



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Rafael Fernandes Teixeira da Silva

MODELO CONCEITUAL PARA ESTRUTURAÇÃO DE CÓDIGOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL VISANDO O LICENCIAMENTO DE PROJETOS DE
EDIFICAÇÕES EM BIM

Florianópolis

2023

Rafael Fernandes Teixeira da Silva

**MODELO CONCEITUAL PARA ESTRUTURAÇÃO DE CÓDIGOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL VISANDO O LICENCIAMENTO DE PROJETOS DE
EDIFICAÇÕES EM BIM**

Defesa de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Fernanda Fernandes Marchiori, Dra.

Coorientadora: Fernanda dos Santos Koehler, Dra.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Silva, Rafael Fernandes Teixeira da
MODELO CONCEITUAL PARA ESTRUTURAÇÃO DE CÓDIGOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL VISANDO O LICENCIAMENTO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES EM BIM
/ Rafael Fernandes Teixeira da Silva ; orientadora, Fernanda
Fernandes Marchiori, coorientadora, Fernanda dos Santos Koehler,
2023.

230 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Modelagem da informação da
construção. 3. Estruturação de códigos da construção civil. 4.
Verificação automatizada de conformidade de código. 5.
Licenciamento de edificações. I. Marchiori, Fernanda Fernandes.
II. Koehler, Fernanda dos Santos. III. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
IV. Título.

Rafael Fernandes Teixeira da Silva

**Modelo Conceitual para Estruturação de Códigos da Construção Civil visando
o Licenciamento de Projetos de Edificações em BIM**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado, em 05 de maio de 2023 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Fernanda Fernandes Marchiori, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-graduação em
Engenharia Civil

Profa. Ana Paulo Melo, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-graduação em
Engenharia Civil

Prof. Max Lira Veras Xavier de Andrade, Dr.
Universidade Federal de Pernambuco – Programa de Pós-graduação em
Desenvolvimento Urbano

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

assinatura digital

Prof. Philippe Jean Paul Gleize, Dr.
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

assinatura digital

Profa. Fernanda Fernandes Marchiori, Dra.
Orientadora

Florianópolis, 2023.

“Imaginar é mais importante que saber, pois o conhecimento é limitado enquanto a imaginação envolve o Universo”

(Albert Einstein)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a realização desse trabalho aos meus pais e avós que me deram meios e me fizeram acreditar que educação é a melhor herança que se pode deixar aos seus.

A minha esposa Alessandra pelo incentivo e pela paciência.

Ao Ramon Rotava e a Brenda Mello Cardoso que me ajudaram na modelagem dos protótipos e na customização das regras de análise.

Aos colegas do PPGEC que sempre me apoiaram no desenvolvimento desse trabalho em especial as minhas orientadoras as professoras Fernanda Marchiori e Fernanda Santos, por todo ensinamento e paciência na construção do modelo e acreditar no valor desse trabalho ao meio acadêmico e a sociedade.

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

RESUMO

O licenciamento de empreendimentos imobiliários é um serviço público fundamental que afeta diretamente o desempenho das empresas do setor da construção civil. No entanto, a falta de informação de qualidade nos códigos de construção civil para o licenciamento de edificações é um fator significativo que compromete as análises e aumenta a pressão sobre as Prefeituras para tornar seus processos mais ágeis e transparentes. Entretanto, a cadeia produtiva da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) tem evoluído tecnologicamente, principalmente por meio da utilização do Building Information Modeling (BIM), que dota o setor de uma estrutura de dados que demanda gerenciamento e análise para agregação de valor. As prefeituras são responsáveis por definir os termos e requisitos aplicados aos projetos de edificações que serão analisados para obtenção da licença para construir, e esses parâmetros devem estar contidos na estrutura de dados dos modelos BIM. Embora os modelos BIM possam ser verificados computacionalmente em um processo de análise automatizado para obter o direito de construir, alguns termos e requisitos nos códigos de construção civil não são implementáveis por computador ou possuem domínios implementáveis que geram erros nos projetos modelados em BIM. O presente estudo se vale do viés da qualidade da informação para identificar as dimensões/atributos da qualidade que impactam na análise de projetos de edificação, tendo como objetivo propor o aperfeiçoamento da legislação aplicada ao licenciamento de edificações (código da construção), através de uma aplicação ao caso da cidade catarinense de Itajaí, no contexto da verificação automática sobre projetos em BIM. Para tanto, foram entrevistados analistas de projetos da prefeitura de Itajaí, a fim de avaliarem tanto os requisitos descritos na legislação aplicada ao licenciamento de edificações quanto o nível de qualidade da informação requerido para aprovar um projeto nesse município. Foram aplicadas as ferramentas House of Quality (HOQ) da metodologia Quality Function Deployment (QFD) na seleção dos domínios a serem estudados, e a metodologia RASE (Requirement, Applicability, Selection e Exception) para reescrever esses domínios e testar, a partir de protótipos, a aplicabilidade das regras no software Solibri Model Checker (SMC). Com base nos resultados obtidos, são propostas diretrizes(?) para o aperfeiçoamento da legislação para o uso computacional de verificação de regras a partir de modelos em BIM.

Palavras-chave: Licenciamento de edificações. BIM. Estruturação de códigos da construção civil. Verificação automatizada de conformidade de código.

ABSTRACT

The licensing of real estate ventures is a fundamental public service that directly affects the performance of companies in the construction sector. However, the lack of quality information in the civil construction codes for building licensing is a significant factor that compromises analyses and increases pressure on municipalities to make their processes more agile and transparent. Nevertheless, the Architecture, Engineering, Construction, and Operations (AECO) value chain has evolved technologically, mainly through the use of Building Information Modeling (BIM), which provides the sector with a data structure that requires management and analysis for value aggregation. Municipalities are responsible for defining the terms and requirements applied to building projects that will be analyzed to obtain a construction license, and these parameters must be contained within the data structure of the BIM models. Although BIM models can be computationally verified in an automated analysis process to obtain the right to build, some terms and requirements in civil construction codes are not computationally implementable or have implementable domains that generate errors in BIM-modeled projects. This study uses the information quality bias to identify the dimensions/attributes of quality that impact the analysis of building projects, with the aim of proposing improvements to the legislation applied to building licensing (construction code) through an application to the case of the Santa Catarina city of Itajaí in the context of automatic verification of BIM projects. To this end, project analysts from the municipality of Itajaí were interviewed to evaluate both the requirements described in the legislation applied to building licensing and the level of information quality required to approve a project in this city. The House of Quality (HOQ) tools of the Quality Function Deployment (QFD) methodology were applied in the selection of the domains to be studied, and the RASE methodology (Requirement, Applicability, Selection, and Exception) was used to rewrite these domains and test the applicability of the rules in the Solibri Model Checker (SMC) software through prototypes. Based on the results obtained, guidelines are proposed for the improvement of legislation for the computational use of rule verification from BIM models.

Keywords: Building licensing. BIM. structuring of civil construction codes. Automated code compliance verification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A trindade do BIM como Informação de Construção – Model – Modelling – Management	26
Figura 2 – Relações entre os temas (espaços, resultados, processos, recursos,.....	32
Figura 3 – Uma visão para o futuro da conformidade regulatória automatizada	36
Figura 4 – Casa da qualidade adaptada da “Fig. 1. The house of quality”	49
Figura 5 – Os quatro operadores RASE para o desenvolvimento de regras.....	54
Figura 6 – Estrutura geral da representação do código de construção híbrida	56
Figura 7 – Estágios de aplicação do Método de İlal e Günaydin (2017)	58
Figura 8 – Fluxograma das etapas da pesquisa.....	63
Figura 9 – Zoneamento e uso do solo de Itajaí.	67
Figura 10 – Zoneamento e uso do solo de Itajaí – Parâmetros de zoneamento e uso do solo.....	68
Figura 11 – Parte do Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí – APÊNDICE B.....	73
Figura 12 – Parte do Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí – APÊNDICE B.....	74
Figura 13 – Matriz 1: Exemplo dos resultados da probabilidade percebida de ocorrência de erros em projeto sobre os domínios (termos ou requisitos) da legislação e os atributos da qualidade mais relevantes	76
Figura 14 – Relação de domínios da legislação estudada com o termo de maior probabilidade percebida de ocorrência de erro – Coeficiente-leito.....	81
Figura 15 – Parâmetros geométricos e funcionais dos cômodos para a edificação “casas populares”	99
Figura 16 – Parâmetros de zoneamento e uso do solo para a edificação “casas populares”	100
Figura 17 – Parâmetros geométricos e funcionais dos cômodos para a edificação “Residências isoladas”	101
Figura 18 – Parâmetros de zoneamento e uso do solo para a edificação “Residências isoladas”	102
Figura 19 – Localização do imóvel utilizado para a modelagem das edificações do estudo	102

Figura 20 – Modelo “casas populares”	104
Figura 21 – Modelo “Residências isoladas”	105
Figura 22 – Regras aplicadas no modelo “casas populares” customizadas no Solibri	108
Figura 23 – Regras aplicadas no modelo “residências isoladas” customizadas no Solibri	109
Figura 24 – Erro intencional no modelo “casas populares” para ser identificado na análise	110
Figura 25 – Modelo “casas populares” com espessura de parede de 15,00 cm	111
Figura 26 – Modelo “casas populares” com espessura de parede de 15,00 cm	112
Figura 27 – Modelo “casas populares” com espessura de parede de 9,00 cm	113
Figura 28 – Erro intencional “pé-direito” no banheiro no modelo “casas populares”	115
Figura 29 – Erro intencional “círculo inscrito” na sala de estar no modelo “casas populares”	115
Figura 30 – “Coeficiente leito” atendido no modelo “residências isoladas”	118
Figura 31 – Acerto intencional “taxa de ocupação” no modelo “residências isoladas”	119
Figura 32 – Erro intencional “taxa de ocupação” no modelo “residências isoladas”	120
Figura 33 – Erro intencional “área” no “demais quartos” no modelo “residências isoladas”	121
Figura 34 – Erro intencional “círculo inscrito” no “vestíbulo” no modelo “residências isoladas”	121
Figura 35 – Limitação da versão do Solibri para o “círculo inscrito” nos cômodos com mobiliário/equipamento no modelo “residências isoladas”	122
Figura 36 – Erro intencional pela falta de mobiliário/equipamento no “banheiro residencial” no modelo “residências isoladas”	124
Figura 37 – Erro intencional pela falta de mobiliário/equipamento no “vestíbulo” no modelo “residências isoladas”	125
Figura 38 – Contribuição do modelo proposto com o uso da RASE e HOQ	127
Figura 39 – Modelo proposto representado no diagrama de Venn	128
Figura 40 – Fluxograma da revisão sistêmica da literatura	146

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Respostas dos analistas da Prefeitura de Itajaí	69
Quadro 2 – Domínios (termos ou requisitos) cuja média de probabilidade de erro é maior ou igual a 50,0%.....	78
Quadro 3 – Termos ou requisitos da legislação e a NBR 15965.....	97
Quadro 4 – Parâmetros de zoneamento e uso do solo aplicados aos modelos das edificações do estudo.....	103
Quadro 5 – Regras de análise do Solibri aplicadas aos modelos das edificações do estudo	106
Quadro 6 – Levantamento bibliográfico internacional – <i>Scopus</i>	148
Quadro 7 – Levantamento bibliográfico internacional – <i>Scimedirect</i>	149
Quadro 8 – Levantamento bibliográfico nacional – <i>SciELO</i>	151
Quadro 9 – Levantamento bibliográfico nacional – BDTD.....	152
Quadro 10 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na <i>Scopus</i>	154
Quadro 11 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na <i>Scimedirect</i>	155
Quadro 12 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das bases internacionais.....	156
Quadro 13 – Lista dos periódicos internacionais com maior número de publicações	158
Quadro 14 – Lista de autores com maior número de publicações por periódicos e congressos da lista de documentos selecionados nas bases internacionais	160
Quadro 15 – Lista de palavras-chave com maior número ocorrência da lista de documentos selecionados nas bases internacionais.....	163
Quadro 16 – Lista de palavras-chave associadas aos termos <i>check</i> ou <i>checking</i> da lista de documentos selecionados nas bases internacionais	164
Quadro 17 – Lista de palavras-chave associadas ao termo <i>quality</i> da lista de documentos selecionados nas bases internacionais.....	165
Quadro 18 – Lista de palavras-chave associadas ao termo <i>permit</i> da lista de documentos selecionados nas bases internacionais.....	166

