



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE CRATEÚS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ DAVID MONTE DA SILVA

**DIRETRIZES PARA MODELAGEM DE PROJETOS EM BIM PARA CHECAGEM
AUTOMATIZADA: UM ESTUDO NA CIDADE DE CRATEÚS, CE**

CRATEÚS

2022

JOSÉ DAVID MONTE DA SILVA

DIRETRIZES PARA MODELAGEM DE PROJETOS EM BIM PARA CHECAGEM
AUTOMATIZADA: UM ESTUDO NA CIDADE DE CRATEÚS, CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Luis Felipe Cândido.

CRATEÚS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M767d Monte da Silva, José David.

Diretrizes para modelagem de projetos em BIM para checagem automatizada: um estudo na cidade de Crateús, CE / José David Monte da Silva. – 2022.

51 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2022.

Orientação: Prof. Me. Luís Felipe Cândido.

1. BIM. 2. Verificação Automática de Regras. 3. Preparação de modelos. I. Título.

CDD 620

JOSÉ DAVID MONTE DA SILVA

DIRETRIZES PARA MODELAGEM DE PROJETOS EM BIM PARA CHECAGEM
AUTOMATIZADA: UM ESTUDO NA CIDADE DE CRATEÚS, CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Luis Felipe Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Crateús

Prof. Me. Tatiane Lima Batista
Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Crateús

Eng. Francisco Alverne Albuquerque Paiva Junior
Aval Engenharia

À Deus.

Aos meus pais, Vanda Lúcia e José Antônio.

Ao meu irmão, André Luís.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Agradeço minha Mãe, Vanda Lúcia Monte Resende, por toda sua dedicação a minha formação educacional. Obrigado por todo seu esforço e amor ao longo dessa trajetória, você sempre será meu grande exemplo de força e superação.

Agradeço ao meu Pai, José Antônio da Silva, por mesmo com sua partida ter sido tão presente em minha vida. Espero que ao lado de Deus, esteja se sentindo orgulhoso dessa conquista.

Ao meu Irmão, André Luís Monte da Silva, pelo companheirismo e apoio em todas as decisões que precisei tomar até aqui.

Agradeço a minha família como um todo, Mãe, Pai, Irmão, Avós, Tios e Primos por me mostrarem o real significado de família. Sei que estarão presentes não só em momentos de alegria, mas também nos mais difíceis.

Agradeço minha namorada, Ysis Freire, pelo incentivo ao longo desses anos de graduação. Sei que está feliz com minha conquista, pois acompanhou de perto todos os percalços.

Ao meu Orientador, Luis Felipe Cândido, não apenas pela orientação, mas por me apresentar o real significado de ciência ao longo desses anos de parceria.

A todos meus amigos de faculdade, não só pelo essencial companheirismo nos estudos, mas por todos os momentos de brincadeiras vivenciados nesse processo.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a minha formação.

RESUMO

A elevada burocracia está entre os principais desafios para a construção civil no Brasil. A verificação de conformidade de projetos de edifícios, com a grande quantidade de regulamentações governamentais, ainda ocorre em grande parte manualmente, tanto por projetistas, como por responsáveis técnicos do governo. Nesse contexto, a checagem automática de critérios de normas com uso de modelos BIM (*Building Information Modeling*), apresenta-se como um caminho promissor. Contudo, o processo de construção dessa lógica de verificação é complexo, sendo a etapa de preparação do modelo fundamental para o sucesso do sistema de verificação. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo propor diretrizes para modelagem de projetos em BIM para checagem automatizada da Lei de Uso e Ocupação do Solos e do Código de Obras e Posturas de Crateús. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de acordo com a estratégia metodológica *Desing Sciense Research* (DSR). Através de uma revisão de literatura e aplicação de um roteiro semiestruturado com três profissionais que atuam no município, foi possível mapear o processo de aprovação de projetos residenciais de pequenas construções e identificar as principais dificuldades. Constatou-se que o processo é marcado por um baixo nível de adequação às normas municipais, em virtude de uma fiscalização maleável e da desatualização das leis regulamentadoras. Dessa forma, a utilização de ferramentas de checagem automática de modelos e a atualização da legislação podem otimizar esse processo. Assim, as diretrizes para a modelagem de projetos em BIM compatível com ferramentas de checagem automática de regras foram propostas e avaliadas. Tais diretrizes têm o potencial de auxiliar profissionais no processo de submissão de seus projetos às ferramentas. Por fim, o trabalho contribuiu para a carência na literatura de estudos que organizem as informações necessárias para interação ideal entre projetos e ferramentas de checagem automática de regras e propôs melhorias relevantes para o defasado processo de aprovação de projetos residenciais de arquitetura de Crateús.

Palavras-chave: BIM. Verificação Automática de Regras. Preparação de Modelos.

ABSTRACT

The construction industry in Brazil has significant economic potential, however, it is still marked by great resistance to technological innovations. Verification of project compliance with government regulations largely takes place manually, which exposes the bureaucratic process as one of the main barriers for the industry. The automatic checking of standards criteria, a study aspect of Building Information Modeling (BIM), has the potential to optimize this stage, through the application of rules, restrictions or conditions to a project, in order to verify the adequacy to a certain criterion. . However, the process of building this verification logic is complex, and the stage of model preparation is fundamental for the success of the verification system. Thus, the present work aimed to propose guidelines for modeling projects in BIM for automated checking of the LUOS and the COP of Crateús. For that, a research was carried out according to the methodological strategy Desing Science Research (DSR). Through a literature review and application of a semi-structured script with three professionals who work in the municipality, it was possible to map the process of approval of residential projects for small constructions and identify the main difficulties. It was found that the process is marked by a low level of compliance with municipal regulations, due to malleable supervision and the outdated regulatory laws. In this way, the use of automatic model checking tools and the updating of legislation can optimize this process. Thus, guidelines for modeling projects in BIM compatible with automatic rule checking tools were proposed and evaluated, with the potential to help professionals in the process of submitting their projects to the tools. Finally, the work contributed to the lack of studies in the literature that organize the information necessary for optimal interaction between projects and automatic rule checking tools and proposed relevant improvements for the delayed approval process of residential architectural projects in Crateús.

Keywords: BIM. BIM Model Checking. Model Preparation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Delineamento da pesquisa	24
Figura 2 - Exemplo de posicionamento de grids	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Caracterização do roteiro de entrevista	25
Quadro 2- Caracterização dos respondentes.....	26
Quadro 3 - Critérios verificados por ferramenta em análise	34
Quadro 4 - Opções de preenchimento para família "Informações de Projeto"	35
Quadro 5 – Opções de preenchimento para família "Piso"	36
Quadro 6 - Opções de preenchimento para família "Grid"	36
Quadro 7 - Opções de preenchimento para famílias “Ambiente” e “Porta”	37
Quadro 8 – Opções de preenchimento para as famílias de piso	38
Quadro 9 – Opções de preenchimento para as famílias de janelas.....	38
Quadro 10 – Parâmetros consultados para verificação da área mínima de ambientes.....	39
Quadro 11 – Parâmetro consultado para identificação de obras complementares	39
Quadro 12 – Parâmetros consultados para verificação de área de iluminação natural.....	40
Quadro 13 – Parâmetros consultados para verificação de área de ventilação natural.....	41
Quadro 14 – Parâmetros consultados para verificação de diâmetro interno de ambientes	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ICC	Indústria da Construção Civil
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
LUOS	Lei de Uso e Ocupação dos Solos
COP	Código de Obras e Posturas
SEDET	Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho
SECITECE	Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Crateús
CAD	<i>Computer aided design</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contexto	14
1.2	Problema	15
1.3	Delimitação	16
1.4	Objetivos	16
1.5	Justificativa.....	16
1.6	Roteiro temático	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Aprovação de projetos de construção	19
2.2	Building Information Modeling (BIM)	20
3	MÉTODO DE PESQUISA	24
3.1	Fundamentação Teórica e Prática	25
3.2	Desenvolvimento e teste de solução	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1	Análise do processo de aprovação de projetos residenciais de pequenas construções em Crateús.....	29
4.1.1	<i>Projetista A.....</i>	29
4.1.2	<i>Projetista B.....</i>	31
4.1.3	<i>Projetista C.....</i>	32
4.2	Proposição de melhorias para aprovação de projetos residenciais de pequenas construções em Crateús	33
4.3	Implementação de diretrizes de desenvolvimento de projetos de arquitetura em softwares BIM compatíveis com ferramentas de checagem automática de projetos.....	34
4.3.1	<i>Índice de aproveitamento, taxa de ocupação, testada do lote.....</i>	35
4.3.2	<i>Recuos.....</i>	36
4.3.3	<i>Observação 6.....</i>	37
4.3.4	<i>Observação 13.....</i>	38
4.3.5	<i>Observação 20.....</i>	38
4.3.6	<i>Área mínima de ambientes.....</i>	39
4.3.7	<i>Presença de Obras Complementares</i>	39
4.3.8	<i>Área mínima de iluminação natural de ambientes</i>	40
4.3.9	<i>Área mínima de ventilação natural de ambientes.....</i>	40

4.3.10	<i>Diâmetro interno mínimo de ambientes</i>	41
4.4	Avaliação de diretrizes de desenvolvimento de projetos de arquitetura em softwares BIM compatíveis com ferramentas de checagem automática de projetos.....	42
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA (PROJETISTAS)	48

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

A indústria da construção civil (ICC) no Brasil é destaque no setor econômico, representando 2% da indústria global (KASSEM, DE AMORIM, 2015). Esta complexa cadeia produtiva, formada por diversos setores industriais, destaca-se pelo grande potencial na geração de empregos, sendo parte fundamental para o desenvolvimento econômico nacional (MELLO, AMORIM, 2009).

