análise da Salvador Simplifica será conduzida através de observação participante, estruturada em duas frentes, descritas a seguir.

1- Exploração das funcionalidades do sistema: acesso e interação com a plataforma para verificar o funcionamento do cadastro de projetos, as informações e documentações exigidas para submissão, bem como as funcionalidades automatizadas disponíveis;

2- Submissão de um modelo virtual BIM: criação e envio de um modelo conforme as exigências descritas no manual de operação da plataforma, com o objetivo de observar como o sistema responde em casos de não conformidade ou quando o projeto está apto para análise.

2.2 Revisão sistemática da literatura

Uma primeira revisão bibliográfica, Capítulo 1, foi coletada em bases de dados brasileiras e internacionais, em duas línguas (português e inglês). As buscas em palavras portuguesas foram: "Automação de Aprovação de Edificações AND BIM", "verificação automática de requisitos AND BIM", "Verificação automática de códigos AND BIM", "Verificação automática de conformidade AND BIM", "licenciamento de projetos de edificações",

"aprovações de projeto de prefeitura" e "encontro licenciamento de projetos". Na língua inglesa: "Automated Building Code Compliance Checking AND BIM", "Building Construction Approvals AND BIM", "Construction Permit Process AND BIM", "Digital Building Permit AND BIM", "Housing Licencing AND BIM", "Building Permit Process AND BIM". As bases consultadas foram:
Scielo Brasil;
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD);
Iconda;
Proquest;
Science Direct;
Emerald.

Para expandir a pesquisa inicial também foram consultadas as "gray literature", no google, inserindo palavras chaves relacionadas à temática da pesquisa.

Para tentar mapear outras experiências vinculadas à aprovação de projetos no âmbito municipal, será realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL). Nessa etapa, busca-se localizar experiências diversas de digitalização do processo de licenciamento no mundo. O mapeamento dessas soluções poderá contribuir para a solução da demanda dessa pesquisa. O protocolo para a RSL é exibido no Quadro 5.

Quadro 5: Protocolo da RSL

HORIZONTE TEMPORAL	IDIOMA	QUESTÃO DA REVISÃO	CRITÉRIO DE INCLUSÃO	PALAVRAS-CHAVE
2020 a 2025	Português e Inglês	Quais alternativas de verificações automáticas de conformidades já foram desenvolvidas para o contexto de licenciamento de projetos? Quais benefícios/desafios já foram detectados?	Licenciamento na municipalidade	Automação de Aprovação de Edificações AND BIM verificação automática de requisitos AND BIM Verificação automática de códigos AND BIM Verificação automática de conformidade AND BIM Automated Building Code Compliance Checking AND BIM Building Construction Approvals AND BIM Construction Permit Process AND BIM Digital Building Permit AND BIM Housing Licencing AND BIM Building Permit Process AND BIM BIM AND Permitting e-system

Fonte: Desch, Lacerda e Antunes, 2015. Adaptado pelo autor.

2.3 Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas e proposição de artefatos para resolver o problema específico

Nesta etapa, serão reunidos, a partir da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), os casos que já abordaram demandas semelhantes à de Belo Horizonte. Em seguida, serão selecionadas possíveis soluções que dialoguem com o contexto belorizontino. Na eventualidade de se identificar um artefato plenamente aderente à demanda da pesquisa, os esforços serão direcionados ao aprimoramento da proposta existente. Além disso, para subsidiar a proposição, os dados obtidos nas etapas de "Identificação do Problema" e "Conscientização do Problema" servirão de base para a elaboração ou adaptação do artefato. Dessa forma, busca-se compreender com maior profundidade o contexto da demanda de Belo Horizonte, garantindo que a solução proposta esteja alinhada às suas especificidades, conforme destacam Dresch, Lacerda e Almeida (2015).

2.4 Projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato selecionado

Munidos dos dados obtidos nas etapas anteriores o artefato será projetado. Todo o processo de concepção, desenvolvimento e avaliação do projeto de artefato será registrado, a fim de assegurar a qualidade da pesquisa e seu rastreamento. O mesmo se aplica para o desenvolvimento do artefato, que também será documentado.

Em seguida, o método proposto será avaliado. Como a presente pesquisa não dispõe de recursos para a implementação prática do sistema, essa avaliação será realizada por profissionais com experiência no licenciamento de projetos no âmbito municipal. Para isso, serão selecionados seis participantes familiarizados com a rotina de aprovação de projetos, divididos em dois grupos: Grupo 1: três profissionais atuantes como analistas de projetos em prefeituras; Grupo 2: três profissionais com experiência como responsáveis técnicos, habituados às exigências legais do processo de aprovação.

2.5 Explicação das aprendizagens e conclusões

Como todo o processo será registrado, nesta etapa serão apresentados os principais aprendizados decorrentes do desenvolvimento da pesquisa. Serão destacadas as vantagens e limitações identificadas ao longo do trabalho. Em seguida, serão expostos os resultados obtidos, acompanhados de suas respectivas limitações, as quais poderão servir de base para pesquisas futuras.