Quadro 19 – Lista de palavras-chave associadas aos termos <i>automated</i> , <i>automatic</i> ou <i>automation</i> da lista de documentos selecionados nas bases internacionais.....	167
Quadro 20 – Lista de palavras-chave associadas ao termo <i>rule</i> da lista de documentos selecionados nas bases internacionais	167
Quadro 21 – Lista de documentos científicos selecionados com os termos <i>check</i> , <i>checking</i> , <i>quality</i> , <i>permit</i> , <i>permitting</i> , <i>automated</i> , <i>automatic</i> , <i>automation</i> e <i>rule</i> que compõem palavras-chaves nas bases internacionais	169
Quadro 22 – Lista de documentos científicos selecionados com os termos <i>check</i> , <i>checking</i> , <i>quality</i> , <i>permit</i> , <i>permitting</i> , <i>automated</i> , <i>automatic</i> , <i>automation</i> e <i>rule</i> que compõem palavras-chaves nas bases internacionais	173
Quadro 23 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na <i>SciELO</i>	174
Quadro 24 – Dissertações selecionadas após a leitura dos resumos extraídos da base de busca BDTD e que estavam disponíveis para leitura	175
APÊNDICE D – Quadro 25 – Dados tratados que foram analisados na pesquisa que apresentavam a maior probabilidade de erro	188
APÊNDICE E – Quadro 26 – Dados tratados que foram analisados na pesquisa que apresentavam a melhor média da qualidade da informação e a menor probabilidade de erro	190
APÊNDICE F – Quadro 27 – Termos com maior probabilidade de erro aplicados a RASE	191
APÊNDICE G – Quadro 28 – Termos com a melhor qualidade da informação aplicados a RASE	198

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
- BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
- BIM – Building Information Modeling
- BIM – Building Information Model
- BIM – Building Information Management
- BMC – BIM-based Model Checking
- BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method for buildings*
- C# – *C-Sharp* (linguagem de programação orientada a objetos)
- EDM – *Express Data Manager*
- GSA – *General Services Administration*
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICC – *International Code Council*
- IMHZCode – *İzmir Municipality Housing and Zoning Code*
- HOQ – *House of quality*
- NPTs – Normas de Procedimento Técnico
- PMI – Prefeitura Municipal de Itajaí
- QFD – *Quality Function Deploymen*
- RASE – *Requirement, Applicability, Selection e Exception*
- RDC – Resolução da Diretoria Colegiada
- SASE – *Standards, Analysis, Synthesis and Expression*
- SciELO – *Scientific Electronic Library Online*
- SEDUR – Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Urbanismo de Salvador
- SMC – Solibri Model Checker

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	PERGUNTA DE PESQUISA E OBJETIVOS	19
1.2.1	Pergunta de pesquisa	19
1.2.2	Objetivo geral	20
1.2.3	Objetivos específicos.....	20
1.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	20
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	APROVAÇÃO DE PROJETOS EM PREFEITURA.....	24
2.2	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM	25
2.2.1	Classificação da informação da construção – série NBR 15.965.....	30
2.3	VERIFICAÇÃO DE CÓDIGOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	32
2.3.1	Verificação de códigos normativos	36
2.3.2	Verificação de códigos urbanísticos	37
2.3.3	Verificação automatizada de conformidade de códigos da construção civil (no mundo).....	37
2.3.4	Verificação de códigos no Brasil	39
2.4	QUALIDADE DA INFORMAÇÃO EM PROJETOS DE AEC.....	43
2.4.1	Ferramentas para avaliação da qualidade da informação visando a checagem automática de regras de códigos	45
2.4.2	Ferramenta Quality function deployment – QFD e House of Quality (HOQ)	46
2.5	METODOLOGIA DE REPRESENTAÇÃO DE CÓDIGOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	51
2.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISAO BIBLIOGRAFICA.....	59

3	MÉTODO DE PESQUISA	61
3.1	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO.....	64
3.2	ESTUDO DE CASO	65
3.2.1	Busca por uma prefeitura para o entendimento do problema da pesquisa 66	
3.2.2	Levantamento da legislação municipal - Código da Construção.....	68
3.3	ANÁLISE DOS ESPECIALISTAS EM DOMÍNIO DE CÓDIGO DA CONSTRUÇÃO.....	69
3.3.1	Seleção da amostra e formas de recrutamento	70
3.3.2	Procedimentos de pesquisa	70
4	APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	72
4.1	ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO – HOQ.....	72
4.2	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	74
4.3	TRATAMENTO DOS DOMÍNIOS – HOQ.....	75
4.4	CLASSIFICAÇÃO DOS DOMÍNIOS – HOQ.....	77
4.5	ANÁLISE DOS DOMÍNIOS SELECIONADOS MAIOR PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE ERROS	78
4.5.1	Domínio “coeficiente-leito”	79
4.5.2	Domínio “coeficiente de aproveitamento”	81
4.5.3	Domínio “número máximo pavimentos”	83
4.5.4	Domínios “taxa de ocupação do embasamento” e “taxa de ocupação” 87	
4.6	ANÁLISE DOS DOMÍNIOS SELECIONADOS DE MELHOR QUALIDADE INFORMACIONAL	89
4.6.1	Domínios “ambientes da construção”	89
4.6.2	Domínios “acessos públicos”	93
5	PROTOTIPAGEM DE TESTE COMPUTACIONAL	96

5.1	PROTÓTIPO DE VERIFICAÇÃO PARA VALIDAÇÃO DOS DOMÍNIOS	96
5.2	PROTÓTIPOS DE TESTES EM BIM	103
5.3	TESTE COMPUTACIONAL	105
5.4	RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE	109
5.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS SOBRE OS PROTÓTIPOS	110
5.5.1	Análise dos resultados no protótipo “casas populares”	110
5.5.2	Análise dos resultados no modelo “residências isoladas”	116
6	CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA	126
7	CONCLUSÃO	129
7.1	RECOMENDAÇÕES DE APERFEIÇOAMENTO DA LEGISLAÇÃO ESTUDADA	132
7.2	LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA E DO MODELO CONCEITUAL	133
7.3	SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	134
	REFERÊNCIAS	136
	APÊNDICE A – Levantamento bibliográfico nacional e internacional	145
	APÊNDICE B – Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí	177
	APÊNDICE C – Modelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	185
	APÊNDICE D – Quadro 25 – Dados tratados que foram analisados na pesquisa que apresentavam a maior probabilidade de erro	188
	APÊNDICE E – Quadro 26 – Dados tratados que foram analisados na pesquisa que apresentavam a melhor média da qualidade da informação e a menor probabilidade de erro	190
	APÊNDICE F – Quadro 27 – Termos com maior probabilidade de erro aplicados a RASE	191
	APÊNDICE G – Quadro 28 – Termos com a melhor qualidade da informação aplicados a RASE	198
	ANEXO A – Declaração da Instituição - Resolução CNS 510/16	208

ANEXO B – Parecer consubstanciado do CEP.....	209
ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE - Assinado	
.....	215

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa encontra-se ambientada no setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), mais especificamente, na problemática envolvida com a aprovação de projetos em prefeituras.

Para que um projeto tenha a sua construção autorizada pelos municípios, é necessário que o empreendedor realize o trâmite de aprovação dos projetos junto aos órgãos públicos competentes, a fim de obter o licenciamento para iniciar a obra. Esse trâmite tem como objetivo a formação da ordem pública e do interesse social, através do estabelecimento de regras que regulam o uso da propriedade urbana (BRASIL, 2001).

Um dos serviços públicos prestados que impactam diretamente no desempenho das empresas do setor da construção civil é o de Licenciamento para Construção. Esse serviço público é prestado pelas prefeituras e é alvo de muitas reclamações, devido à morosidade e à baixa qualidade em sua execução. Essa baixa qualidade é refletida pelo retrabalho decorrente do elevado número de parâmetros que devem ser verificados e de análises técnicas incompletas e não padronizadas realizadas pelos órgãos públicos (PRETTO, 2016).

A não disponibilização das informações necessárias para a sua aprovação e a falta de parametrização dos processos por parte das entidades fornecedoras de serviços públicos dificultam a mensuração e a avaliação dos riscos que envolvem essas atividades iniciais de um empreendimento. Existe, portanto, uma crescente pressão, principalmente sobre os órgãos públicos, como as prefeituras municipais, para que seus processos se tornem mais ágeis e transparentes (FINETTO, 2003; FONTES, 2004).

Por outro lado, com a ampliação do desenvolvimento tecnológico para a cadeia produtiva da AECO, em especial com a adoção dos conceitos associados à modelagem da informação na construção, - *Building Information Modelling* (BIM) -, o setor de AECO vem se munindo em um grande banco de dados, o que demanda a gestão de tantas informações e a verificação de como elas podem ampliar o valor do setor.

O BIM é o novo paradigma da indústria da construção civil, e passou a ser associado aos principais termos da indústria 4.0, como *big data*, *simulation*, *artificial intelligence*, *digital twin*, *smart building*, *virtual reality*, *augmented reality*, *internet of things (iot)*, *deep learning*, *machine learning* entre outros. Isso se deve, especialmente, ao fato de o BIM ser o modelo de dados necessário para viabilizar e sustentar a adoção dessas tecnologias na construção civil e no seu ciclo de vida. Para sustentar essa argumentação, conforme Logothetis, Delinasiou e Stylianidis (2015), o BIM faz uso de entidades, componentes e objetos paramétricos que foram baseados em objetos reais usados para construir o edifício físico, como vigas de aço, lajes de concreto, fachada ventilada, paredes, dutos, janelas entre outros; empregando-se de informações geométricas e não-geométricas de modo a tornar esses objetos "inteligentes".

Segundo Saeed (2013), alguns dos principais benefícios do BIM, além de sua precisa representação geométrica das partes que compõem uma construção, incluem a possibilidade de se implementar processos mais rápidos e eficazes, devido à facilidade de compartilhar as informações. Além disso, pode-se auxiliar no desenvolvimento de um melhor design, por permitir que propostas de construção sejam, rigorosamente, analisadas e que simulações sejam rapidamente realizadas para fins de atendimento de normas de desempenho, o que viabiliza soluções aprimoradas e inovadoras de construção, bem como uma melhor compreensão dos custos do ciclo de vida, antes mesmo da construção.

As informações do ciclo de vida dos ativos da construção como informações organizacionais que, segundo Santos e Valentim (2015), são as voltadas para o desenvolvimento do negócio, e por isso precisam ser corretamente geridas, por serem responsáveis pela melhoria da produtividade e dos serviços prestados.

De acordo com Eastman *et al.* (2009), a possibilidade de usar a análise computacional automatizada para verificação de regras com o BIM é enorme e, segundo Santos, Costa e Grilo (2017), este uso tem se ampliado nos últimos anos.

As informações em modelos BIM são geradas e/ou inseridas em entidades que constituem ou caracterizam: disciplinas de projetos de arquitetura e engenharia; orçamentação, planejamento, acompanhamento e construção; bem como informações de operação e manutenção dos ativos do setor da construção a partir da

utilização de softwares de modelagem, comumente conhecidos como plataformas BIM (SACKS *et al.*, 2018).