Embora possua grande impacto econômico, o setor da construção civil ainda é marcado por sua resistência a inovações tecnológicas (AMBROZEWICZ, 2003, YIN, 2008). Esta característica promove a entrega de projetos com falhas e imprecisões, que resultam em custos imprevistos, atrasos e eventuais problemas judiciais entre as diversas partes envolvidas nos empreendimentos (EASTMAN *et al.*, 2014).

Entre os principais desafios para a construção civil no Brasil, a elevada burocracia em todas as instâncias do setor ganha destaque (CEOTTO, 2017). A verificação de conformidade de projetos de edifícios, com a grande quantidade de regulamentações governamentais, ainda ocorre em grande parte manualmente, tanto por projetistas, como por responsáveis técnicos do governo (PREIDEL; BORRMANN, 2016). Para Böes *et al.* (2018), estas características tornam a construção civil atrasada em relação a outros setores industriais, em gestão e tecnologia, o que impulsiona uma grande busca por inovações.

O *Building Information Modeling* (BIM) apresenta-se como alternativa para o processo de inovação da área. Segundo Eastman *et al.* (2014), o BIM é definido como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos, com o intuito de produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Esta metodologia representa a atual expressão de inovação técnica e processual na indústria da construção, através do gerenciamento e troca de dados ao longo do ciclo de vida de uma edificação (SUCCAR; SHER, 2014).

O BIM auxilia engenheiros, arquitetos e construtores a identificarem o que deve ser executado em um ambiente simulado virtualmente, para que assim possam identificar eventuais problemas (AZHAR, 2011). Dessa forma, erros e omissões são evitados, melhorando a produtividade e facilitando planejamento, segurança, orçamento e gerenciamento de qualidade em projetos de construção (CHEN; LUO, 2014).

Dentre as diversas vertentes de estudos do BIM, a checagem automática de critérios de normas ganha destaque no cenário internacional de pesquisa (YALCINKAYA; SINGH, 2015). De acordo com Eastman *et al.* (2014), diversos investimentos em todo o mundo foram iniciados para a obtenção da capacidade de checagem automática de códigos de construção.

A checagem automática de critérios utiliza softwares que não modificam um projeto de construção, apenas avaliam com base na configuração de objetos, suas relações ou atributos, através da aplicação de regras, restrições ou condições a um projeto (EASTMAN *et al.*, 2009). A utilização destas ferramentas possibilita uma drástica redução no esforço manual necessário para a verificação da conformidade de projetos com as normas (PREIDEL; BORRMANN, 2016).

Entretanto, o processo de construção da lógica de verificação automatizada de regras é uma tarefa complexa, em virtude das regras e códigos de construção apresentarem caráter ambíguo, interpretativo ou com conceitos implícitos (SILVA, 2017). Segundo o autor, a grande quantidade existente de normas e códigos que estão sujeitos a constantes transformações amplia essa dificuldade.

De acordo com Silva (2017), boas práticas realizadas no processo de elaboração de projetos são essenciais, visto que os dados serão analisados a partir de informações inseridas nesses. Portanto, o conteúdo e a forma como os modelos paramétricos são construídos influenciam diretamente na qualidade, complexidade e eficiência do *software* que fará a verificação automática de regras (SILVA, 2017).

1.2 Problema

Como exposto, o processo de modelagem de um projeto desenvolvido em softwares BIM é essencial para o sucesso de um processo de checagem automática de regras, visto que informações contidas no modelo para a realização do processo de verificação são utilizadas. Contudo, existe uma carência na literatura de estudos que organizem as informações necessárias para a interação ideal entre projetos e ferramentas de checagem automática de regras.

Dessa forma, tem-se a seguinte questão de pesquisa: como as informações de projetos devem ser modeladas em softwares BIM para que ferramentas de checagem de regras possam desempenhar suas funções de forma adequada?

1.3 Delimitação

Para viabilização da pesquisa, tomou-se como objeto de estudo a Lei de Uso e Ocupação dos Solos e o Código de Obras e Posturas de Crateús para a proposição de diretrizes de modelagem de projetos de arquitetura residenciais.

1.4 Objetivos

Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral:

Propor diretrizes para modelagem de projetos em BIM para checagem automatizada da Lei de Uso e Ocupação dos Solos e o Código de Obras e Posturas de Crateús

Com os seguintes objetivos específicos:

- a) Mapear o processo de aprovação de projetos residenciais de pequenas construções em Crateús;
- b) Analisar as principais dificuldades para a aprovação de projetos de pequenas construções em Crateús;
- c) Identificar as informações necessárias à modelagem de projetos compatíveis com checagens automáticas;
- d) Implementar e avaliar diretrizes para modelagem de projetos em BIM para checagem automatizada.

1.5 Justificativa

Os problemas burocráticos que oneram e atrasam os empreendimentos imobiliários no país podem elevar em até 12% o valor final da compra de imóveis, em decorrência de entraves que ocorrem desde o processo de aquisição do terreno à entrega do imóvel (CBIC; ABRAIN; MBC, 2014). Dentre esses problemas, o atraso no processo de aprovação de projetos em prefeituras apresenta-se como um dos principais responsáveis por estes aumentos (CBIC; ABRAIN; MBC, 2014).

Dessa forma, o desenvolvimento de um artefato que facilite a utilização de ferramentas de checagem automática de projetos contribui positivamente com a situação econômica do setor da construção civil nacional. Visto que tais ferramentas possuem elevada capacidade de redução do tempo necessário para a avaliação de modelos em BIM.

Além disso, a complexidade do processo de projetos aumenta a cada dia, como consequência da introdução de novas tecnologias de construção (CARVALHO, 2021). Esse fato exige intensa comunicação entre as partes envolvidas, assim como requer uma avaliação profunda do projeto desde os primeiros estágios de seu desenvolvimento (PAUWELS *et al.*, 2011). A utilização do BIM promove maior colaboração entre os diversos agentes envolvidos no processo de desenvolvimento do projeto, bem como acarreta a redução de erros e omissões (MCGRAW HILL, 2014).

Assim, a organização das informações imprescindíveis para compatibilização de projetos com ferramentas de checagem automática de modelos possui potencial para entregar à sociedade edificações com melhores níveis de qualidade e obras com menor desperdício de recursos, visto que, a entrega desse material induz a adoção do BIM por profissionais do setor.

Por fim, no ano de 2021, o Governo do Estado do Ceará, por meio do Programa Cluster Econômicos de Inovação, identificou junto a diversos atores da construção uma série de problemas em diversos setores produtivos do estado. Na região do Sertão de Crateús, conforme o edital 01/2021 da SEDET/SECITECE (2021), pode-se destacar os (1) Projetos de engenharia com falhas, imprecisões e conflitos, (2) Baixo nível de digitalização nos processos da cadeia da construção civil e a (3) Burocracia para licenças das obras.

Desta forma, o presente trabalho possui uma justificativa prática que foi crucial para sua realização. As diretrizes de modelagem aqui propostas fazem parte, portanto, de um projeto capitaneado pelo Núcleo de Inovação na Construção (NiC) da UFC Crateús que está desenvolvendo uma ferramenta de checagem automática de projetos em BIM e que faz parte da pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso de mais duas alunas.

1.6 Roteiro temático

O trabalho foi dividido em cinco seções, com inclusão desta introdução, que apresentou contexto, problema de pesquisa, objetivos gerais e específicos, justificativa, delimitação e o presente roteiro temático. Em seguida será apresentado o Referencial Teórico

sobre Aprovação de Projetos de Construção e Building Information Modeling (BIM), com conceituação do processo legal para regulamentação de construções de edificações, das principais características e vantagens do BIM e da verificação automatizada de modelos BIM.

A terceira seção apresenta o Método de Pesquisa, que consistiu em uma *Design Science Research*, cujo artefato são as diretrizes propostas com base em uma necessidade identificada com revisão de literatura e aplicação de um roteiro semiestruturado (Apêndice A) com três profissionais que atuam em Crateús-CE.

Na quarta seção tem-se a apresentação dos resultados e discussões. Foi realizada a caracterização dos profissionais respondentes, análise do processo de aprovação de projetos de construção no município, proposição de melhorias para esse processo, apresentação e avaliação das diretrizes propostas.

A quinta e última seção consiste na conclusão do trabalho, seguida das referências utilizadas na pesquisa e apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aprovação de projetos de construção

O arcabouço legal brasileiro para a regulamentação da construção de edificações está baseado na Constituição Federal de 1988, que instituiu o Plano Diretor (BRASIL, 1988) e na Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001). O Estatuto da Cidade regulamenta a obrigatoriedade para cidades com mais de vinte mil habitantes a elaboração de um Plano Diretor (BRASIL, 2001).

Neste sentido, na cidade em que esta pesquisa foi desenvolvida, verifica-se o atendimento dessas prerrogativas legais com a lei nº 453/01 de 28 de junho de 2001, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Crateús (P.D.D.U). A lei dispõe os objetivos e diretrizes definidos no Planejamento Estratégico e no Plano de Estruturação Urbana do Município de Crateús. De acordo com a lei em questão, uma propriedade urbana só cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no corpo de seu texto.

Segundo o Art. 41 do P.D.D.U, as Leis de Organização Territorial, de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, do Sistema Viário Básico e do Código de Obras e Posturas do Município de Crateús deverão ser norteadas pelos objetivos e diretrizes expressos no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Assim, a Lei nº 449/01 de 28 de junho de 2001, que dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do município, visa orientar o desenvolvimento físico financeiro da estrutura urbana, capacitando-a a assegurar condições adequadas às atividades humanas. De mesmo modo, a Lei do Código de Obras e Posturas nº 450/01, de 28 de junho de 2001, estabelece as normas e os procedimentos administrativos para o controle das obras no seu solo. Para que os objetivos dessa lei sejam atendidos, nenhuma obra, serviço ou instalação pode ser iniciada sem a respectiva licença do órgão competente da administração municipal.