2.6 Generalização para uma classe de problemas e comunicação dos resultados

A fim de expandir os limites do contexto analisado e possibilitar a aplicação do conhecimento gerado em outras situações (Dresch, Lacerda e Almeida, 2015), esta etapa tem como objetivo situar o artefato proposto dentro de uma classe mais ampla de problemas, com base em raciocínio indutivo. Por fim, os resultados da pesquisa serão formalmente comunicados, por meio de sua redação e publicação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Imagina-se que a partir da análise da plataforma de Salvador seja possível compreender sua construção e seu princípio de funcionamento. Com isso, pode-se deduzir que será possível identificar suas vantagens e desafios. É possível inferir que através da análise dos resultados de alguns projetos nessa plataforma seja possível compreender seus avanços e limitações. Além disso, é válido pensar que a análise do arcabouço legislativo de Salvador, associado aos itens anteriores, possa permitir que se compreenda como essa ferramenta atende à demanda de análise de projetos dessa cidade. Por similaridade, analisando o sistema requerido por BH e a sua legislação será possível mapear um conjunto de requisitos necessários à implantação do sistema almejado.

A análise comparativa entre as características da Salvador Simplifica e os requisitos do sistema pretendido por BH, associada à comparação entre as legislações, poderão indicar se essa plataforma é passível de implantação na Prefeitura de Belo Horizonte ou indicar possíveis adequações para atingir tal finalidade. Dessa forma, a partir das análises e comparações mencionadas, espera-se que os dados levantados durante a investigação permitam que seja elaborado um método contendo um conjunto de etapas como proposta de automação para análise de projetos em BH.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de dispositivos para cada lei do arcabouço legal das duas cidades. BH possui 505 artigos contra 676 de Salvador, considerando todo arcabouço legal. Entretanto, ao se considerar todos os dispositivos essa diferença aumenta, tendo em vista que um único artigo pode se desdobrar em vários outros itens. Constatou-se que BH possui 2721 dispositivos, enquanto Salvador tem 4575 (cerca de 59% a mais). Para o conteúdo que é “objeto de análise de conformidade”, Salvador se mostra mais extensa, com 1516 itens contra 726 de Belo Horizonte, uma diferença de 47%, aproximadamente.

A planilha contendo a análise comparativa do conteúdo do arcabouço legal está disponível no link. Os resultados estão compilados na aba “Comparativo”. No que se refere aos “Fechamentos e Limites”, quando se trata das informações sobre as dimensões dos muros divisórios e frontais, as duas cidades possuem exigências similares, variando apenas o valor mínimo da altura requerida para esses elementos. Entretanto,

a legislação de BH discrimina certas exigências e considerações sobre alguns elementos, que não são contemplados em Salvador. Por exemplo, a legislação belorizontina descreve como se deve proceder quando um lote possui dimensões divergentes daqueles presentes no cadastro de planta da prefeitura ou como deve ser o tratamento geométrico dos muros em casos de esquinas.

Tabela 1: Quadro geral de quantidade de dispositivos por cidade.

BELO HORIZONTE					SALVADOR			
TIPO	COE	PD	TOTAL GERAL (PD+COE)		COE	PD	LUOS	TOTAL GERAL (COE+PD+LUOS)
Artigos	96	409	505		75	409	192	676
Todos os Dispositivos	419	2302	2721		316	2961	1298	4575
Dispositivos Objeto de Análise de Conformidade	126	600	726		43	712	761	1516

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na categoria “Cômputos de Áreas” as duas cidades possuem critérios semelhantes para categorizar áreas descontáveis: “guaritas, áreas comuns, áreas de beirais, etc”. Ambas separam o coeficiente de aproveitamento (CA) em duas categorias (básico e máximo), porém estabelecem critérios distintos para sua superação. Há outras diferenças, como os critérios para contabilização de saliências como área construída, que Salvador não possui, mas BH sim. No que se refere às áreas permeáveis, Salvador possui critérios diferentes de BH, quando permite áreas semi-permeáveis e associação de outros elementos para compor a taxa mínima de permeabilidade.

Em “Gestão de Águas Pluviais” apenas BH apresenta critérios específicos sobre o tratamento dos elementos do edifício para receber as águas da chuva. Entretanto, pode-se dizer que a legislação de Salvador aborda esse tema, quando trata de áreas permeáveis. Para “Compartimentos e Ambientes” a legislação de Salvador parece ser mais simplificada quanto aos requisitos para os ambientes, pois não exige critérios mínimos para suas dimensões em função de seu uso principal, como BH. A capital mineira estabelece, ainda, critérios para situações em que o ambiente possui cobertura inclinada, diferente de Salvador.

Nas categorias de “Circulações e Acessos”, “Gestão de Resíduos”, "Acessibilidade e Segurança nas Edificações”, “Proteção Contra Incêndios” e “Operação Urbana Consorciada” as cidades possuem critérios semelhantes. Já em “Instalações Sanitárias”, "Calçadas e Passeios” e “Instalações Elétricas" aparecem apenas na legislação de Salvador. No que se refere à “Iluminação e Ventilação” Belo Horizonte parece ser mais criteriosa que Salvador. Ela estabelece níveis de iluminação mínimos por ambientes e que variam conforme o tipo de ocupação (residencial ou não residencial), uso, tamanho e profundidade do ambiente.