Entretanto, apesar da quantidade de informações geradas e das possibilidades de utilização dessas informações pelos mais diversos atores envolvidos no ciclo de vida dos ativos da construção civil, elas ainda estão restritas aos projetistas, aos contratantes de projetos e às construtoras. O acesso a estas informações por parte dos órgãos governamentais (e de aprovação de projetos) poderia trazer um enorme ganho de eficiência na aprovação de tais projetos. E entre os possíveis atores envolvidos no ciclo de vida dos ativos da construção, estão as prefeituras municipais, que possuem planos diretores e códigos de obras, entre outros instrumentos legais, as quais são responsáveis pela definição dos requisitos de projetos que serão analisados para obtenção do direito de construir.

Entende-se que esses requisitos legais, ou regras de um código da construção civil, que devem estar contidos nos modelos em BIM, poderiam ser verificados computacionalmente para uma análise automatizada dos requisitos presentes na legislação aplicada ao licenciamento de edifícios para obtenção de direito de construir.

O atendimento às regras dos códigos da construção, em especial os relacionados ao licenciamento de edificações no Brasil, são determinantes para a obtenção do direito de construir ou da licença de construção. E o atendimento a esses códigos não é algo simples, uma vez que requisitos sobre um único conceito podem abranger várias cláusulas, dificultando o reconhecimento de inconsistências (İLAL e GÜNAYDIN, 2017).

1.2 PERGUNTA DE PESQUISA E OBJETIVOS

1.2.1 Pergunta de pesquisa

Como as informações contidas na legislação municipal aplicada ao licenciamento de edificações – códigos da construção civil – devem estar estruturadas de modo a que possam ser usadas no processo de avaliação automatizada para licenciamento das edificações?

1.2.2 Objetivo geral

Propor um modelo para estruturação de códigos da construção civil para a automatização da análise de modelos BIM no processo de licenciamento de projetos de edificações.

1.2.3 Objetivos específicos

- a) Avaliar o conteúdo do código de obras e plano diretor do município, legislação aplicada ao licenciamento de edificações;
- b) Avaliar o quanto os erros de projetos estão associados à qualidade da informação dos termos ou requisitos (domínios) da legislação municipal aplicada ao licenciamento de edificações;
- c) Avaliar o quanto a qualidade da informação em relação aos termos ou requisitos da legislação municipal aplicada ao licenciamento de edificações, facilitar o uso computacional para análise dos projetos a partir de modelos em BIM;
- d) Testar em protótipos BIM se a verificação automatizada de conformidade de códigos da construção civil auxilia no aperfeiçoamento da legislação aplicada ao licenciamento de edificações.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Na presente dissertação é apresentado um modelo para a estruturação da legislação aplicada ao licenciamento de edificações – códigos da construção civil – a partir de análises computacionais. Uma aplicação prática exemplifica a importância da qualidade da informação nas análises computacionais, ao examinar a legislação aplicada ao licenciamento de edificações vigente em 2021 no município de Itajaí. Tal estudo forneceu subsídios para o aprimoramento do modelo proposto.

No que diz respeito à aplicação à realidade da Prefeitura Municipal de Itajaí, o motivo da sua escolha se deve a o fato de ser uma instituição que estava imbuída de aprimorar o seu processo de aprovação de projetos, além de colocar seus dados

e corpo técnico à disposição para colaborar com a pesquisa¹. A cidade de Itajaí situa-se no litoral norte do estado de Santa Catarina, que apresenta população estimada² de 226.617 pessoas, área territorial³ de 289,215 km² e PIB per capita⁴ de R\$148.284,92.

Outra delimitação importante segue a proposta de Fenves *et al.* (1987), os quais adotaram o termo códigos para representar todos os tipos de documentos normativos utilizados para definir as qualidades necessárias de edifícios, produtos de construção, materiais ou processos de construção, os quais são desenvolvidos segundo processos padronizados e formais, contendo disposições adequadas para verificar se os atributos de desempenho necessários dos produtos ou processos estão satisfeitos.

Contudo, adotou-se a expressão código da construção civil ou código da construção para representar normas técnicas, regulamentos, guias e outras documentos legais aplicados a construção civil. Desta forma considera-se que o modelo proposto nesta dissertação possa ser adotado para a mais diversa gama de documentos técnicos da construção civil.

A fim de efetuar uma avaliação de complementariedade entre os conceitos da Casa da Qualidade (HOC) e metodologia RASE foram utilizados dois modelos de edificações em BIM, os quais foram desenvolvidos pelo autor, porém, o modelo ora apresentado poderá ser aplicado em outros projetos modelados em BIM que venham a ser desenvolvidos.

A avaliação sobre os modelos de edificações em BIM foi desenvolvida no software Solibri Model Checker – SMC, que analisa modelos de informações de construção e projetos arquitetônicos e de engenharia quanto à integridade, a qualidade, a acessibilidade, a existência de conflitos físicos entre disciplinas a partir da customizações de regras pré-formatadas os usos descritos e outros caso sejam necessários.

¹ O projeto de dissertação passou pela aprovação do conselho de ética da UFSC processo CAAE: 54359421.3.0000.0121, parecer número: 5.228.903 para posteriormente contar com a participação dos analistas de projetos da Prefeitura de Itajaí na pesquisa e teve os termos de consentimentos assinados pelos analistas, conforme Anexo C.

² Fonte da População estimada: <https://www.ibge.gov.br/en/cities-and-states/sc/itajai.html>.

³ Fonte da Área Territorial: Área territorial brasileira 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

⁴ Fonte do PIB per capita: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é dividido em cinco capítulos:

Capítulo 1: Introdução

Nesse capítulo foram apresentados aspectos gerais em relação ao tema a ser tratado, incluindo a justificativa de pesquisa. Foram então definidos o objetivo geral e os objetivos específicos necessários para que este seja alcançado, bem como as delimitações e a contextualização do estudo dentro do grupo de pesquisa e programa de pós-graduação.

Capítulo 2: Fundamentação teórica

O segundo capítulo aborda, por meio de revisão da literatura internacional e nacional os temas abordados na pesquisa: modelagem da informação da construção, verificação de códigos da construção civil e qualidade da informação.

Capítulo 3: Método de pesquisa

Apresentação do enquadramento metodológico da pesquisa e a seleção do código da construção civil para compor o estudo de caso.

Capítulo 4: Aplicação do modelo proposto

No capítulo está apresentado em detalhes a aplicação da ferramenta HOQ e da metodologia RASE, bem como a prototipação de modelos em BIM e regras de análise computacional (SMC) que compõem o modelo de aperfeiçoamento da estrutura do código da construção civil aplicada no licenciamento de edificações da cidade de Itajaí, como estudo de caso.

Capítulo 5: Prototipagem de teste computacional

O capítulo de prototipagem de teste computacional trás os dois modelos de edificações que foram testas sobre os domínios analisados neste estudo, as regras customizadas no Solibri Model Checker (SMC) e os resultados com a aplicação da verificação automatizada das conformidade dos domínios analisados.

Capítulo 6: Contribuição da pesquisa

O capítulo de contribuição da pesquisa aborda as reflexões percebidas com a aplicação da RASE, com a casa da qualidade (HOQ) e com a prototipagem e teste sobre os modelos BIM.

Capítulo 7: Conclusão

O capítulo de conclusão retoma todo o trabalho e realiza seu fechamento. Nele serão indicadas as limitações e a abrangência do modelo proposto para o aperfeiçoamento de códigos da construção civil, bem como sugestões para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo é apresentado o arcabouço teórico sobre: o processo de aprovação de projetos em prefeituras; a avaliação automatizada de projeto baseada em exigências por órgãos governamentais; a utilização do BIM na automatização da verificação de regras; bem como, as metodologias utilizadas para análise dos textos dos códigos da construção para utilização computacional (RASE) e de avaliação da qualidade da informação (HOQ).

A busca bibliográfica nacional e internacional nos temas do estudo foi feita a partir de uma Revisão da Literatura (RL), a qual está apresentada no Apêndice A, permitiu que se chegassem nas principais publicações e autores no tema, assim como na lacuna de pesquisa.

2.1 APROVAÇÃO DE PROJETOS EM PREFEITURA

A análise de projetos para a obtenção do direito de construir ocorre por meio da prestação de um serviço público municipal. Segundo Figueiredo (2004, p. 78-79),

Serviço público é toda atividade material fornecida pelo Estado, ou por quem esteja a agir no exercício da função administrativa se houver permissão constitucional e legal para isso, com o fim de implementação de deveres consagrados constitucionalmente relacionados à utilidade pública, que deve ser concretizada, sob regime prevalente de Direito Público.

Para Pretto (2016), a prestação do serviço público, além de estar vinculada ao cumprimento da legislação, deve estar pautada especialmente aos princípios da eficiência e eficácia em seus processos. O princípio da eficiência torna-se um princípio constitucional da administração pública com a Emenda Constitucional nº 19 de 1998, a qual promove a substituição do modelo burocrático, sobre a égide do princípio da legalidade, para um modelo de administração gerencial (OLIVEIRA, 2017). Oliveira (2017) reforça que a eficiência está relacionada à qualidade dos atos administrativos e à produtividade, onde se deve buscar os melhores resultados com os menores custos.

Vergara & Corrêa (2003) ressaltam a necessidade de aplicação da efetividade da gestão pública, como uma preocupação social, pela ampliação dos conceitos de

eficiência e eficácia sobre “o que fazer” e “como fazer”. No entanto, esses conceitos não são aplicados de forma pragmática e objetiva nos processos de licenciamento de edificações, sendo motivos de críticas, devido à morosidade, à burocracia, e à falta de qualidade, o que traz prejuízos às empresas do setor da construção, bem como ao desenvolvimento econômico dos municípios (PRETTO, 2016).

Parte desses prejuízos decorre do fato de que o longo tempo de análise de projeto compromete o início da execução da obra. Segundo Pretto (2016), a dilação do tempo de análise vem da baixa qualidade dos serviços prestados, e está atrelada aos inúmeros retrabalhos na análise dos projetos em consequência do grande número de parâmetros a serem verificados, de análises incompletas e da falta de padronização.

A obtenção de uma autorização para construção é um processo burocrático e lento não somente no Brasil; Fauth e Bargstädt (2019) citam que situação semelhante acontece na Alemanha *“a obtenção de uma licença de construção é um processo demorado que envolve uma série de fases de revisão e verificação pelos projetistas e pelas autoridades e seus agentes”*.

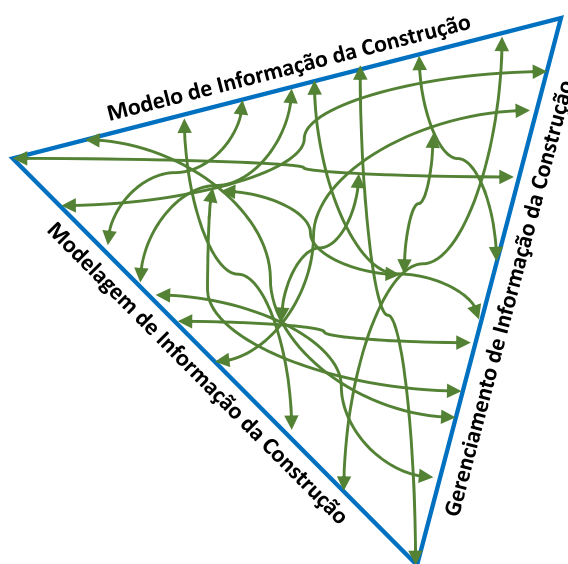
Para Eastman *et al.* (2011); Laakso e Kiviniemi (2012) a verificação automatizada de projetos por parte de órgãos governamentais é uma das principais oportunidades para o uso do BIM. Hjelseth (2015), complementa que o processamento de pedidos de licença de construção é um caso de uso onde se espera que o processamento automático tenha um impacto significativo, permitindo uma redução significativa do tempo de análise e, o que é mais importante, uma redução da incerteza na interpretação da legislação. Para que esta incerteza seja reduzida, há a necessidade de rever os códigos da construção civil voltados ao licenciamento de edificações, para avaliar a sua estrutura informacional, fazer os devidos aperfeiçoamentos no código da construção civil, segundo o método proposto, e, por fim, reescrever os códigos para que este possa ser convertido em regras computacionais que irão promover a automatização da análise de projetos de edificações para a obtenção da licença para construir.