Nesse contexto, como ente que compõe o Estado, o município pode controlar a ocupação em meio urbano e rural de acordo com as diretrizes estabelecidas no Estatuto das Cidades, através do exercício de sua função como Polícia Edilícia (PRETTO, 2016). Esta função consiste na responsabilidade de fiscalizar os edifícios e as construções, sejam elas públicas ou particulares, com o intuito de garantir o controle técnico-funcional relacionado ao atendimento de normas urbanísticas (PRETTO, 2016).

Esse controle ocorre mediante a avaliação de projetos, que representam detalhadamente a edificação a ser construída, onde os órgãos públicos fazem avaliações técnicas para conceder ou não a Licença para Construção de uma edificação (PRETTO, 2016). Dessa forma, ao expedir essa licença, a administração pública atesta que os projetos apresentados atendem à todas as normas previstas na legislação municipal (PRETTO, 2016).

Entretanto, a análise de conformidade dos projetos com essa grande quantidade de regulamentações é verificada em grande parte manualmente, tanto por projetistas como por responsáveis técnicos do governo (PREIDEL; BORRMANN, 2016). Além disso, essas verificações técnicas são incompletas e não contam com um processo padronizado realizado por entidades públicas (PRETTO, 2016). Essas inconsistências resultam em uma grande quantidade de retrabalhos, que levam esse serviço prestado pelas prefeituras a ser alvo de muitas reclamações, relacionadas a lentidão e a baixa qualidade em sua execução (PRETTO, 2016).

2.2 Building Information Modeling (BIM)

O Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção é um conjunto de políticas, processos e tecnologias (SUCCAR, 2009), que resulta em uma metodologia que gerencia o design de construção e os dados do projeto em um formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício (PENTILLÃ, 2006). O potencial do BIM reside na possibilidade de capturar e armazenar informações de forma sistemática e prevenir a perda de continuidade do processo de projeto (HADZAMAN *et al.*, 2016).

De acordo com Eastman *et al.* (2014), o BIM pode dar suporte e incrementar diversas práticas em diferentes etapas do ciclo de vida de uma edificação. A sua aplicação facilita a colaboração entre os participantes do projeto, o que reduz erros e modificações em obra e leva a um processo de entrega mais eficiente e confiável, que diminui o tempo e o custo do empreendimento (EASTMAN *et al.*, 2014).

Esses benefícios ganham relevância quando comparados às características da tecnologia CAD 2D, predominantemente utilizada pela ICC (EASTMAN *et al.*, 2014). O modelo tradicional fragmenta o processo de implementação de uma edificação e possui método de comunicação falho, o que resulta em erros e omissões em documentos, que frequentemente promovem custos imprevistos, atrasos e eventuais litígios judiciais entre os envolvidos em empreendimentos (EASTMAN *et al.*, 2014).

A modelagem paramétrica é a principal tecnologia que distingue programas para projetos em BIM, como os Autodesk Revit, Bentley Architecture e Graphisoft ArchiCAD, de outros sistemas CAD (EASTMAN *et al.*, 2014). Essa tecnologia permite representar objetos do modelo por parâmetros e regras associados à sua geometria, bem como, incorporar propriedades não geométricas e características a esses objetos (ANDRADE; RUSHEL, 2009), o que torna o modelo um repositório de dados (SILVA, 2017).

O conceito básico presente nessas ferramentas é que instâncias de forma e outras propriedades podem ser definidas e controladas de acordo com uma hierarquia de parâmetros nos níveis de conjunto e subconjunto, assim como no nível de um objeto individual (EASTMAN, *et al.*, 2014).

Para o Autodesk Revit, essa hierarquia é dividida em categorias, famílias, tipos e instâncias, definidos por Carvalho (2021) da seguinte forma:

- a) Categoria: controla a organização, visibilidade, representações gráficas e opções de agendamento das famílias;
- b) Família: agrupamento de informações 2D e/ou 3D que serve para representar um elemento distinto de construção ou documentação no projeto, ela define requisitos paramétricos, gráficos e de documentação;
- c) Tipo: representação específica de uma família definida por características paramétricas, gráficas e de documentação distinta, o que o torna único de outros tipos da família;
- d) Instância: representação individual de um tipo no projeto definido por características paramétricas, gráficas e de documentação distintas, o que o torna exclusivo de outras instâncias no projeto.

Aplicativos computacionais que empregam o conceito de modelos paramétricos, como os citados, permitem ao projetista a possibilidade de explorar diferentes alternativas de soluções de projeto de forma rápida e segura (ANDRADE; RUSHEL, 2009), através de alterações dinâmicas nos modelos das edificações que são imediatamente refletidas em todas as pranchas de desenhos associadas, bem como em tabelas de orçamento e especificações (COELHO; NOVAES, 2008).

Dentre as diversas áreas de pesquisa relacionadas à evolução do BIM, a checagem automática de critérios de normas por meio de modelos ganha destaque (YALCINKAYA; SINGH, 2015). Diversos investimentos em todo o mundo foram realizados com o intuito de

desenvolver a capacidade de checagem automatizada de códigos de construção (EASTMAN, *et al.*, 2014), uma vez que a análise de conformidade de projetos com critérios de construção é muitas vezes um obstáculo caro no processo de entrega de um edifício (EASTMAN *et al.*, 2009), devido à verificação das extensas regulamentações governamentais ainda ocorrer em grande parte manualmente (PREIDEL; BORRMANN, 2016). Dessa forma, a utilização de softwares que possibilitem as revisões de códigos automatizadas possui potencial para economizar tempo e custos significativos (EASTMAN *et al.*, 2009).

A verificação automatizada de regras é definida por Eastman *et al.* (2009) como um *software* que não modifica um projeto de construção, mas sim avalia o modelo com base nas configurações de objetos, suas relações ou atributos. Esses sistemas aplicam regras, restrições ou condições a um determinado projeto, com o intuito de verificar a adequação a um critério aplicado, com resultados como “aprovado” ou “reprovado”, desde que o modelo possua todos os dados necessários (EASTMAN *et al.*, 2009).

Para Solihin e Eastman (2015), a finalidade de um sistema de verificação de regras automatizado está relacionado a possibilidade de liberação de tempo para que especialistas possam destinar seus focos e esforços na resolução de problemas e regras mais complexos, importantes e que sejam difíceis de definir e automatizar.

Entretanto, o processo de construção da lógica de verificação automatizada de regras é uma tarefa complexa, uma vez que normas e códigos de construção são escritos por agentes diferentes, em momentos distintos e com linguagens diversas (SILVA, 2017). De acordo com o autor, vale evidenciar que muitas dessas regras são ambíguas, interpretativas ou possuem conceitos implícitos, além de existirem em grande quantidade e estarem em constante transformação, o que amplia a dificuldade.

Dessa forma, torna-se perceptível a importância da estruturação de um processo de compreensão e construção de regras. De acordo com Eastman *et al.* (2009), a construção de um sistema de verificação automática de critérios deve ser dividida nas etapas de tradução de regras, preparação do modelo 3D, construção e execução da verificação e o relatório da verificação.

De mesmo modo, Silva (2017) destaca que a etapa de preparação do modelo é fundamental para o sucesso do sistema de verificação, que funciona a partir da análise das informações contidas no modelo, onde essas devem ser padronizadas de forma a atender os processos a que se destinam. Esse conteúdo e o modo como o modelo 3D paramétrico são construídos possuem influência direta na qualidade, complexidade e eficiência do software

que fará a verificação automática de regras, tornando-se necessário que ainda na fase de definição do escopo do projeto, sejam inclusos requisitos mínimos necessários para o desenvolvimento do modelo em BIM (SILVA, 2017).

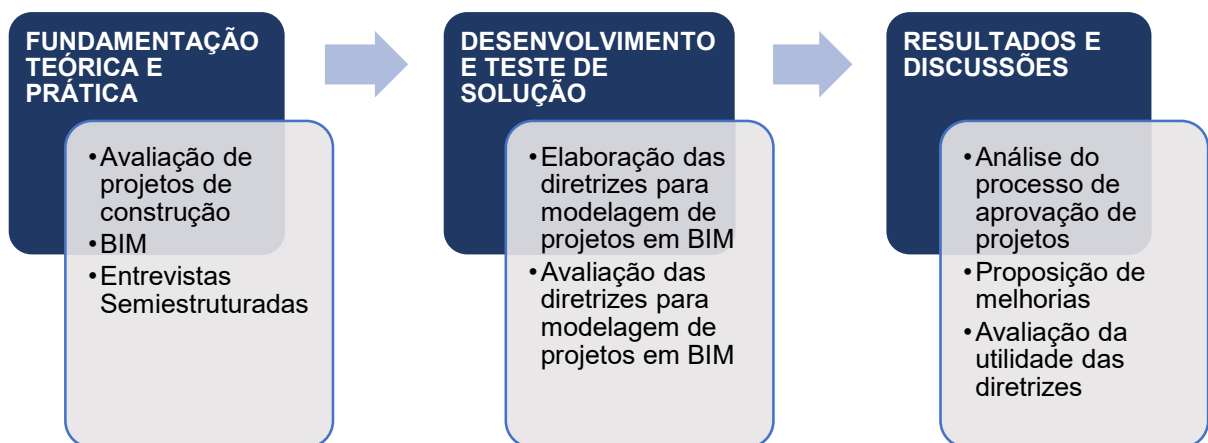
3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa aplicou uma abordagem qualitativa, por meio da estratégia metodológica da *Design Science Research*. De acordo com Cooper e Schindler (2016), uma abordagem qualitativa busca entender o processo e o significado de um determinado fenômeno. A *Design Science Research* se caracteriza pela investigação de problemas de natureza prática, ao invés de focar na investigação de leis naturais ou teorias comportamentais (HEVNER *et al.*, 2004), através do desenvolvimento e avaliação de artefatos úteis para aplicação no campo do conhecimento em que a pesquisa é conduzida (LUKKA, 2013).