A categoria de “Estratégias de Gentileza Urbana” apresenta algumas diferenças pontuais, na exigência de áreas permeáveis nos afastamentos frontais, no caso de BH, e solicitação de dimensionamento de insolação e sombreamento em áreas de praias. No que tange os “Afastamentos” Salvador possui critérios para dimensionamento diferente de Belo Horizonte, que variam conforme o zoneamento. As diferenças também se manifestam na categoria “Zoneamentos, Zonas e Áreas”, pois os zoneamentos são elaborados para atender o contexto específico de cada cidade. Há, ainda, critérios para “Limites de Altimetria” e “Estacionamento e Vagas de Veículos”, “Licenciamento de Edificações” e “Ocupação e Uso do Solo”, “Meio Ambiente e Soluções de Ecoeficiência” diferentes para as duas cidades. Em “Habitação de Interesse Social” não aparece em Salvador e “Patrimônio Cultural” não figura em BH.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas nesta pesquisa, até o momento, pode-se constatar que há uma substancial

diferença entre o arcabouço legal de Belo Horizonte e de Salvador. Assim, uma possível implantação desse sistema em Belo Horizonte demandaria certo nível de customização, não sendo possível apenas transplantar o Salvador Simplifica para aquela cidade. Além disso, os resultados dessa pesquisa dialogam com Eastman *et al.* (2009) e Nawari (2018) quando mencionam que os textos legais ou normativos são extensos e complexos, o que pode tornar a implantação desses sistemas uma tarefa desafiadora.

Ressalta-se, ainda, que o processo de aprovação de projetos envolve um número maior de leis, normas e portarias que as utilizadas nesse trabalho. Isso poderia explicar porque algumas categorias possuem conteúdos restritos apenas à uma cidade, nessa pesquisa. Trabalhos futuros poderiam adotar um conjunto de leis mais abrangente das duas cidades, para permitir uma melhor visão entre as semelhanças e diferenças entre as legislações.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Eduardo Marques *et al.* **Development and analysis of an automated performance code checking workflow.** 2022. <Disponível em: https://www.scielo.br/j/ac/a/XBB9xDkZRG5XMQkFLFhjrwJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BANCO MUNDIAL. **Dealing with Construction Permits**. 2020. Disponível em: <https://archive.doingbusiness.org/en/data/exploretopics/dealing-with-construction-permits> Acesso em: 25 mar. 2024.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Política Urbana. **Solução digital BIM de automação de aprovação de Edificações: Estudo Técnico Preliminar**. Belo Horizonte, MG. 2023.

BOOZ&CO. **O custo da burocracia no imóvel**. 2014. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Custo_da_Burocracia_no_Imovel_2015.pdf> Acesso em: 26 mar. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Lei complementar nº 107, de 26 de abril de 2001**. Brasília, DF, 2001.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Prefeitura de Salvador licencia primeiro empreendimento em formato BIM.** 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/inovacao/2022/09/21/prefeitura-de-salvador-licencia-primeiro-empreendimento-em-formato-bim/> Acesso em: 3 maio 2024.

_____. **Catálogo de Edificações.** 2024. Disponível em: <https://cbic.org.br/normasdaconstrucao/catalogo/capitulos/1> Acesso em: 29 mar. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **Licenciamento urbanístico em 85% dos Municípios não é digitalizado**. 2022. Disponível em: < https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/licenciamento-urbanistico-em-85-dos-municipios-nao-e-digitalizado> Acesso em: 26 mar. 2024.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Licenciamento digital responsável: caderno orientativo para licenciamento edilício e urbanístico**. Brasília. DF. 2023.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES, José Antonio Valle Júnior. Design Science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Automatic rule-based checking of building designs**. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580509001198?casa_token=p8yvDcvDkggAAAAA>. Acesso em: 14 dez. 2023.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

GOH, Bee-Hua. **E-Government for construction: the case of singapore's CORENET Project.** 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-75902-9_34>. Acesso em: 23 set. 2023.

MAINARD NETO, Ivo de Barros. **Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô**. 124 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil). 2016.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. **Design and natural science research on information technology**. 1995. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez27.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/0167923694000412>. Acesso em: 15 abril 2023.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Reinventing construction: a route to higher productivity**. 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf> Acesso em: 21 mar. 2024.

NAWARI, NAWARI O. **Building Information Modeling: automated code checking and compliance process**. Boca Roton: CRC Press, 2018.

POLITO, GIULLIANO. **Gerenciamento integrado de projetos na construção civil: design, projeto e produção. Uma abordagem *lean*.** Rio de Janeiro: Brasport, 2022.

SAMPAIO, Rafael Cardoso; LYCARIÃO, Diógenes. **Análise de conteúdo categorial: manual de aplicação.** 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/6542/1/Analise_de_conteudo_categorial_final.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.