2.2 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO – BIM

O BIM possui um conceito amplo, sendo a ele referidas as expressões *Building Information Model* (Modelo de Informação da Construção), *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção) ou *Building Information Management* (Gestão da Informação da Construção).

A abordagem de Hjelseth (2015), considerando o BIM como a trindade (Figura 1) entre Modelo – Modelagem – Gestão, coloca o Modelo como produto, chamado de arquivo BIM, que é a unidade de troca de informações armazenada transferida entre softwares, onde a exportação/importação é realizada com arquivo IFC (baseado no padrão ISO 16739), também chamado de OpenBIM. A Modelagem como processo se concentra na especificação de informações relevantes e necessárias para o processamento de regras do BMC (*BIM-based Model Checking*), ou verificação de modelos baseados em BIM, através do uso de IDM (*Information Delivery Manual – Manual de Entrega de Informações*) com base nas normas ISO 29481-1 e ISO 12911:2012. A Gestão foca nas pessoas, e está relacionada com funções e responsabilidades sobre a perspectiva da qualidade, ISO 9000.

Figura 1 – A trindade do BIM como Informação de Construção – Model – Modelling – Management



Fonte: Adaptado de Hjelseth (2015) – Tradução nossa.

No contexto do processo, Mustafa, Salleh e Ariffin (2017) afirmam que o BIM pode auxiliar a equipe do projeto a evitar atrasos em projetos e sobrecargas de custos,

bem como a melhorar a comunicação entre os atores da construção em projetos. Além da melhora na comunicação, Rodríguez, Juan e Perez (2016) destacam o aumento da produtividade, que inclui a redução do retrabalho, de conflitos e de mudanças durante a construção.

Eastman *et al.* (2011), Laakso e Kiviniemi (2012) e Hjelseth, (2015) reforçam que o processamento automático de pedidos de licença de construção é um caso de uso onde se espera um impacto significativo, o qual permitirá uma redução significativa no tempo de processamento, e especialmente uma redução da incerteza na interpretação das regulamentações. A celeridade e a qualidade da análise dos projetos, viabilizada pela verificação de modelos baseada em BIM (BMC), fomentará o uso do BIM pelo mercado.

Pode se dizer que a digitalização e a automação dos pedidos de licença de construção são ações governamentais, que se somam à implementação de normas e mandatos de BIM, tornando-os fatores importantes para o desenvolvimento do BIM em países como EUA, Reino Unido, Finlândia, Austrália, Cingapura e Hong Kong (MUSTAFFA, SALLEH e ARIFFIN, 2017).

Apesar das iniciativas de fomento ao uso do BIM, algumas lacunas são percebidas nos mandatos de BIM ou nos regulamentos para sua adoção, como no caso da *DB Station & Service AG*, que desde 2017 obriga o uso do BIM e possui Diretrizes para a Aplicação da Metodologia BIM para a rede ferroviária da Alemanha. Sobre essas diretrizes, apesar de mencionarem “*métodos de verificação para a garantia de qualidade dos modelos, incluindo detecção de colisões, inspeção visual e conformidade com os regulamentos*”, elas não descrevem nenhuma estratégia concreta de implementação (HÄUßLER *et al.*, 2021).

Fauth e Bargstädt (2019), na revisão bibliográfica internacional do seu artigo, constataram que todas as temáticas de pesquisa sobre processo de licenciamento de construção com o uso do BIM estão associadas à *Automated Code Compliance Checking* (ACCC), à relação de BIM e GIS (*Geographic Information System*) e a processos digitais em nuvem. Além disso, os autores constataram que as pesquisas científicas sobre essa temática são escassas a nível mundial.

O processo de análise de modelos, com objetivo de avaliar o atendimento de requisitos de qualidade relacionados aos instrumentos regulatórios, como no caso de legislação e normas, demanda um formato neutro de troca de informações. Nesse

sentido, o formato de arquivo *Industry Foundation Classes* (IFC) é o formato utilizado pela maioria dos principais esforços de pesquisa em verificação de conformidade, sendo considerado o esquema mais adequado para melhorar a troca de informações e a interoperabilidade na indústria da construção (İLAL e GÜNAYDIN, 2017 e HÄUßLER *et al.*, 2021).

O IFC é uma estrutura de dados que vem se apropriando de outros domínios, em especial das informações geográficas disponíveis em GIS. Malsane *et al.* (2015, p. 57), concluíram em seu artigo que:

Embora existam outros padrões abertos para modelos de construção (por exemplo, gbXML), o padrão IFC tem a cobertura mais abrangente. Sem o uso de um formato padrão aberto interoperável, as regras de verificação de conformidade precisariam ser modeladas e mantidas separadamente para cada pacote de software BIM proprietário. Isso não é apenas ineficiente e insustentável, mas pode levar à inconsistência de resultados. Iniciativas anteriores em países como Austrália, Cingapura, Suécia e EUA já usaram o padrão IFC para verificação de regras.

O IFC e o CityGML são os modelos de dados mais abrangentes e representativos nos domínios BIM e GIS, respectivamente. No entanto, os padrões de dados IFC e GML são incompatíveis, pois são diferentes em termos de representação, de escala e de objetivo, devido ao fato de terem sido desenvolvidos para diferentes profissionais e processos. Apesar de alguns estudos buscarem convertê-los e traduzi-los para serem compatíveis entre si, problemas de acesso e de conversão/tradução de dados entre BIM e GIS causam danos como: perda de dados, transformações incompletas e não confiáveis de informações, mapeamento incorreto e reentrada manual de dados (ALTINTAŞ e İLAL, 2021).

Segundo Häußler *et al.* (2021), o IFC, ao longo dos últimos anos, foi continuamente ampliado para uso na troca de dados baseada em modelo de instalações de infraestrutura. Com a chegada do IFC4x1, do projeto *Overall Architecture*, e da extensão *IfcAlignment*, introduziu-se um conjunto de classes para a troca de eixos de alinhamento e modelos digitais de terreno, além disso, foram introduzidos o *IfcBridge* e o projeto *IfcRail*, que aborda os requisitos específicos de domínio de projeto ferroviário.

Apesar da íntima relação de informações em GIS com os modelos de informação da construção (BIM), os aspectos do GIS não foram abordados na

pesquisa, uma vez que a pesquisa visa o aperfeiçoamento de legislação aplicada ao licenciamento de edificações para uso computacional em verificação automatizada de conformidade. No entanto, existe a necessidade de se incorporar a camada de informações contidas nos softwares de GIS nessa temática, pois essas informações trariam benefícios não somente para o licenciamento de projetos, como também para a gestão urbana.

Sob essa perspectiva, para Altintaş e İlal (2021), a verificação automatizada de conformidade com os códigos de zoneamento é uma área de pesquisa que visa fornecer suporte computacional para verificação de conformidade de projetos de construção em relação a códigos de construção desenvolvidos por órgãos governamentais, porém, as deficiências na integração BIM-GIS vêm inviabilizando tal integração.

Um ponto observado por Greenwood *et al.* (2010) é o de que um modelo pode conter entidades e propriedades que estão atualmente definidas no esquema IFC, porém algumas entidades e propriedades são específicas para a cultura e a prática de um país, assim, nunca seriam definidas para uso internacional, embora exista um mecanismo para contornar esse problema em termos de troca de dados, na forma de *IfcPropertySets*.

Para Häußler *et al.* (2021) um pré-requisito para a verificação automatizada de conformidade de códigos é a disponibilidade de informações de projeto em uma representação semântica rica, e a maioria dos sistemas de verificação existentes fazem uso do IFC. Nesse sentido, o uso do IFC deve ser visto com a única forma de troca de informação entre o projetista e as organizações proprietárias dos códigos da construção, também entre os profissionais do domínio, no que concerne ao atendimento dos seus requisitos de forma automatizada.

Ying e Lee (2021) relatam que as trocas de informações em IFC entre os profissionais do domínio acontecem muitas vezes com base em *Model View Definition* (MVD) específicos, um recorte específico do IFC para um uso específico. Alguns esforços têm se concentrado na validação da conformidade de MVDs, que visa verificar se os dados BIM a serem trocados estão armazenados de forma precisa e completa em um arquivo de instância IFC, cumprindo todas as restrições semânticas e sintáticas no MVD de destino, no caso do estudo, para a definição de um MVD específico para verificação de conformidade de códigos.

Nesse sentido, a *buildingSMART* realizou um progresso substancial em direção à verificação automatizada da qualidade do modelo IFC, com o lançamento do *IfcDoc*, que tem como objetivo ajudar os usuários a gerar automaticamente documentos MVD, os quais podem definir e executar com flexibilidade regras de validação personalizadas necessárias para sua própria validação MVD em cima do *IfcDoc*, desde que essas regras estejam no escopo da lógica de regra predefinida no *IfcDoc* (YING e LEE, 2021).

Apesar de não ser foco do presente estudo estabelecer o MVD específico para a legislação aplicada ao licenciamento de edificações de Itajaí, este tema tem uma importância significativa para a construção de um processo automatizado de conformidade do código da construção civil entre os especialistas do domínio urbanístico, do legislador, do analista municipal e dos projetistas.

2.2.1 Classificação da informação da construção – série NBR 15.965

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolveu a série NBR 15965 pela Comissão de Estudo Especial de Modelagem da Informação da Construção (ABNT/CEE-134), tendo sido iniciada com a tradução e adaptação da norma ISO 12.006-2 (ISO, 2001). Seu objetivo foi fornecer o embasamento teórico para a série NBR 15.965, que aborda os sistemas de classificação utilizados para suportar a tecnologia da modelagem da informação da construção.

A tecnologia de Modelagem da Informação da Construção demanda um sistema padronizado de classificação que possa fundamentar os projetos de empreendimentos na indústria brasileira de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Isso inclui a necessidade de terminologias e parâmetros unificados e aplicados por todos os envolvidos na indústria da construção civil, a ampliação da cooperação e comunicação entre os agentes da cadeia produtiva da construção civil por meio de aspectos padronizados, a facilitação da interoperabilidade entre os diversos sistemas de dados utilizados pela indústria da construção civil, o aumento da produtividade e qualidade dos serviços proporcionados pelo novo sistema, bem como uma maior facilidade na gestão e operação da logística da construção (SILVA *et al.*, 2022).