A pesquisa tem caráter prescritivo, em virtude do tipo de conhecimento gerado pela estratégia adotada. Segundo Iivari (2007), o conhecimento prescritivo fornece, além das características do artefato, as normas tecnológicas e as regras que determinam como alcançar um resultado desejado com a utilização do artefato. A coleta de dados ocorreu através de entrevistas semiestruturadas (RICHARDSON, 2011) com projetistas envolvidos no contexto em que a pesquisa está inserida. Os dados obtidos foram transcritos e submetidos à uma análise de conteúdo (CHIZZOTI, 2011).

O delineamento da pesquisa seguiu as etapas apresentadas na Figura 1 e detalhadas em sequência.

Figura 1- Delineamento da pesquisa



Fonte: O autor.

3.1 Fundamentação Teórica e Prática

Foi realizada uma revisão na literatura relacionada à aprovação de projetos de construção, com abordagem da legislação regulamentadora e da parte operacional do processo, e BIM, com ênfase em suas definições, benefícios e na vertente de verificação automática de modelos. Essa fundamentação ocorreu através da leitura de artigos científicos, dissertações, teses, livros, leis, normas, entre outras fontes.

A fundamentação prática do trabalho se deu pela realização de entrevistas semiestruturadas aplicadas a profissionais envolvidos no desenvolvimento e submissão de projetos de engenharia à prefeitura da cidade de Crateús-CE.

O roteiro é composto por 30 questões, conforme apresentado no Apêndice A e caracterizado no Quadro 1.

Quadro 1- Caracterização do roteiro de entrevista

Parte	Propósito	Nº de Questões
I	Caracterização do Respondente	5
II	Caracterização Geral da Empresa/Projetista	13
III	Caracterização da aprovação de projetos pela empresa/projetista	12

Fonte: o autor

A primeira parte da entrevista teve como objetivo colher informações sobre o respondente, sua formação e posição na empresa em que atua, com o intuito de compor dados demográficos dos agentes envolvidos. A parte II do roteiro buscou colher informações sobre as características gerais das empresas e projetistas, a fim de melhor conhecer as organizações e profissionais, para assim analisar tendências de grupos com profissionais e organizações com características semelhantes.

A terceira parte teve o intuito de colher informações sobre o processo de aprovação de projetos de construção na cidade de Crateús-CE, com a caracterização das etapas realizadas pelas empresas e projetistas. Essa parte possui grande relevância para a pesquisa, pois permite compreender o processo de concessão de licenças de construção sob a perspectiva de profissionais que são submetidos frequentemente a fiscalização municipal no contexto do estudo.

Nessa parte do roteiro, é possível identificar como os entrevistados se preparam para essa avaliação, o que permite visualizar que etapas são adotadas pelos profissionais até a

submissão dos projetos. Além disso, procurou-se verificar que outros documentos são utilizados como consulta, bem como constatar a utilização ou não de ferramentas que auxiliem a verificação de conformidade das pranchas com a legislação vigente. Ainda buscou-se realizar uma reflexão a respeito das características da legislação, através de questionamentos em relação ao conteúdo e atual forma de aplicação da lei.

Ao fim do roteiro, identificam-se os níveis de envolvimento dos projetistas e empresas com o BIM, buscando compreender qual o estágio de adoção da metodologia no mercado local, além de absorver os principais pontos que impedem ou desestimulam a adoção do *Building Information Modeling* em Crateús-CE.

As entrevistas foram realizadas com três profissionais inseridos no mercado de desenvolvimento de projetos de arquitetura de Crateús, de forma virtual via google meet, com duração total de 3 horas e 33 minutos. O Quadro 2 apresenta a caracterização dos três projetistas entrevistados.

Quadro 2- Caracterização dos respondentes

Características	Projetista A	Projetista B	Projetista C
Formação	Arquiteto e Urbanista e Técnico em Edificações	Arquiteta e Urbanista	Engenheiro Civil
Tempo de atuação	07 Anos	06 Anos	02 Anos
Titulação máxima	Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho	Pós-Graduação em Arquitetura de Interiores e Produção do Espaço	Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho
Área de atuação	Projetos de Engenharia e Execução de Obras	Projetos de Arquitetura e Docência	Projetos de Engenharia e Fiscalização de Obras
Registro em Conselho de Classe	SIM	SIM	SIM

Fonte: o autor.

Os profissionais possuem formação nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, com tempos de atuação de 2 a 7 anos. Todos os respondentes possuem pós-graduação como titulação máxima, sendo o projetista B pós-graduado em *design* de interiores.

Os projetistas atuam no desenvolvimento de projetos de engenharia e construção de obras privadas e públicas, tais como residenciais, obras comerciais de micro e pequeno porte e até mesmo o desenvolvimento de projetos e fiscalização de obras públicas, com predominância do sistema construtivo em concreto armado. Como praça de atuação, verifica-

se que os entrevistados atuam nos Sertões de Crateús, Sertão Central e Região Metropolitana de Fortaleza.

No que toca ao desenvolvimento dos projetos, o projetista A relata contratar os serviços de outros profissionais para o desenvolvimento de projetos estruturais e elétricos em situações específicas. De mesmo modo, o projetista B terceiriza com frequência certas atividades, sempre com o intuito de otimização do tempo. Por sua vez, o Projetista C, além de desenvolver seus projetos, atende a demanda de profissionais parceiros que solicitam seus serviços.

Em relação ao volume de projetos entregues, o Projetista A se sobressai, com uma média relatada de nove projetos mensais, enquanto os respondentes B e C possuem em média um projeto em desenvolvimento por mês. Os respondentes A e B afirmam utilizarem algum tipo de contrato entre eles e o cliente, porém a formalização em cartório dos documentos não é praticada.

3.2 Desenvolvimento e teste de solução

Os sistemas de checagem automática de regras analisados foram elaborados por seus desenvolvedores através da ferramenta de programação visual Dynamo. Essa ferramenta opera através da criação de sequências lógicas de tarefas, denominadas rotinas, que processam tarefas simples, repetitivas ou complexas, a partir de informações contidas no modelo aberto no Software Revit.

Esses sistemas são mecanismos que verificam automaticamente a conformidade de projetos em BIM com critérios exigidos no Código de Obras e Posturas (COP) e na Lei de Uso e Ocupação dos Solos (LUOS) de Crateús. Para a Lei de Uso e Ocupação dos Solos as ferramentas verificam o atendimento de projetos submetidos as exigências dos critérios de índice de aproveitamento, taxa de ocupação, testada do lote, recuos e as observações 6, 13 e 20 desta lei. Já para o Código de Obras e Posturas tem-se a verificação dos critérios de área e diâmetro mínimo de ambientes, existência de obras complementares, áreas mínimas de iluminação e ventilação naturais.

Para cada um dos critérios da LUOS e do COP analisados por essas ferramentas existe uma rotina a ser testada, assim, a proposição de diretrizes para uma modelagem compatível com essa checagem automática de regras consistiu na identificação das informações necessárias para o funcionamento de cada uma das rotinas implementadas.

Dessa forma, foram propostas diretrizes para a modelagem de projetos desenvolvidos com o Software Revit da Autodesk, de modo a auxiliar usuários a projetarem com todas as informações necessárias para o correto funcionamento das rotinas no Dynamo. A coleta das informações necessárias para cada uma das rotinas foi realizada através da análise de cada sistema lógico programado, com a identificação das categorias, famílias e parâmetro consultados. A partir disso, tornou-se possível elencar todas as precauções necessárias na etapa de modelagem, de modo a garantir um correto funcionamento dos códigos programados.

A funcionalidade das diretrizes foi verificada através da modelagem de um projeto residencial no Software Revit, disponibilizado por um projetista entrevistado na pesquisa, conforme as orientações propostas neste trabalho e posterior submissão do mesmo às ferramentas de checagem automática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da caracterização do processo de aprovação de projetos residenciais de pequenas construções em Crateús, com a análise das principais dificuldades encontradas por profissionais do setor. Em seguida, são propostas melhorias às etapas necessárias para obtenção das licenças de construção, com a implementação e avaliação de diretrizes para o desenvolvimento de projetos de arquitetura em softwares BIM compatíveis com ferramentas de checagem automática de projetos.

4.1 Análise do processo de aprovação de projetos residenciais de pequenas construções em Crateús

4.1.1 *Projetista A*

De acordo com o Projetista, o processo para aprovação de um projeto parte da abertura de um protocolo para alvará de construção na Prefeitura, que solicita o projeto de arquitetura, com um corte longitudinal e um transversal, planta baixa dos pavimentos, plantas de situação e locação, e fachadas, conforme a NBR 6492 de representação de projetos de arquitetura, além de projeto sanitário e da assinatura de responsabilidade técnica do profissional responsável.

O Projetista A possui um *checklist* em seu acervo de documentos, porém não o utiliza para a verificação da conformidade de seus projetos com a grande quantidade de exigências das leis municipais. Afirma que o hábito de projetar torna esse processo dispensável, em virtude da grande familiaridade criada com a legislação. Contudo, ao analisar o checklist cedido pelo respondente, notou-se que o mesmo é superficial, apenas com indicação de documentos e arquivos que devem ser apresentados, sem especificação de requisitos e critérios de normas que devem ser atendidos.

Para este profissional, a Lei de Uso e Ocupação dos Solos (LUOS) e o Código de Obras e Posturas (COP) são leis obsoletas, não sendo claras e adequadas para regulamentar as atividades de construção em Crateús. O mesmo cita o fato dessas leis serem de 2001 e ainda não terem passado por um processo de atualização, visto que neste período surgiram novas demandas, com uma nova conjuntura construtiva, novos materiais e leis ambientais

modificadas. Ele disse: “[...] não é possível quantificar o prejuízo que se tem com essa desatualização, mas é muito grande, pois se tem um desenvolvimento irracional da cidade”.