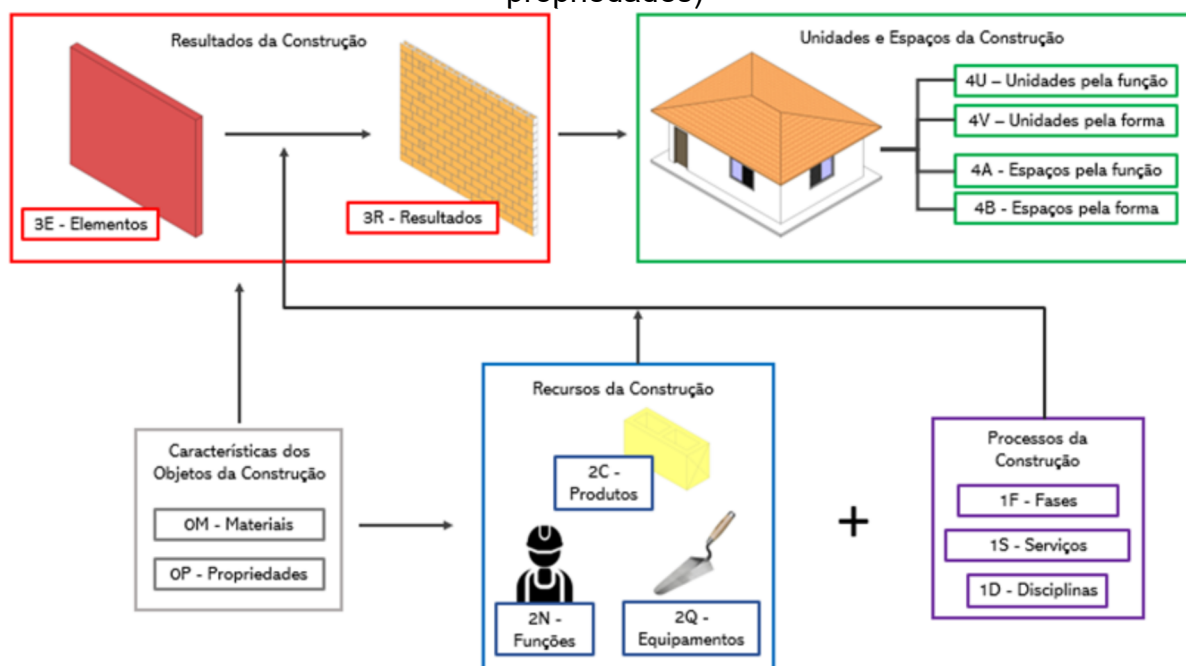
Com base em um esquema organizacional apresentado na norma ABNT NBR ISO 12006-2:2018 (ABNT, 2018), que descreve as seis principais categorias da

construção, sendo esses: espaços, resultados, processos, recursos, propriedades/características e informações e as relações gerais entre elas, foi criado um quadro de classes que agrupa, em cada uma dessas categorias, os princípios de especialização pertinentes a cada grupo. Os quais são descritos a seguir:

- ✓ O Grupo 0 (NBR 15.965-2), referente às características dos objetos da construção, apresenta as seguintes classificações: 0M – Materiais da construção e 0P – Propriedades da construção.
- ✓ O Grupo 1 (NBR 15.965-3), referente aos processos da construção, apresenta as seguintes classificações: 1F – Fases da construção, 1S – Serviços da construção e 1D – Disciplinas da construção.
- ✓ O Grupo 2 (NBR 15.965-4), referente aos recursos da construção, apresenta as seguintes classificações: 2N – Funções da construção, 2Q – Equipamentos da construção e 2C – Produtos da construção.
- ✓ O Grupo 3 (NBR 15.965-5), referente aos resultados da construção, apresenta as seguintes classificações: 3E – Elementos da construção e 3R – Resultados de serviços da construção.
- ✓ O Grupo 4 (NBR 15.965-6), referente às unidades e espaços da construção, apresenta as seguintes classificações: 4U – Unidades da construção, e 4A – Espaços da construção.
- ✓ O Grupo 5 (NBR 15.965-7), referente às informações da construção, apresenta a seguinte classificação: 5I – Informações da construção.

Na Figura 2 está um exemplo de como as tabelas da série NBR 15.965 devem ser usadas.

Figura 2 – Relações entre os temas (espaços, resultados, processos, recursos, propriedades)



Fonte: Figura 1 da NBR 15.965-4 - Recursos da construção.

Neste trabalho foram utilizadas para classificação das informações nos modelos protótipos as tabelas OP (Propriedades), 2C (Produtos), 4A (Espaços) e 4U (Unidades).

2.3 VERIFICAÇÃO DE CÓDIGOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Häußler *et al.* (2021), a verificação automatizada de modelos em relação a diretrizes, padrões, normas, leis etc. é denominada também de verificação automatizada de código ou verificação de conformidade de código. Mas para esse trabalho adotou-se o termo utilizado por Fauth e Bargstädt (2019) verificação automatizada de conformidade de código, “*Automated Code Compliance Checking*” (ACCC).

É importante destacar que dentro dos códigos da construção civil existem regras que devem ser seguidas e estas serão analisadas por especialistas do domínio

ou por análise computacional. As regras serão aqui tratadas com uma parte menor do código da construção civil.

Segundo Solihin e Eastman (2015), “o papel da verificação automatizada de regras foi reconhecido bem antes do advento do BIM”, sendo um tema pesquisado já na década de 1960. A verificação automatizada foi colocada em prática em vários projetos, especialmente em projetos de edifícios (HÄUßLER *et al.*, 2021 e ISMAIL *et al.*, 2017).

Um dos primeiros trabalhos nessa direção foi realizado por Nyman (1974), denominado *An Organizational Model for Design Specifications*, cujo objetivo era desenvolver um modelo para servir de auxílio à organização das especificações de projetos, estabelecendo uma base para a organização de uma especificação, e um modelo conceitual, adaptável ao processamento de computadores.

Para isso, Fenves *et al.* (1987, p. 2) viam a necessidade de um método objetivo e analítico de modo a gerar e revisar o conteúdo ou a forma de uma nova norma proposta, ou de realizar modificações de uma norma existente, o que ajudaria a mitigar os problemas para tornar uma norma aplicável em computador — fornecendo aos especialistas e aos usuários, com representações explícitas tanto do conteúdo quanto da organização da norma.

Ao longo da última década, o número de publicações realizadas na verificação da conversão de códigos, regulamentos, normas ou legislação em formato implementável por computador tem aumentado. Isso se deve, segundo Beach *et al.* (2020), à crescente maturidade dos modelos de informações e ao fato de a indústria acreditar que a adoção da automação é viável e desejável, especialmente porque a verificação da conformidade realizada manualmente é uma tarefa complexa, que consome muitos recursos.

A análise manual dos projetos de construção para verificação da conformidade com códigos é complexa, demorada e propensa a erros humanos com implicações significativas de custos (GREENWOOD *et al.*, 2010; ISMAIL *et al.*, 2017 e FAN *et al.*, 2019).

No entanto, cabe destacar que existe uma diferença entre a verificação automatizada e a verificação de conformidade, uma vez que a segunda não necessariamente será realizada por computador, ao passo que, para a realização da primeira, parte-se do princípio de que a computação é o meio viável para verificação.

Nesse sentido, percebe-se que há inevitavelmente um caminho longo a ser percorrido ou a ser corrigido entre a existência de códigos (leis, regulamentos, normas, diretrizes etc.) e a sua aplicação computacional, de modo a se ter uma verificação automatizada em conformidade com os códigos da construção civil, aplicada em modelos de informação da construção. Para isso, é de fundamental importância identificar a natureza dos códigos da construção e a sua estrutura de informações para a reestruturação das informações dos códigos da construção para que sejam aplicáveis computacionalmente (İLAL e GÜNAYDIN, 2017).

Na pesquisa realizada por Greenwood *et al.* (2010), foram identificados quatro requisitos-chave para verificação automatizada de códigos: 1) regras facilmente compreendidas e acessíveis pelos autores de códigos; 2) as regras dos códigos devem ser independentes das atualizações de software e esquema de modelos; 3) todo o desenvolvimento deve estar em conformidade com padrões abertos e 4) deve-se considerar os processos industriais de autoria do modelo.

Para İlal e Günaydin (2017), os esforços anteriores de pesquisa de representação de código de construção se concentraram na abordagem de codificação, a qual requer um alto nível de conhecimento em programação de computadores para definir, escrever e manter códigos de construção.

Segundo Altıntaş e İlal (2021), várias metodologias estão sendo usadas na literatura para a representação e modelagem de regras em formato computacional com fins de verificação automatizada de conformidade, tais como: tabelas de decisão, modelos baseados em regras, modelos baseados em lógica, modelos orientados a objetos e modelos semânticos.

Garrett *et al.* (2014) propõem que *“um dos principais critérios para versão interpretável por computador dos regulamentos é ser independente de qualquer software específico de verificação de modelos”*. Para alcançar uma representação de códigos independente e computável, Garrett *et al.* (2014) propõem três passos: o primeiro *“é criar uma sintaxe de representação simples de entender para escritores de regulação predial e desenvolvedores de software”* - tarefa difícil, dada a complexidade das regulamentações. O segundo passo *“é fornecer suporte informatizado para permitir que as organizações de regulação desenvolvam, testem e mantenham facilmente essas representações de regulação”*. O terceiro passo *“é testar a suficiência e a implementabilidade das representações digitais”*.

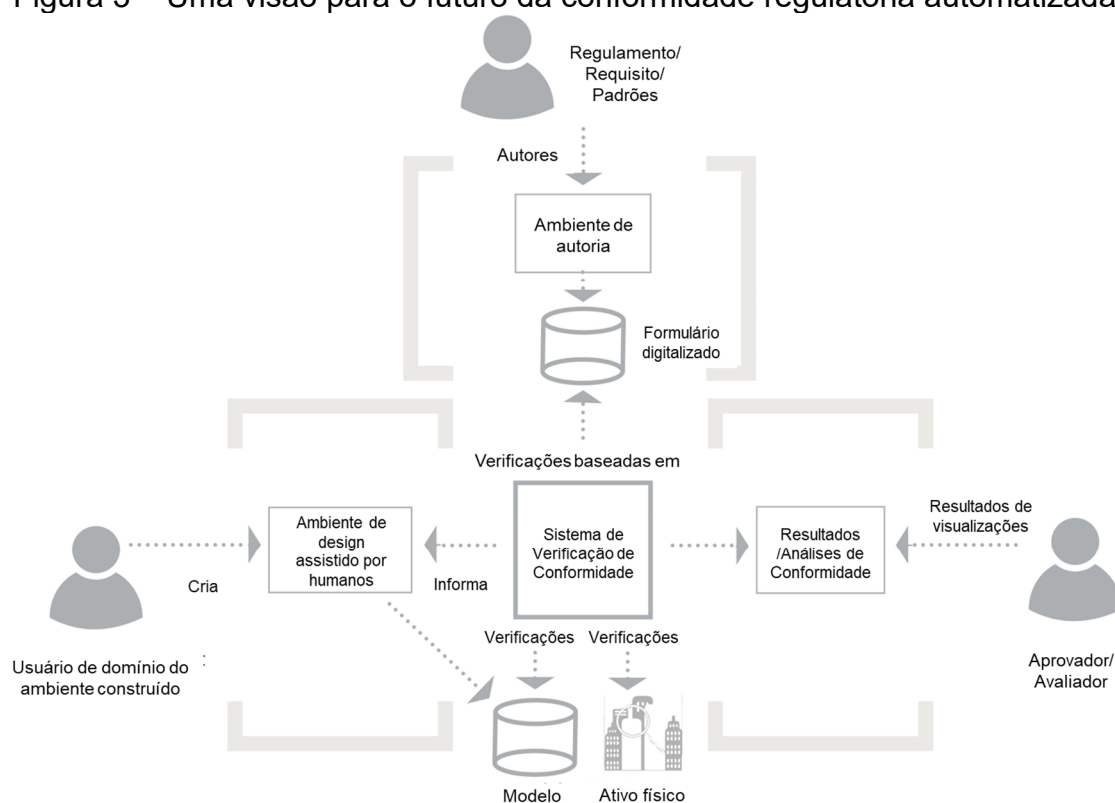
No entanto, Garrett *et al.* (2014) entendem que as organizações responsáveis pela criação e publicação de códigos da construção interpretáveis por computador terão que reconhecer as oportunidades e as responsabilidades de administração para criar e manter uma versão interpretável por computador de tais códigos. Isso requer componentes padronizados e bem definidos dos modelos de regulação e uma simples sintaxe para a representação de vocabulário e condições lógicas dentro dos códigos.

Para aumentar o percentual de regras legais ou normativas aplicáveis em processo computacional para a verificação confiável de modelos, é necessário que a legislação tenha informações precisamente especificadas e uma lógica clara (HJELSETH, 2015 e PARK *et al.*, 2015). Nesse sentido, a academia tem um papel importante: o de auxiliar as organizações a desenvolver e a manter os modelos de regulamentações, fornecendo ferramentas computadorizadas avançadas para apoiar a criação, edição, avaliação e validação de modelos computacionais de códigos da construção civil (LECHEVALIER *et al.*, 2013).