Segundo o respondente, vários desrespeitos a essas leis podem ser identificados no município de Crateús, como a construção de residências em zonas industriais e de indústrias em zonas de habitação de interesse social. Para ele, as licenças ambientais, presentes no processo de aprovação de alguns projetos, também são marcadas pela desatualização e ineficiência em suas emissões.

Ainda, para ele a desatualização da legislação municipal deixa clara a falta de interesse em realizar investimentos para melhorias no processo de regulamentação de construções na cidade. O fato de o Plano Diretor não ser participativo, situação em que a própria população expõe suas necessidades para a construção de uma lei atualizada e eficiente, foi citado como exemplo de atraso do município em relação a outras cidades do interior do estado em que o projetista atua.

O respondente citou que os recuos solicitados pela LUOS é o item mais complicado de atender do Código de Obras e Posturas e da Lei de Uso e Ocupação do Solos. Afirmou que os recuos são negligenciados pelo poder público, o que leva a um conflito entre interesses dos proprietários de terrenos e à necessidade de atendimento as normas por profissionais da cidade. Para o COP, a grande dificuldade está relacionada a sua desatualização, pois este faz citações à normas regulamentadoras que já foram alteradas em processos de atualização, o que gera dificuldades para o projetista no atendimento aos critérios da lei como um todo.

Questionado sobre a utilização de outros instrumentos para análise de seus projetos, o mesmo relatou que também utiliza outras normas regulamentadoras, como a Norma de Acessibilidade ABNT NBR 9050:2020, a ABNT NBR 6492:2021 de documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos, a ABNT NBR 7229:1993 de projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, a ABNT NBR 5410:2004 para instalações elétricas, a ABNT NBR 5626:2020 de sistemas prediais de água fria e água quente e as NBR's 6118:2014, 6122:2019 e 6120:2019 para estruturas de concreto, entre outras. A verificação de conformidade de seus projetos com todas as normas citadas acontece manualmente, o que pode ser oneroso e consumir muito tempo para atestar a compatibilidade de seus projetos com as regulamentações exigidas.

De acordo com o projetista, a aprovação dos projetos é realizada em um prazo máximo de 7 dias. Afirmou que essa agilidade no despacho para liberação de um alvará de

construção é claramente uma consequência da ausência de rigidez no processo de análise de conformidade dos projetos com as leis regulamentadoras. De acordo com o ele, caso estes documentos fossem comparados fielmente aos critérios das leis, o processo de aprovação seria marcado por uma grande quantidade de solicitações de revisões.

Segundo o arquiteto, seus projetos não recebem solicitações de revisões com frequência, quando estas ocorrem não estão diretamente relacionadas a parte técnica dos projetos, mas sim a detalhes como endereço do proprietário e divergência de informações entre escrituras públicas e privadas, por exemplo. Esse fato evidencia o baixo nível de exigência técnica no processo de análise de projetos residências em Crateús.

Como oportunidades de melhoria o projetista citou a atualização da legislação, conforme normas técnicas e o aumento do corpo técnico de analistas e avaliadores como pontos prioritários. Essa proposta expõe a clara necessidade de atualização do processo como um todo.

4.1.2 *Projetista B*

A respondente considera o processo de aprovação de projetos em Crateús simplificado, destacando certa velocidade nas etapas até a liberação do alvará de construção. Contudo, a mesma evidencia que os critérios estabelecidos na legislação municipal não são fielmente conferidos, o que justificaria essa rápida aprovação.

A respondente não utiliza checklist para verificação de conformidade de seus projetos, mas comentou utilizar projetos já aprovados como referências na elaboração de novos trabalhos. Essa prática pode revelar uma perpetuação de erros relacionados ao atendimento de normas, já que a própria projetista relata que as regulamentações municipais não são conferidas rigorosamente.

De acordo com a Arquiteta, a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) e a do Código de Obras e Posturas não são claras e adequadas para regulamentar a construção civil em Crateús, pois elas estão defasadas e não acompanharam o desenvolvimento da cidade. Para ela, o fato de as leis possuírem 20 anos banaliza o processo, pois leva as pessoas envolvidas a não darem a devida importância ao cumprimento de suas exigências. Além disso, a respondente afirmou que investimentos deveriam ser realizados para entregar para a população não só uma lei atualizada, mas a consciência da importância e dos benefícios do atendimento aos critérios dessas leis.

Novamente a questão dos recuos exigidos na Lei de Uso e Ocupação dos Solos foi citada como ponto crítico no atendimento às regulamentações, pois vai de encontro aos interesses dos clientes, que não possuem consciência dos benefícios de sua adoção, e a não exigência dos órgãos de fiscalização faz com que eles não aceitem projetos com recuos adequados. Segundo a Arquiteta, ao longo de sua atuação no município, seus projetos receberam poucas solicitações de revisão, onde estas não estavam relacionadas a características técnicas dos projetos.

Como proposta de melhoria ao processo de aprovação de projetos, a mesma cita investimentos na conscientização de todos os agentes envolvidos, com a divulgação da importância e benefícios do cumprimento de normas, o que seria o primeiro passo para uma progressiva renovação. Além disso, uma fiscalização mais rígida é citada como ponto fundamental para a melhoria desse processo no município.

4.1.3 *Projetista C*

Para o Projetista C, a Lei de Uso e Ocupação do Solo e o Código de Obras e Posturas de Crateús não são adequados para a regulamentação das atividades de construção do município. Relatou que não vivenciou a situação da construção civil na época em que essas leis entraram em vigor, mas garante que para a atual realidade da cidade, os critérios impostos estão claramente desatualizados. De acordo com ele, as exigências não estão de acordo com o tamanho dos lotes vendidos atualmente, o que seria uma consequência dos mais de 20 anos de lei sem nenhum processo de atualização. Em relação a LUOS e ao COP, ele disse: [...] “elas desatualizadas geram dúvidas e incertezas quanto ao seu projeto”.

Segundo o Engenheiro, as dimensões exigidas nos critérios da legislação, como tamanho mínimo de ambientes e recuos, são incompatíveis com a atual realidade da construção civil da cidade, o que traz prejuízos para a qualidade final do projeto. Dessa forma, isso se apresenta como a principal dificuldade desse profissional no atendimento as leis regulamentadoras.

Ao ser questionado sobre a utilização de algum *checklist* no processo de revisão de seus projetos, o mesmo citou o uso de uma lista fornecida pelo município com todos projetos necessários para solicitação de um alvará de construção. Porém, para a verificação específica dos critérios requeridos nas leis, utiliza apenas as leis em sua íntegra, o que pode ser oneroso e consumir muito tempo de trabalho.

Assim como os demais projetistas entrevistados, ele citou que as solicitações de revisões que seus projetos recebem não estão ligadas em geral a características técnicas do projeto arquitetônico, mas a outros detalhes envolvidos no processo.

O Projetista C propõe a atualização da Lei de Uso e Ocupação dos Solos e do Código de Obras e Posturas para a melhoria do processo de aprovação de projetos no município de Crateús. Para ele, as leis devem ser claras e coerentes com a atual necessidade do setor, o que proporcionará maior segurança para profissionais na elaboração de seus projetos em conformidade com as normas técnicas.

4.2 Proposição de melhorias para aprovação de projetos residenciais de pequenas construções em Crateús

Como exposto, o atual processo de aprovação de projetos residenciais em Crateús é marcado pela desatualização das leis que fazem a regulamentação da construção civil no município. Estas foram promulgadas em 2001 e ao longo desses anos ainda não passaram por um processo de revisão, o que revela que as condições requeridas nas leis não estão de acordo com as atuais normas regulamentadoras, assim como não atendem as atuais demandas do município.

Dessa forma, propõe-se a realização de investimentos para otimização desse processo, para que a cidade possa usufruir de um sistema de regulamentação que além de rápido, proporcione um desenvolvimento urbano equilibrado e sustentável, onde as construções do município estarão de acordo com as normas regulamentadoras vigentes e atenderão de fato as atuais demandas da população.

Assim, deve ser iniciado o processo para atualização das leis que regulam a atividade de construção civil em Crateús para que se tenha a garantia de que os projetos submetidos a prefeitura atenderão as atuais necessidades dos moradores. Essa ação pode garantir segurança para a população, profissionais e órgãos públicos envolvidos nesse processo.

Entretanto, a atualização das leis deve ser acompanhada de uma maior fiscalização por parte do poder público, que deve analisar cada um dos projetos submetidos com todos os itens impostos, o que demanda uma quantidade expressiva de tempo. Dessa forma, surge a necessidade de investimentos no setor técnico da Prefeitura para que ele seja

capaz de garantir a compatibilidade de todos os projetos com as normas de forma ágil e eficiente.

A checagem automática de modelos em BIM, como exposto em seção anterior, é capaz de promover a verificação de conformidade de projetos com critérios estabelecidos, o que pode ser uma solução para a atual situação do processo de análise de projetos de arquitetura residenciais em Crateús. Contudo, para que uma ferramenta de verificação automática de critérios possa operar no processo de verificação de conformidade de projetos residenciais com as leis vigentes no município, é fundamental que os projetos em BIM solicitantes contenham informações necessárias para que as rotinas desenvolvidas funcionem corretamente e possam entregar os resultados esperados. Dessa forma, os projetistas que pretendam utilizar essas ferramentas para otimizar o processo de análise de seus trabalhos e terem uma garantia de que a residência projetada está de acordo com todas as exigências regulamentadoras, devem garantir que seus modelos em BIM sejam desenvolvidos com as informações solicitadas.