Além disso, a indústria de software poderia apoiar iniciativas nesse sentido, para que soluções de uso exclusivo/único sejam escaláveis e implementáveis para vários casos, e acessíveis aos usuários não especialistas (BEACH *et al.*, 2020).

O trabalho de Beach *et al.* (2020) traz uma visão de como será o futuro da verificação automatizada de conformidade, propondo um “novo” processo de automatização da verificação de conformidade, que se resume na Figura 3.

Figura 3 – Uma visão para o futuro da conformidade regulatória automatizada



Fonte: Adaptado de Beach, *et al.* (2020).

Beach *et al.* (2020), identificaram como um dos obstáculos a falta de padrões abertos compartilhados para cláusulas de regulamentação — apesar de existirem muitas abordagens sugeridas na literatura para representar códigos, incluindo o IFC e várias linguagens lógicas. Apontaram, ainda como obstáculos: a falta de regulamentações digitalizáveis precisas; falta de modelos de dados padronizados para dados de conformidade regulatória; falta de orientação clara do governo para verificação automatizada de conformidade e envolvimento com departamentos governamentais apropriados; resistência cultural em aceitar a verificação automatizada de conformidade; falta de investimento em verificação automatizada de conformidade. Os três primeiros obstáculos trazidos pelos entrevistados e o que foi levantado da literatura por Beach estão em consonância com os encontrados na presente pesquisa, reforçando a necessidade de se trabalhar para mitigar e eliminar esses obstáculos.

2.3.1 Verificação de códigos normativos

Estudos de normas e padrões na Inglaterra e no País de Gales mostraram que 20% dos conjuntos de regras examinados são declarativos e, portanto, diretamente interpretáveis por computador, enquanto que 47% precisam de intervenção humana adicional para torná-los legíveis por computador. Em 33% dos casos examinados, a automação não é possível (MALSANE *et al.*, 2015 e HÄUßLER *et al.*, 2021).

Na pesquisa realizada por Hjelseth (2015) sobre a ISO 21542 – norma sobre acessibilidade e usabilidade do ambiente construído –, de 680 regras, 57% poderiam ser computacionalmente implementadas em softwares, enquanto que 17% dependiam da avaliação e interpretação de profissional e 26% estavam incompletas e poderiam ser convertidas em regras aplicáveis sobre modelos BIM.

2.3.2 Verificação de códigos urbanísticos

Considerando que a aprovação de projetos de edificações em municípios que possuem legislação para o licenciamento de edificações é um processo complexo de análise e interpretação de legislação ou de verificação de códigos urbanísticos, pressupõe-se que a complexidade gera dificuldade de entendimento e atendimento.

Segundo MALSANE *et al.* (2015), é importante reconhecer que os códigos de construção são complexos e, em parte, de natureza subjetiva, demandando a presença de especialistas em códigos de construção na conversão dos códigos para regras interpretáveis por computador, de modo a garantir as interpretações corretas para a verificação do código.

A necessidade desse processo de conversão está diretamente ligada ao texto de um conjunto de leis e normas, os quais foram e ainda são formulados para interpretação humana e não para o processamento automático em sistemas de verificação de modelos baseados em BIM (BMC), devendo ser a interpretação e a estruturação do texto um dos primeiros passos para permitir o processamento automático de códigos (HJELSETH, 2015 e ISMAIL *et al.*, 2017).

2.3.3 Verificação automatizada de conformidade de códigos da construção civil (no mundo)

A verificação automatizada de conformidade de códigos da construção civil é a área de pesquisa que busca fornecer suporte computacional, através de uma estrutura codificada para os códigos da construção civil, o qual precisa ser organizado de maneira sistemática, de modo que as regras individuais presentes nos códigos da construção civil possam ser acessadas facilmente e aplicadas para verificação de conformidade precisa, trazendo benefícios econômicos em termos de tempo (İLAL e GÜNAYDIN, 2017 e BEACH *et al.*, 2020).

A implementação do BIM como produto de análise no processo de licença de construção é essencial para sua otimização, demandando a padronização dos processos e a transparência nos processos de licenças de construção (FAUTH e BARGSTÄDT, 2019).

Cingapura foi o primeiro país a implementar a submissão eletrônica de projetos BIM (e-submission) para aprovação de edificações, de acordo com Mustaffa, Salleh & Ariffin (2017) e PARK *et al.* (2015). Segundo Malsane *et al.* (2015), Cingapura desde 1995 possui o sistema 'BP-Expert' para verificação de desenhos de 2D. Em 2000, o sistema foi substituído pelo *e-PlanCheck* da CORENET (*Construction and Real Estate NETWORK*), cujo objetivo era fornecer um sistema de submissão eletrônica baseado na Internet, para verificação e aprovação de planos de construção. Esse sistema foi financiado pelo Ministério de Desenvolvimento Nacional de Cingapura e realizado pela Rede de Construção e Imóveis.

Por volta do ano 2000, a verificação de códigos teve início nos Estados Unidos (EUA) com a *General Services Administration* (GSA), com ênfase inicial nos requisitos de projetos voltados à saúde, segurança e bem-estar. No entanto, a iniciativa mais interessante foi o projeto do *SMARTCodes*, pela acessibilidade da criação de regras para não programadores, o qual se concentra principalmente em transformar códigos baseados em papel em regras interpretáveis por máquina e é conduzido pelo *International Code Council* (ICC), em conjunto com AEC3 e Digital Alchemy (MALSANE *et al.*, 2015 e İLAL e GÜNAYDIN, 2017).

Segundo Hjelseth (2015), o desenvolvimento de soluções para verificação de modelos baseados em BIM (BMC - *BIM-based Model Checking*) pelas autoridades públicas norueguesas está incluído como uma contribuição significativa no programa *ByggNett*, programa gerenciado pelo *Norwegian Building Authority*, cujo objetivo é a

colaboração digital entre autoridades públicas e atores comerciais/privadas ao longo de todo o ciclo de vida das benfeitorias da construção civil.

Na pesquisa de İlal e Günaydın (2017), foi utilizado o Código de Habitação e Zoneamento do Município de Izmir, *Izmir Municipality Housing and Zoning Code (IMHZCode)*. Izmir é a terceira cidade mais populosa da Turquia, e seu código de habitação e zoneamento é representativo dos códigos que estão em vigor na Turquia. Nessa pesquisa, o estudo revelou que das 258 regras encontradas no *IMHZcode* para edifícios residenciais, 79% podem ser representadas em formato implementável por computador.

Na Coreia do Sul, segundo PARK *et al.* (2015), o governo investe no desenvolvimento do *KBymLogic*, um software que traduz o requisito de Licença de Construção da Coreia em formato executável por computador.

Na Austrália, tanto o *Solibri Model Checker* quanto o *Express Data Manager (EDM)* foram considerados como possíveis plataformas para verificação automatizada de código e usaram o EDM para criar *DesignCheck*, que usa regras baseadas em objetos onde modelos em formato IFC são importados para o banco de dados EDM e transformados no modelo interno *DesignCheck*. O *DesignCheck* tem a vantagem de suportar a capacidade de verificar a conformidade em vários estágios do processo de design, essa estratégia é semelhante à do *e-PlanCheck* em Cingapura, pois possui um esquema de regras para os estágios iniciais e detalhados do projeto, bem como para a especificação. Até 2015, o *DesignCheck* não tinha a capacidade de visualizar modelos 3D e todos os relatórios eram baseados em texto (MALSANE *et al.*, 2015).

2.3.4 Verificação de códigos no Brasil

No Brasil, um dos primeiros documentos científicos que abordou o tema da verificação de regras em BIM foi o trabalho de Kehl e Isatto (2015, p. 12) que constataram que “*a uniformização das disposições regulamentares, normas e demais códigos é bastante importante dada a dificuldade em convertê-los da leitura e verificação manuais para uma versão semelhante para leitura e verificação informatizada*”.

Em sua dissertação de mestrado, Mainardi Neto (2016), abordou a verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô,

chegando à conclusão de que muitas regras ligadas à um documento que dava instruções de projeto básico de arquitetura (documento IP-9.00.00.00/3B2-001⁵) ficaram sem uma classificação, por não se encaixarem como “objetivas”, dada a subjetividade das regras do código analisado. Além desse resultado, a pesquisa apontou para a falta de um padrão entre os analistas e para o baixo potencial de informação na análise tradicional comparado ao processo em BIM.

Takagaki (2016) propôs regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários na sua dissertação de mestrado. Entre as constatações da pesquisa, uma que chamou a atenção foi a falta de padrão entre os modelos de projeto analisados, o que dificultou a análise. Ou seja, a falta de qualidade de informações dos modelos é um dos motivos que dificultam a verificação automatizada de normas. No entanto, Takagaki (2016, p. 108) destaca que

[...] o modelo em IFC se mostrou eficaz para criar regras de verificação de projetos. A forma como o modelo em IFC armazena as informações necessárias faz com que seja possível criar as regras de verificação que não foram possíveis de serem analisadas no SMC.

Andrade e Silva (2017) trabalharam na verificação automática da norma brasileira de desempenho para edificações habitacionais populares por meio do software Solibri Model Checker, e constataram uma redução do tempo de análise dos projetos e um maior número de não conformidades comparativamente ao método de conferência manual. Ele sugere como pesquisas futuras “*as formas de escrita das normas, com um olhar sistêmico, para o uso de programas automatizados, e que, por conseguinte, conduza à redução do generalismo*”. Tal fato se deve a uma das conclusões levantadas na pesquisa: a de que um dos principais motivos para a baixa aplicabilidade da norma se deve à subjetividade da maioria dos requisitos, que é da ordem de 42%.

Rotava *et al.*, (2023) propõem que seja associado ao glossário de termos definições objetivas dos parâmetros que serão analisados, a fim de eliminar a subjetividade que compromete a criação de modelos adequados para a verificação automatizada das conformidades do código da construção.

⁵ Documento citado em: MAINARDI NETO, A. I. **Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2016.

Ribeiro (2018) desenvolveu um protótipo computacional, utilizando a linguagem de programação C#, que permite uma interface amigável e, de acordo com resultados da pesquisa, foi fácil de usar, para a realização do “*code-checking*” em um modelo em BIM de projeto ferroviário.

França (2018, p. 88), entre as conclusões, destaca que “*há necessidade de maiores esforços para adoção de padronização, de tal sorte que ao se projetar, as análises necessárias funcionem de maneira mais direta e consistente*”. Tal conclusão se deve aos resultados encontrados na pesquisa, onde 33% das regras levantadas das Normas de Procedimento Técnico (NPTs) do Corpo de Bombeiros apresentavam requisitos dúbios ou com informações inconclusivas.

Soliman (2018), destaca que os processos tradicionais de análise/verificação de projetos hospitalares são informais e propensos a erros. Também destaca que limitações na estrutura das regulamentações estudadas (Resolução RDC nº 50 e Código de Edificações do Município de Porto Alegre/RS) podem impactar na transformação de informação para fins de verificação automatizada, já que nem todos os requisitos regulamentares puderam ser convertidos em regras lógicas. Ele acrescenta, ainda, que a abordagem baseada em semântica para a transformação da informação pode contribuir no desenvolvimento de sistemas de verificação automatizada no contexto de projetos hospitalares.

Guedes e Andrade (2019) trabalharam no levantamento dos benefícios da automação da verificação de regras de normas nacionais sobre projetos aeroportuários em BIM, os quais apontaram também para a redução do tempo de análise e de validação do projeto arquitetônico. Além disso, foi identificada a necessidade da criação de manuais para a criação de modelos que seriam cruciais no desenvolvimento de qualquer aplicativo de verificação de regras estável.