Assim, o presente trabalho propõe diretrizes de desenvolvimento de projetos em *softwares* BIM compatíveis com ferramentas de checagem automática de modelos, pois irá auxiliar os projetistas no processo de criação de seus projetos, com a garantia de que esses contenham os dados necessários para a verificação automática de conformidade de suas características com critérios exigidos na legislação.

4.3 Implementação de diretrizes de desenvolvimento de projetos de arquitetura em softwares BIM compatíveis com ferramentas de checagem automática de projetos

O Quadro 3 apresenta os critérios da Lei de Uso e Ocupação dos Solos (LUOS) e do Código de Obras e Posturas (COP) de Crateús verificados pelas ferramentas analisadas. As informações necessárias para o correto funcionamento da verificação de conformidade de modelos BIM com esses critérios foram padronizadas.

Quadro 3 - Critérios verificados por ferramenta em análise

Lei Regulamentadora	Critério Verificado
Lei nº 449/01 - LUOS	Índice de Aproveitamento
Lei nº 449/01 - LUOS	Taxa de Ocupação
Lei nº 449/01 - LUOS	Testada do Lote

Lei nº 449/01 - LUOS	Recuos
Lei nº 449/01 - LUOS	Observação 6
Lei nº 449/01 - LUOS	Observação 13
Lei nº 449/01 - LUOS	Observação 20
Lei nº 450/01 - COP	Área mínima de ambientes
Lei nº 450/01 - COP	Presença de Obras Complementares
Lei nº 450/01 - COP	Área mínima de iluminação natural de ambientes
Lei nº 450/01 - COP	Área mínima de ventilação natural de ambientes
Lei nº 450/01 - COP	Diâmetro interno mínimo de ambientes

Fonte: o autor

Como passo inicial para verificação dos projetos com as leis, o profissional deve inserir no modelo informações que possibilitem identificar em que zona, tipo de via e uso a residência se enquadra. Para isso, deve preencher os parâmetros da família “Informações de Projeto”, denominados “Zona”, “Via” e “Uso”, conforme especificado no Quadro 4.

Quadro 4 - Opções de preenchimento para família "Informações de Projeto"

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Informações de Projeto	Zona	Texto	Área urbana - nível I
		Texto	Área urbana - nível II
		Texto	Área de expansão urbana
	Via	Texto	Local
		Texto	Coletora
		Texto	Arterial
		Texto	Expresso
	Uso	Texto	R1
		Texto	R2

Fonte: o autor

4.3.1 Índice de aproveitamento, taxa de ocupação, testada do lote

Para a verificação do índice de aproveitamento, taxa de ocupação e testada do lote, a ferramenta utiliza uma rotina que depende da inserção de informações nas modelagens dos pisos do projeto, onde o parâmetro “comentários” das famílias de pisos devem ser

preenchidos com textos referentes a descrição do elemento modelado, conforme especificado no Quadro 5.

Quadro 5 – Opções de preenchimento para família "Piso"

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Piso	Comentário	Texto	Interno
			Laje

Fonte: o autor

Ao modelar os pisos de cada um dos ambientes, o projetista deve atentar-se para o fornecimento desta informação, só assim a ferramenta de análise automática retornará se o projeto atende as exigências para o índice de aproveitamento, taxa de ocupação e testada do lote.

4.3.2 Recuos

Ao modelar seu projeto, o profissional deve atentar-se para descrever os recuos frontais (FE), laterais (LD e LE) e de fundo (FU) adotados, dessa forma, o sistema irá cruzar essas informações com os parâmetros urbanísticos já informados no início do processo. Essa descrição deve ser realizada através da utilização de *grids*, que irão delimitar os limites do terreno.

A família de *grids* utilizada deve apresentar descrição em texto no parâmetro “nome”, onde será realizada a discriminação de qual margem do terreno a linha de referência representa. A ferramenta aceitará como preenchimento válido do parâmetro, os textos “FE”, “LE”, “LD” e “FU”, conforme especificado no Quadro 6.

Quadro 6 - Opções de preenchimento para família "Grid"

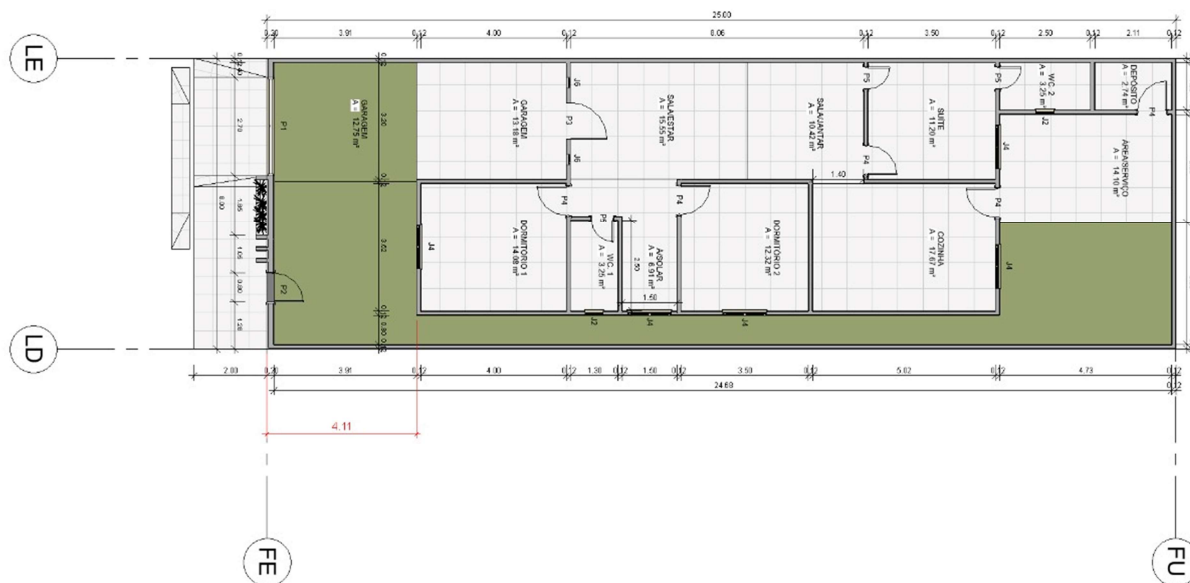
Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Grid	Nome	Texto	FE
			FU
			LD
			LE

Fonte: o autor

Além do preenchimento deste parâmetro, a criação dos *grids* deve ser feita de modo que os quatro limites do terreno estejam em interseção. Na

Figura 2 é possível identificar um exemplo de como estes elementos devem ser posicionados no plano de trabalho do modelo.

Figura 2 - Exemplo de posicionamento de grids



4.3.3 Observação 6

A observação 6 da Lei de Uso e Ocupação dos Solos de Crateús, trata sobre a necessidade da construção de uma vaga interna de estacionamento, com acesso em acordo com os previstos na lei para essa situação.

Nos casos em que a residência projetada esteja situada em uma zona e via que necessite atender a essa observação, além de ser classificada com um tipo de uso que também deva cumprir essa exigência, o projetista deve definir o ambiente do estacionamento no modelo com o nome “GARAGEM”. Para a família da porta de acesso ao estacionamento, o parâmetro “Comentário” deve ser preenchido com o texto “Portão de entrada”, conforme especificado no Quadro 7.

Quadro 7 - Opções de preenchimento para famílias “Ambiente” e “Porta”

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Ambiente	Nome	Texto	GARAGEM

Porta	Comentário	Texto	Portão de entrada
	Largura da folha	Número	-

Fonte: o autor

O parâmetro largura da folha é utilizado no processamento da rotina, porém esse é preenchido automaticamente com a utilização das famílias de esquadrias.

4.3.4 Observação 13

A observação 13 da LUOS dispõe sobre a permissão de utilização de balanços nos recuos frontais, desde que estes tenham comprimento e altura iguais ou inferiores aos exigidos, a depender do tamanho do recuo utilizado no projeto. Para esse caso, o profissional deve modelar as marquises de forma independente a laje da residência, onde o mesmo deve utilizar uma família de piso com o nome definido como “Marquise”. A partir de então a ferramenta identifica os valores dos parâmetros que identificam a altura e o comprimento do elemento, conforme especificado no Quadro 8.

Quadro 8 – Opções de preenchimento para as famílias de piso

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Piso	Uso	Texto	Marquise
	Elevação do nível	Número	-

Fonte: o autor

4.3.5 Observação 20

Para que a ferramenta verifique a observação 20 da Lei de Uso e Ocupação dos Solos, o projetista deve alimentar o parâmetro “Comentário” das suas famílias de janelas utilizadas no modelo. A lacuna deve ser preenchida com a classificação das esquadrias como internas ou externas, para verificação das condições mínimas de ventilação e iluminação, conforme especificado no Quadro 9.

Quadro 9 – Opções de preenchimento para as famílias de janelas

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Janela	Comentário	Texto	Interna

		Texto	Externa
--	--	-------	---------

Fonte: o autor

4.3.6 *Área mínima de ambientes*

Para a verificação da área mínima de ambientes, não há a necessidade de preenchimentos manuais de parâmetros específicos, o projetista deve apenas atentar-se para utilizar famílias de indicação de ambientes para cada um dos cômodos da residência. Esse detalhamento possibilita que a ferramenta faça a distinção de cada um dos locais, o que possibilita a consulta da ferramenta às exigências mínimas do Código de Obras e Posturas (COP) para cada um dos cômodos, conforme especificado no Quadro 10.

Quadro 10 – Parâmetros consultados para verificação da área mínima de ambientes

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Ambiente	Nome	Texto	-
	Área	Número	-

Fonte: o autor

Os parâmetros consultados possuem preenchimento automático pelo software Revit. A utilização das famílias de indicação de ambientes será útil e necessária para a verificação das demais exigências do Código de Obras e Posturas do Município apresentadas a seguir.