Em 2020, Guedes e Andrade (2020) trabalharam indiretamente na temática da qualidade de projetos aeroportuários com a publicação do artigo intitulado *Standardization of Airport Architectural Design Projects BIM-based for Code Checking*. Nesse estudo, os autores identificaram e reforçaram a necessidade de se criar um Manual de Diretrizes para a Modelagem (MDM), que serve como protocolo a ser seguido pelos projetistas, por padronizar as informações que o modelo BIM deverá conter e apresentar como essas informações deverão estar vinculadas em um arquivo IFC. Guedes e Andrade (2020, p. 495) concluíram que: “*a qualidade da análise está*

diretamente associada à maturidade do analista”, “existência de ambiguidade no processo de análise de projetos de aeroportos tendo em vista a falta de padronização da análise, baseada na percepção de cada analista” e “tempo de análise estendido, considerando que a maioria dos projetos de aeroportos brasileiros ainda é submetida para análises em desenhos CAD bidimensionais”.

Kater e Ruschel (2020), em sua pesquisa relacionada à perspectiva da verificação automatizada baseada em regras para as normas de segurança contra incêndio em BIM, verificaram que

[...] 90,8% dos 663 requisitos levantados podem ser implementados por meio de regras do Solibri Model Checker considerando a estratégia adotada. Assim, a solução de automatização proposta e desenvolvida nesta pesquisa tem o potencial de viabilizar a real aplicação da norma de incêndio em projeto.

Em se tratando de aprovação de projetos em prefeitura, atualmente, no Brasil, apenas a prefeitura de Salvador possui um sistema computacional para análise de alguns tipos de projetos em BIM. Segundo o site da CBIC (2020):

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Urbanismo de Salvador (SEDUR) se prepara para licenciar obras, cujo projeto arquitetônico tenha sido desenvolvido em Building Information Modelling (BIM). Para tal, foi desenvolvido um sistema inteligente que permite o recebimento, análise e emissão de Licenças de forma 100% digital.

No site da Secretaria de Comunicação⁶ da Prefeitura de Salvador consta que no dia 20 de setembro de 2022 Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SEDUR) emitiu o primeiro alvará de construção em BIM.

Exigir o BIM nas análises dos projetos pelos municípios vai ao encontro da adoção crescente do BIM na indústria da construção no Brasil, fomentada em parte por ações do Governo Federal desde 2009, em especial com a publicação da Estratégia BIM-BR (2018), a publicação do Decreto 10.306/2020 e com a nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021).

Os municípios que implementarem a análise automatizada de regras da legislação aplicada ao licenciamento de edificações com o BIM devem se diferenciar dos demais que não o adotarem, pela desburocratização do serviço, pela

⁶ <https://comunicacao.salvador.ba.gov.br/prefeitura-licencia-primeiro-empreendimento-formato-bim/>

automatização das análises de projeto, pela redução do tempo de análise e pelo aumento da qualidade do serviço prestado. Por consequência, os municípios devem atrair investidores que buscam um ambiente mais eficiente para aplicar o seu capital, ampliando provavelmente a geração de renda, de emprego e de mão de obra mais qualificada nesses municípios.

Com base nos documentos científicos levantados na revisão da literatura no Brasil, pode-se perceber que a academia brasileira tem se empenhado em viabilizar um dos grandes usos do BIM, que é a verificação automatizada de regras, bem como em identificar a necessidade e importância de se ter códigos da construção civil estruturados para o uso computacional. Desta forma, esse levantamento fundamenta e justifica a realização da presente pesquisa no Brasil.

2.4 QUALIDADE DA INFORMAÇÃO EM PROJETOS DE AEC

A ISO 9000-2015 define a qualidade como o "*grau em que um conjunto de características inerentes a um objeto preenche requisitos*". Avaliar o grau de qualidade de um objeto requer a verificação de atendimentos das conformidades de algum tipo de código. A norma ISO 19650 propõe a implementação do controle de qualidade dos dados do projeto quando da mudança de status do projeto em desenvolvimento.

O objetivo da verificação de conformidade é determinar se o modelo está de acordo com um código (regulamento, padrão ou norma), ou seja, se o modelo tem a qualidade exigida a ele (HJELSETH, 2016). No caso dos projetos/modelos de AECO, eles podem ser examinados por diferentes critérios de qualidade e entre eles, para Solihin e Eastman (2015), está a verificação do código regulatório da construção.

A qualidade na construção é entendida por Ma *et al.* (2018) como um dos aspectos mais vitais de uma obra, porque diz respeito à vida e à segurança do público, e a inspeção ou verificação de conformidade ao atendimento dos requisitos é a atividade mais importante na gestão da qualidade. A verificação de conformidade ou de qualidade de produtos da construção civil, seja o produto do desenvolvimento projectual os projetos (design) seja o produto da construção os ativos.

Para Kovács e Micsik (2021), a verificação de conformidade ou a verificação da qualidade de modelos BIM está associada a quatro tipos de análises: a primeira, e mais comum, é a detecção de conflito; a segunda é a verificação de conteúdo do

modelo, que visa controlar a riqueza de informações desse modelo; a terceira é a verificação de objetos inteligentes e se trata da vinculação de paramétrica entre objetos onde o parâmetro conectado ao objeto se adapta ao novo estado; e a quarta é a verificação de opções de projeto, na qual o projeto é confrontado com uma base de conhecimento complexa, como a verificação de conformidade aos códigos da construção civil.

Para Hjelseth (2015), a unidade de medida da qualidade de um projeto é a conformidade às leis, códigos, diretrizes e normas, as quais podem ser considerados sistemas de conhecimento sobre como projetar, construir e manter. Na prática, os projetos de construção são verificados em relação aos requisitos e/ou condições, indicados por declarações de regras contidas nos códigos da construção (İLAL e GÜNAYDIN, 2017).

Eastman *et al.* (2009) escrevem que a verificação de conformidade de projetos como um processo manual aumenta os atrasos e o risco de erros na avaliação, mesmo sobre projetos modelados em ambiente digital, ou seja, a verificação de atendimento de conformidade/qualidade, mesmo em projetos em BIM, quando realizada manualmente não garante a qualidade na realização.

No entanto, parte da qualidade atribuída à análise dos projetos está diretamente relacionada ao texto e a forma como eles estão organizados nos códigos da construção civil. Códigos complexos e confusos aumentarão a chance de erro nas análises. Desse modo, o presente trabalho está direcionado à qualidade textual dos códigos e à sua estrutura, para que a verificação automatizada dos requisitos regulatórios seja facilmente aplicada computacionalmente.

Segundo Beach *et al.* (2015), uma das principais preocupações dos profissionais de qualquer setor é garantir a conformidade regulatória, pois os códigos são muitas vezes complexos e requerem um conhecimento técnico profundo do domínio em que são aplicados.

Segundo Nawari (2018), somente os requisitos objetivos presentes na legislação podem ser verificados, orientando para a necessidade da readequação da legislação urbanística, para tornar possível a sua aplicação em modelos e a verificação desses modelos por softwares de análise.

De acordo com İlal e Günaydin (2017), AEC, um projeto só pode ser executado quando todos os requisitos dos códigos da construção, especialmente os

de legislação, forem verificados. Segundo Fenves *et al.* (1987), os códigos da construção civil precisam ter uma representação lógica, além da organização de padrões, de maneira a garantir a sua qualidade.

A importância de se aplicar técnicas de avaliação da qualidade da informação aos domínios (termos ou requisitos) da legislação está na necessidade de garantir a qualidade das construções projetadas. Fauth e Bargstädt (2019) destacam que, apesar da rigidez da legislação alemã, termos imprecisos levam a interpretações diferentes ou a discricionariedade do agente público.

İlal e Günaydın (2017, p. 45), após investigarem os modelos de estruturação de códigos da construção anteriores e identificarem suas limitações, estabeleceram os seguintes requisitos para o novo modelo de representação do código de construção:

Independência - manter a representação dos códigos de construção independente do sistema de verificação de conformidade e do sistema de projeto;

Concisão - evitando redundância na representação dos códigos de construção;

Consistência - prevenindo ambiguidades e contradições entre as regras;

Abrangência - representando todos os vários tipos de informação em códigos de construção (ou seja, conceitos, requisitos, condições de aplicabilidade, etc.);

Manutenibilidade - permitindo a criação e adição de novas regras e modificação das existentes. (**grifo nosso**).

Segundo Altıntaş e İlal (2021), a manutenibilidade é um critério crucial no caso da modelagem de códigos de construção, devido a constantes atualizações e alterações de regras dos códigos. Ou seja, a manutenibilidade como atributo da qualidade deve estar presente na legislação aplicada ao licenciamento de edificações.

Conforme İlal e Günaydın (2017), a completude e a singularidade são propriedades sintáticas que estão relacionadas à organização do código, enquanto a precisão é uma propriedade semântica mais relacionada ao significado.

2.4.1 Ferramentas para avaliação da qualidade da informação visando a checagem automática de regras de códigos

Para se conseguir uma verificação automática capaz de reduzir o tempo e garantir a qualidade das análises, há a necessidade de se trabalhar com dados que

tenham qualidade, sendo fundamental a verificação da qualidade das informações e dos termos estabelecidos nas leis relacionadas ao licenciamento de edificações.

Segundo Naumann e Rolker (2000), a avaliação de qualidade da informação (QI) é considerada uma tarefa difícil devido a vários fatores, entre eles, a sua natureza subjetiva, a enorme quantidade de dados e as informações de diferentes fontes etc.

Ferreira, Longo e Barros, (2014) entendem que avaliar a qualidade da informação implica em avaliar as suas dimensões/atributos, abrangendo os fatores que poderão interferir no resultado da qualidade.

A qualidade da informação presente nos códigos da construção civil afetará diretamente a qualidade dos produtos desenvolvidos com base nesses códigos. Compreender os fatores que impactam a qualidade dos produtos da construção implica em avaliar as dimensões e atributos relacionados à qualidade. E como forma de avaliar a qualidade da informação num código urbanístico a ferramenta *Quality Function Development (QFD)*, para Santos e Bastos (2017) é um meio de se “quantificar a relação entre necessidades do cliente (aprovar os projetos rapidamente e sem erros) e o desenvolvimento de produtos (criar projetos em BIM verificáveis automaticamente)”.

Desta forma, o presente estudo se vale do viés da qualidade da informação para identificar as dimensões e atributos da qualidade que impactam na celeridade e na qualidade das análises de projetos de edificação.

Nesse contexto, percebe-se que a aplicação ou a exigência do BIM pode ser um dos meios para se promover a redução do tempo de análise, além do aumento da qualidade, tanto dos projetos como das análises, considerando que o aumento da qualidade das análises estará diretamente ligado à forma como a legislação deve ser escrita.

2.4.2 Ferramenta Quality function deployment – QFD e House of Quality (HOQ)

A *Quality Function Deployment* – QFD, ou desdobramento da função qualidade, é uma ferramenta estratégica usada por empresas no desenvolvimento de produtos e serviços que satisfaçam os desejos dos clientes, ou seja, desenvolvem-se melhores produtos e serviços que atendam às necessidades desses clientes (HAUSER e CLAUSING, 1988; LIANG, 2012, DURSUN e KARSAK, 2013 e

GALLETO, 2018). Nesse contexto, a qualidade dos códigos da construção interfere direta no atendimento das necessidades dos clientes, sejam eles projetistas ou analistas de projeto.

Para Santos e Bastos (2017, p. 109), *“a ferramenta Quality Function Development (QFD) pode ser compreendida como uma ferramenta analítica que irá quantificar, através de matriz, a relação entre as necessidades dos clientes e o processo de desenvolvimento de novos produtos”*.

Segundo Chan e Wu (2002), os professores Shigeru Mizuno e Yoji Akao foram os primeiros a perceber o valor da abordagem do QFD em 1969, utilizando-o no estágio de projeto do produto para que as características do projeto do produto pudessem ser convertidas em requisitos precisos de controle de qualidade. Foram publicados dois artigos em 1974 por Akao e Nishimura para o então novo conceito de QFD conhecido no Ocidente.