4.3.7 *Presença de Obras Complementares*

As obras complementares possuem tratamento diferenciado no Código de Obras e Posturas de Crateús, sendo de suma importância a identificação da presença destas em um projeto. A ferramenta em análise faz essa identificação de forma automática, com a necessidade apenas que o autor do projeto informe corretamente o nome da obra complementar, na família de indicação de ambientes, de acordo com o exposto no COP. O Quadro 11 apresenta os parâmetros necessários.

Quadro 11 – Parâmetro consultado para identificação de obras complementares

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
---------	-----------	-----------------------	-------------------------

Ambiente	Nome	Texto	-
----------	------	-------	---

Fonte: o autor

4.3.8 Área mínima de iluminação natural de ambientes

Ao dispor suas esquadrias no modelo, o projetista deve atentar-se para a área mínima de iluminação natural de ambientes, sendo esse mais um dos critérios verificados de forma automática pela ferramenta de checagem na qual o trabalho visa atender.

Para que o arquivo submetido às rotinas da ferramenta tenha como resposta a verificação de sua conformidade com as exigências mínimas da legislação, ao decorrer da modelagem deve-se preencher o parâmetro “Departamento” das famílias de indicação de ambientes, com os textos “Interno” ou “Externo”, assim a ferramenta poderá distinguir o tipo de local analisado.

O segundo ponto de atenção para esse critério está no lançamento das janelas no modelo, essas devem ser alimentadas com informações imprescindíveis para verificação das áreas de iluminação. As janelas carregadas no modelo deverão contar com parâmetros referentes as dimensões do vão, quantidade de folhas, quantidade de folhas fixas e ao tipo de material das esquadrias, esses devem ser preenchidos para o funcionamento eficiente das rotinas, conforme especificado no Quadro 12.

Quadro 12 – Parâmetros consultados para verificação de área de iluminação natural

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Ambiente	Nome	Texto	-
	Área	Número	-
	Departamento	Texto	Interno Externo
Janelas	Check_Altura	Número	-
	Check_Largura	Número	-
	Check_ Número de folhas	Número	-
	Check_ Número folhas fixas	Número	-
	Check_Material	Material	-

Fonte: o autor

4.3.9 Área mínima de ventilação natural de ambientes

De modo similar, a ferramenta verifica a área de ventilação natural de ambientes e compara com os valores mínimo exigidos no Código de Obras e Posturas de Crateús. Para isso, basta que o usuário informe as mesmas informações necessárias para cálculo da área mínima de iluminação, conforme especificado no Quadro 13.

Quadro 13 – Parâmetros consultados para verificação de área de ventilação natural

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Ambiente	Nome	Texto	-
	Área	Número	-
	Departamento	Texto	Interno Externo
Janelas	Check_Altura	Número	-
	Check_Largura	Número	-
	Check_ Número de folhas	Número	-
	Check_ Número folhas fixas	Número	-
	Check_Material	Material	-

Fonte: o autor

4.3.10 Diâmetro interno mínimo de ambientes

Como último critério analisado pela ferramenta, tem-se o diâmetro interno mínimo dos ambientes do modelo. Para essa verificação, a ferramenta recolhe informações dos parâmetros “Nome” e “Área” de cada um dos ambientes demarcados no processo de modelagem, para que possa inserir um círculo inscrito em cada um dos locais e verificar a adequação desses às exigências do COP. Com as recomendações iniciais de utilização das famílias de demarcação de ambientes seguidas, esse critério será processado sem a necessidade de mais um preenchimento manual, conforme especificado no Quadro 14.

Quadro 14 – Parâmetros consultados para verificação de diâmetro interno de ambientes

Família	Parâmetro	Tipo de preenchimento	Opções de preenchimento
Ambiente	Nome	Texto	-
	Área	Texto	-

Fonte: o autor

4.4 Avaliação de diretrizes de desenvolvimento de projetos de arquitetura em softwares BIM compatíveis com ferramentas de checagem automática de projetos

As diretrizes elaboradas como proposta de auxílio a utilização de ferramentas de checagem automática de modelos BIM, tiveram seu desempenho testado pela perspectiva de um possível usuário. Um projeto residencial, disponibilizado por um dos entrevistados na pesquisa, foi modelado no Software Revit conforme as orientações apresentadas ao longo dos resultados deste trabalho.

Como resultado, o modelo desenvolvido ofertou para as ferramentas todas as informações necessárias para a correta operação das rotinas programadas no Dynamo, o que possibilitou a verificação de conformidade do modelo com todos os critérios do Código de Obras e Posturas (COP) e da Lei de Uso e Ocupação dos Solos (LUOS) analisados por essas ferramentas.

Dessa forma, as diretrizes propostas são funcionais e podem ser adotadas por profissionais que pretendam utilizar as ferramentas de checagem automática de critérios da LUOS e do COP de Crateús. As recomendações ofertam um auxílio fundamental para o correto processo de modelagem, que deve obrigatoriamente fornecer às ferramentas as informações necessárias em cada uma de suas verificações.

Deve-se destacar que o processo de comunicação entre o Dynamo e o Revit é bastante preciso, visto que o Dynamo só poderá executar suas rotinas caso todas informações consultadas no modelo estejam criteriosamente como sugeridas. Assim, quaisquer divergências entre as informações esperadas pelos códigos e as presentes no projeto terão como resultado a não operação ou operação indevida das rotinas. Essas divergências abrangem distinção entre idiomas de escrita dos parâmetros e até mesmo a utilização ou não de caracteres minúsculos e maiúsculos.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo propor diretrizes para modelagem de projetos em BIM para checagem automatizada da Lei de Uso e Ocupação dos Solos e o Código de Obras e Posturas de Crateús. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de acordo com a estratégia metodológica da *Design Science Research* (DSR).

Em um primeiro momento, para obter profundo conhecimento teórico e prático, como preconiza a DSR, realizou-se uma revisão da literatura que subsidiou a elaboração de um roteiro de entrevista semiestruturado aplicado à 3 projetistas da região de Crateús. Com isto, foi possível mapear o processo de aprovação de projetos residenciais de pequenas construções em Crateús, primeiro objetivo específico da pesquisa. Pôde-se identificar de que o processo é marcado por um baixo nível de adequação às normas municipais, em virtude de uma fiscalização maleável e da inexistência de processos de atualização das leis regulamentadoras. Esse pensamento alinha-se as afirmações de Pretto (2016), que relata que as verificações técnicas realizadas em projetos por entidades públicas são incompletas. Essas dificuldades alinham-se ao segundo objetivo específico da pesquisa.

Diferente da literatura (PRETTO, 2016), a aprovação de projetos em Crateús não é demorada, conforme todos os entrevistados. Contudo, foi unânime que esse processo só apresenta essa velocidade por não realizar uma fiscalização de todas as exigências presentes na Lei de Uso e Ocupação dos Solos (LUOS) e no Código de Obras e Posturas (COP). Constatou-se também a desatualização das leis, pois elas possuem mais de 20 anos de vigência sem atualização, o que resulta, na perspectiva dos entrevistados, em inadequações as atuais demandas da população.

Dessa forma, propõe-se a utilização de ferramentas de checagem automática de regras para o processo de análise de conformidade dos projetos submetidos à prefeitura com as exigências estabelecidas na legislação. Essa proposta alinha-se as ideias de Eastman (2009), que afirma que a utilização de ferramentas que possibilitem as revisões de códigos automatizadas possui potencial para economizar tempo e custos significativos nesses processos. Assim, diretrizes para modelagem de projetos em BIM compatíveis com ferramentas de checagem automática de regras foram propostas, com base nas informações necessárias identificadas.

As diretrizes podem auxiliar profissionais a realizarem uma modelagem adequada de seus projetos em BIM que seja passível de análise automatizada por ferramentas

personalizadas. A preparação do modelo é fundamental para o sucesso de sistemas de verificação.

A utilidade das diretrizes foi avaliada, onde foi identificado o potencial de auxílio para um possível usuário, através da modelagem de um projeto residencial conforme todas as recomendações propostas. Ao submeter o projeto às rotinas das ferramentas, foram obtidos com sucesso os resultados das verificações de cada um dos critérios checados, compondo o quarto objetivo específico e o objetivo geral da pesquisa.

Desta forma, o trabalho contribuiu para a problemática de carência de literatura de estudos que organizem as informações necessárias para interação ideal entre projetos e ferramentas de checagem automática de regras, assim como propôs melhorias pertinentes e em acordo com a literatura para o defasado processo de aprovação de projetos de arquitetura residenciais em Crateús.

Por fim, apesar do esforço envidado, a pesquisa possui limitações. Não foram avaliados outros tipos de projetos comerciais e industriais, por exemplo, para que se analise se as diretrizes aqui apresentadas são adequadas para esses tipos de obras, o que é uma oportunidade de pesquisa futura. Ainda, não foi possível submeter à análise de profissionais, potenciais usuários de uma ferramenta de checagem, a utilidade e facilidade do artefato proposto, o que também é sugerido como trabalho futuro.

REFERÊNCIAS

- Ambrozewicz, P. H. L. 2003. **Metodologia para capacitação e implantação de gestão da qualidade em escala nacional para profissionais e construtora baseada no PBQPH e em Educação à Distância**. Tese de Doutorado. Programa de Pós -Graduação em Engenharia da Produção. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- ANDRADE, M. L.; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: 1º SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, São Carlos, SP, p. 602-613. **Anais...** São Carlos: Rima Editora, 2009.
- Azhar, S. (2011) Building Information Modelling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, 11, 241-252.
- BÖES, J. S.; ROCHA, P. H.; CÂNDIDO, L. F.; BARROS NETO, J. D. P. Levantamento de melhores práticas de construtoras cearenses. Em: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). **Anais...** Foz do Iguaçu - PR - BR. 2018
- BRASIL. **Lei Fundamental**, de 05 de outubro de 1988 - Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, 1988.
- BRASIL. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001 - Estatuto da Cidade. Brasília, 2001.
- CARVALHO, Yan Mota Veras de. **FERRAMENTA DE ANÁLISE AUTOMATIZADA DE PROJETOS**. 2021. 123 f. Curso de Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO; ABRAINC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS; MBC - MOVIMENTO BRASIL COMPETITIVO. **O Custo da Burocracia no Imóvel**. p. 32, 2014.
- CHEN, L.; LUO, H. A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 46, p. 64–73, 2014.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 4 ed. São Paulo: Vozes, 2011.
- COELHO, S.; NOVAES, C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EP-USP, 2008. p.1-10.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- EASTMAN, C *et al.* **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EASTMAN, C. *et al.* Automatic rule-based checking of building designs. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 1011–1033, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.002>

HADZAMAN, N. A. H. *et al.* **An Exploratory study: building information modelling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects**. Malaysian Construction Research Journal, v. 18, p. 29-40, 2016.

Hevner, A.R. *et al.* (2004). **Design science in Information Systems Research**. MIS Quarterly, 28(1), 75-105.

Iivari, J. (2007). **A paradigmatic analysis of information systems as a design science**. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2), 39-64.

KASSEM, Mohamad; DE AMORIM, Sergio R. Leusin. **BIM Building Information Modeling No Brasil e na União Europeia**. 2015.

LUKKA, K. **The constructive research approach**. In Ojala, L. & Hilmola, O.-P. (eds.) Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B1: 2003, p.83-101.

MCGRAW HILL. **The business value of BIM for construction in major global markets: How contractors around the world are driving innovation with building information modeling**. Smart Market Report, p. 1-60, 2014.

MELLO, L. C. B. B.; AMORIM, S. R. L. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Européia e aos Estados Unidos. **Produção**. São Paulo, v. 19, n. 2, p. 388-399, mai/ago, 2009.

PAUWELS, P. *et al.* A semantic rule checking environment for building performance checking. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 506–518, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.11.017>

PENTTILÄ, H. (2006) **Describing The Changes In Architectural Information Technology To Understand Design Complexity And Free-Form Architectural Expression**. ITcon, 11, 395-408.

PREIDEL, C.; BORRMANN, A. Automated Code Compliance Checking Based on a Visual Language and Building Information Modeling. *In:* , 2015. **Proceedings of the 32nd International Symposium of Automation and Robotics in Construction**. [S. l.: s. n.], 2015. p. 256–263. Available at: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1542.2805>

PRETTO, L. S. **Modelo para a gestão de setores de aprovação de projetos em prefeituras: estudo de caso na cidade de Joinville**. 2016. 348 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.

SILVA, F. P. A. **Verificação automática dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma BIM Solibri Model Checker**. 2017. 169 f. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

SOLIHIN, W.; EASTMAN, C. Classification of rules for automated BIM rule checking development. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 53, p. 69–82, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.003>

SUCCAR, B.; SHER, W. A Competency Knowledge-Base for BIM Learning, **Australian Journal of Construction Economics and Building Conference Series**, v 1, n 1, p. 1.1-10, Abril, 2014;

SUCCAR, B. (2009) Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, 18, 357-375.

Yin, S. Y. L., Tserng, H. P., Tsai, M. D. 2008. "A model of integrating the cycle of construction knowledge flows: Lessons learned in Taiwan." **Automation in Construction** 17: 536-549.

YALCINKAYA, M.; SINGH, V. Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 59, p. 68–80, 2015.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA (PROJETISTAS)

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE APROVAÇÃO DE PROJETOS EM CIDADES DE PEQUENO PORTE (PROJETISTAS)

Objetivos da pesquisa

O objetivo desse roteiro de entrevistas é coletar informações para o desenvolvimento de uma pesquisa cuja finalidade é propor melhorias ao processo de aprovação de projetos residenciais de pequenas construções utilizando tecnologia BIM, que está sendo desenvolvido na Universidade Federal do Ceará por José David da Silva Monte da Silva sob a orientação do Prof. Luis Felipe Cândido.

Observação 1: fica garantido o sigilo das informações relativas à instituição e ao respondente.

Observação 2: a pesquisa não pretende levantar resultados, mas apenas o que os envolvidos no processo julgam ser importante e o que está em prática atualmente.

Observação 3: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa, caso haja manifesto interesse por parte desta.

Observação 4: pedimos a autorização para realizar a gravação da entrevista para facilitar a transcrição das informações ditas pelo entrevistado.

Observação 5: Nenhum dos questionamentos possui resposta certa, sendo de interesse dos pesquisadores apenas entender o relacionamento e a visão dos respondentes com a temática tratada e com sua instituição.

Parte I: Caracterização do Respondente

A primeira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o respondente e sua formação para compor dados demográficos dos agentes envolvidos.

Questionamentos

Informações sobre os respondentes (estes dados não serão revelados na pesquisa)

Nome:

Área de atuação:

Tempo de atuação profissional:

Formação e Titulação Máxima:

Registro no Crea: () Sim () Não

Parte II: Caracterização Geral da Empresa/Projetista

A segunda parte do roteiro tem por objetivo colher informações sobre as características gerais da empresa/projetista. Estas informações são fundamentais para melhor conhecer a organização e para analisar tendências para grupos de organizações com características semelhantes.

Questionamentos

1. Há quanto tempo a empresa/você atua? (conte um pouco sobre a história da empresa/sua história)

2. Qual o tipo de constituição da empresa? (MEI, EIRELI, Empresário Individual, LTDA, Sociedade Simples, S.A)

3. Qual a classificação da sua empresa?

- () Micro Empreendedor Individual (Até R\$81 mil)
 () Micro Empresa (Maior que R\$81 mil e menor ou igual a R\$360 mil)
 () Empresa de Pequeno Porte (Maior que R\$360 mil e menor ou igual a R\$4,8 milhões)
 () Média Empresa (Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões)

4. Quantos funcionários trabalham para sua empresa?

5. Qual a praça de atuação, ou seja, locais que sua empresa atua?

6. Qual os tipos de obra que atua?

- | | |
|----------------------------------|--|
| () Obras residenciais classe A | () Obras públicas (Habitação de Interesse Social) |
| () Obras residenciais classe B | () Obras públicas de infraestrutura |
| () Obras residenciais classe C | () Obras privadas de Infraestrutura |
| () Obras comerciais | () |
| () Obras industriais | () |
| () Obras públicas (edificações) | Outro: _____ |

7. Em geral, qual o porte das obras que mais representa os empreendimentos que você/sua empresa trabalha?

- () Micro (área construída ≤ 250 ; faturamento bruto anual ≤ 100.000 ; funcionários ≤ 6);
 () Pequeno ($250 < \text{área construída (m}^2) \leq 1.000$; $100.000 < \text{faturamento bruto anual (R\$)} \leq 200.000$; $6 < \text{Funcionários} \leq 50$);
 () Médio ($1.000 < \text{área construída (m}^2) \leq 5.000$; $200.000 < \text{faturamento bruto anual (R\$)} \leq 2.000.000$; $50 < \text{Funcionários} \leq 100$);

() Grande ($5.000 < \text{área construída (m}^2) \leq 10.000$; $2.000.000 < \text{faturamento bruto anual (R\$)} \leq 15.000.000$; $100 < \text{Funcionários} \leq 500$);

() Excepcional ($10.000 < \text{área construída (m}^2)$; $\text{faturamento bruto anual (R\$)} > 15.000.000$; $\text{Funcionários} > 500$);

8. Em geral, qual o sistema construtivo das obras que mais representa os empreendimentos que você/sua empresa trabalha?

() Concreto armado () Alvenaria Estrutural () Outro (Especificar): _____

9. Seus projetos são desenvolvidos de que forma? (APENAS PARA EMPRESAS)

() Equipe própria () Terceirizados () Ambos

	10. Quais projetos você desenvolve?	11. Quais projetos você contrata?
Arquitetura	()	()
Estrutura	()	()
Instalações Elétricas	()	()
Instalações Hidrossanitárias	()	()
Outro, qual?	()	()

12. Quantos projetos você já entregou? Quantos você entrega por mês? E nos últimos cinco anos? Atualmente, quantos estão em fase de execução?

13. Existe contrato entre a empresa/projetista e o cliente/empresas? De que tipo é esse contrato, formal ou de gaveta?

Parte III: Caracterização da aprovação de projetos pela empresa/projetista

A segunda parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o processo de aprovação de projetos.

Questionamentos

14. Como sua empresa/você se organiza/procede para realizar a aprovação de projetos na Prefeitura? (conte um pouco sobre o processo, quantas pessoas trabalha neste setor)

15. Vocês usam algum checklist para auxiliar a verificação? Se sim, poderia disponibilizar?

16. A Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) e o Código de Obras (COP) são claras e adequadas para regulamentar as atividades de construção em Crateús?

17. Quais itens da LUOS e COP são mais fáceis de atender? Quais os mais difíceis? Quais os itens mais críticos?

- 18. O fato dessas leis terem 20 anos provoca alguma dificuldade no processo de aprovação? De que natureza são essas dificuldades? Você acredita que a lei precisa ser atualizada?**
- 19. Além da LUOS e do COP, você utiliza algum outro instrumento para analisar seus projetos (por exemplo a norma de acessibilidade)?**
- 20. Que tipos de licenciamento geralmente você solicita?**
- 21. Todas são emitidas pelo mesmo setor? (ex.: secretaria de arrecadação)**
- 22. Sua empresa/você possui alguma dificuldade para aprovar projetos na prefeitura?
Se sim, quais?**
- 23. Em média, quanto tempo seus projetos levam para serem aprovados?**
- 24. Em geral, seus projetos recebem solicitações de revisão? Se sim, de que tipo?**
- 25. Quais as oportunidades de melhoria você enxerga para o processo de aprovação de projetos na prefeitura?**