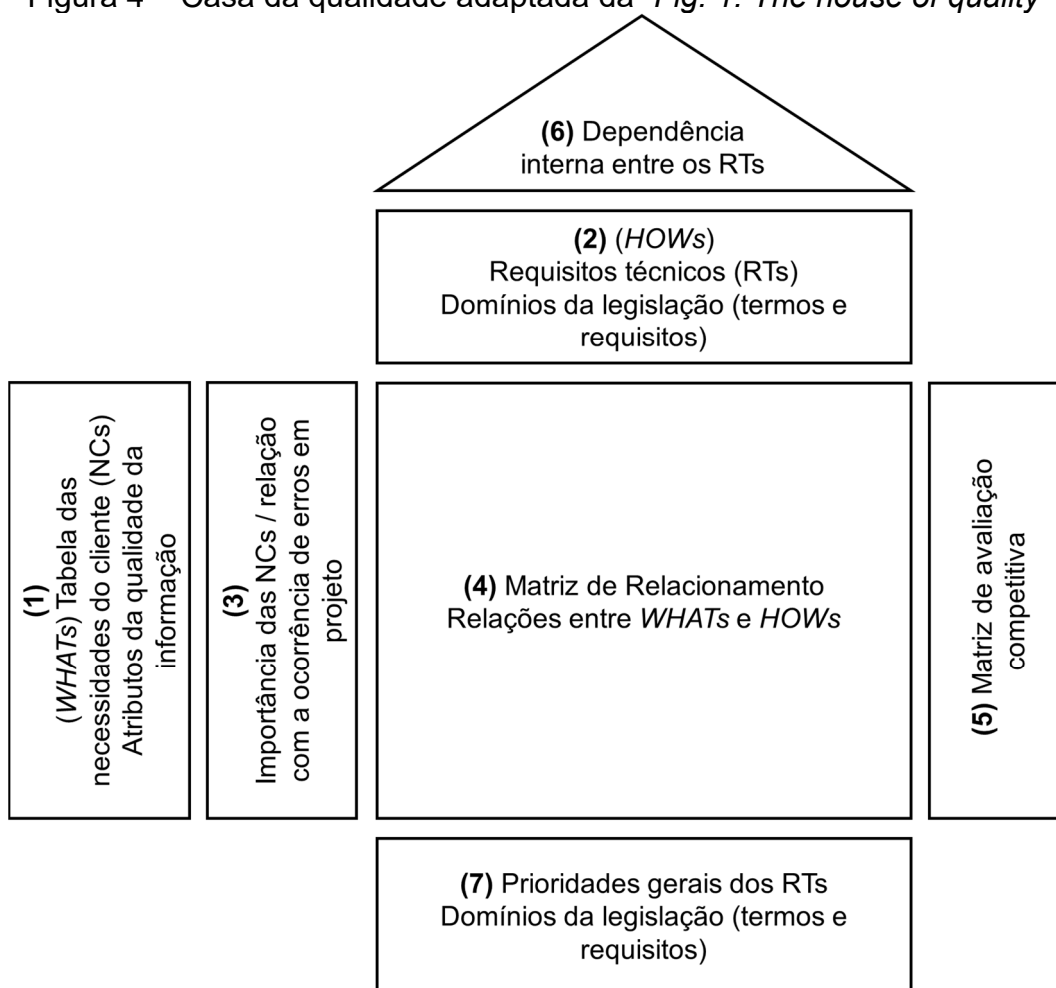
O QFD foi utilizado por Bevilacqua *et al.* (2006) e por Dursun e Karsak (2013) como meio de identificar as características que o produto deveria ter para satisfazer os requisitos dos clientes, servindo de referência para seleção de fornecedores. Eleftheriadis *et al.* (2018) utilizaram a ferramenta QFD, o BIM e uma estrutura integrada de suporte à decisão na otimização do projeto estrutural, demonstrando como o modelo QFD proposto pode efetivamente melhorar a tomada de decisões.

Na pesquisa realizada por Chan e Wu (2002), o QFD foi aplicado no desenvolvimento de produtos inicialmente, mas sua aplicação foi identificada também na gestão da qualidade, na análise das necessidades do cliente, no design de produto, no planejamento (processo de planejamento orientado ao cliente), na engenharia simultânea, na tomada de decisão, na ferramenta de gestão e na promoção do trabalho em equipe.

O conceito geral do QFD é expor os desejos dos clientes em atributos/requisitos técnicos que se convertem em características, associadas ao ciclo de desenvolvimento de produtos, das peças, dos planos de processo e dos requisitos de produção. Os quais se traduzem em 4 matrizes que contemplam um estágio do ciclo de desenvolvimento de produtos, incluindo as matrizes de planejamento de produto, implantação de peças, planejamento de processo e planejamento de produção/operação (DURSUN e KARSAK, 2013).

Segundo Shillito (1994), a matriz de planejamento do produto converte as necessidades do cliente em atributos/requisitos técnicos; a matriz de implantação de peças converte atributos/requisitos técnicos relevantes em características do produto/peça; a matriz de planejamento de processo converte características relevantes do produto/peça em operações de fabricação; por fim, a matriz de planejamento de produção/operação converte as operações relevantes de fabricação em operações e controles. A matriz de planejamento do produto é também denominada de casa da qualidade, *house of quality* (HOQ), que, segundo Bottani (2009) tem sido adotada com sucesso no campo de desenvolvimento de novos produtos. Segundo Dursun e Karsak (2013), a HOQ é composta por sete elementos (conforme Figura 4).

Figura 4 – Casa da qualidade adaptada da “Fig. 1. The house of quality”



Fonte: Adaptado de Dursun e Karsak (2013) – Tradução nossa.

Os elementos da HOQ os estão descritos a seguir.

1 – (*WHATs*) Necessidades dos clientes (NCs). Conhecidos como voz do cliente, atributos do cliente, requisitos do cliente ou qualidade exigida. A construção do HOQ começa com a entrada das características do produto/serviço aos quais se deve ter atenção. As necessidades do cliente neste trabalho são os atributos da qualidade da informação.

2 – (*HOWs*). Requisitos técnicos (RTs). Conhecidos como requisitos de projeto, características do produto, atributos de engenharia, características de engenharia ou características de qualidade substitutas. Eles descrevem o produto/serviço na linguagem do especialista de domínio, também referida como a voz da empresa, e são usados para determinar o quão bem a instituição de domínio

satisfaz as necessidades do cliente. Os requisitos técnicos (RTs) são os domínios da legislação representados pelos seus termos ou requisitos.

3 – Importância das necessidades do cliente. Avaliação das necessidades mais relevantes para o cliente, a partir da coleta e da organização dos seus dados. A instituição de domínio deve trabalhar nas necessidades mais importantes, eliminando as relativamente sem importância. Neste trabalho, os atributos da qualidade da informação são avaliados segundo a escala de 0, 1, 3 e 9, sendo 9 o atributo da qualidade que tem muita relação com a ocorrência de erros em projeto.

Para este trabalho, a importância das necessidades do cliente está associada à percepção de erros de projeto no seu processo de análise para obtenção da licença de construção.

4 – Relações entre *WHATs* e *HOWs*. A matriz de relacionamento indica o quanto cada RTs afeta cada NCs.

5 – Matriz de avaliação competitiva. Esta matriz contém uma análise competitiva do produto da empresa com os principais produtos concorrentes para necessidades. Assim, a posição relativa do produto da empresa pode ser avaliada em termos de NCs. As informações necessárias podem ser obtidas pedindo aos clientes que avaliem o desempenho dos produtos da empresa e de seus concorrentes para cada NCs, usando uma escala predeterminada. Para o presente estudo, não será desenvolvida essa matriz.

6 – Dependência interna entre os RTs. A matriz que forma o teto do HOQ é usada para especificar os vários RTs que devem ser melhorados, fornecendo uma base para dimensionar até que ponto uma mudança em um recurso afetará outros recursos.

7 – Prioridades gerais dos RTs. Aqui, os resultados obtidos a partir de etapas anteriores são usados para calcular uma ordem de classificação final de *HOWs*, também chamada de classificações dos RTs.

Pretende-se fazer uso desta ferramenta dos elementos “1”, “2”, “3”, “4” e “7” na presente pesquisa.

2.5 METODOLOGIA DE REPRESENTAÇÃO DE CÓDIGOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Häußler *et al.* (2021, p. 4), um número grande estudos têm sido realizados no campo da verificação da conformidade de código, no entanto o grande desafio é lidar com as tantas regulamentações, normas e padrões disponíveis na forma legível pelo homem. E como sugestão deles “*em vez de primeiro escrever regulamentos em sua forma atual e, em seguida, traduzi-los, eles devem ser projetados de forma interpretável por máquina desde o início*”.

Apesar da observação feita por Häußler as pesquisas são realizadas sobre a condição de tradução. E entre as metodologias propostas ao longo das últimas décadas, tem-se a denominada de *Standarts Analysis, Synthesis, and Expression* – SASE aplicada por Fenves *et al.* (1987), sendo *Analysis* o processo de extração do conteúdo das informações de uma norma existente; *Synthesis* o processo de geração do conteúdo das informações de um padrão novo ou modificado e *Expression* o processo de expressão do conteúdo de informações previamente sintetizado na forma textual.

Entretanto, para İlal e Günaydın (2017) apesar da metodologia SASE possuir uma base teórica sólida, sua aplicação não era prática e os modelos baseados na SASE não foram significativamente adotados na indústria de AECO, tendo como fatores a falta de um padrão na indústria e a criação de definições próprias (que aumenta a complexidade dos códigos assim como aos modelos de representação das informações dos códigos da construção civil).

A abordagem ontológica com o uso de tecnologias da web semântica, que é baseada na teoria lógica, foi utilizada por Pauwels *et al.* (2011) com uma alternativa para as limitações na aplicação do IFC para a automação da verificação de conformidade de códigos.

Sendo a web semântica baseada na teoria lógica, muitas tecnologias são implementáveis pela sua aplicação para melhorar a automação dos processos de verificação de regras de projetos da indústria da construção (PAUWELS *et al.*, 2011).

A abordagem ontológica também foi adotada pelo *International Code Council* (ICC) na América do Norte através do desenvolvimento de *SMARTCodes* em 2006 (EASTMAN *et al.*, 2009). Segundo İlal e Günaydın (2017) o projeto *SMARTCodes*,

mantido com AEC3 e Digital Alchemy Ltd, visa definir regras computáveis usando ferramentas simples que possibilitem que não programadores formem representações em textos reais de códigos de construção.

A modelagem semântica, como no caso *SMARTCodes*, é a abordagem que atende a todos os critérios para modelagem eficiente de códigos de construção, pela facilidade de compreender, construir e manter representações de código de construção para não programadores, (İLAL e GÜNAYDIN, 2017; e ALTINTAŞ e İLAL, 2021).

Hjelseth e Nisbet (2011) utilizaram um conceito baseado em semântica chamado RASE, abreviação de *Requirement, Applicabilities, Selection and Exceptions*, que foi introduzido na verificação automatizada de conformidade de código, permitindo o aprimoramento dos códigos para captura de requisitos.

O *Building Research Establishment Environmental Assessment Method for buildings* (BREEAM) do Reino Unido usou a metodologia do RASE para converter seus critérios de avaliação em uma forma computável para permitir BMC. O modelo RASE utiliza quatro estruturas para identificar a essência do código de construção a partir do texto real do código: Requisito (*Requirement*); Aplicabilidade (*Applicability*); Seleção (*Selection*) e Exceção (*Exception*), (İLAL e GÜNAYDIN, 2017; HJELSETH, 2015 e ISMAIL *et al.*, 2017).

A abordagem da pesquisa adotada por Häußler *et al.* (2021) envolve elementos conhecidos e padronizados de modelagem de processos de negócios de projeto ferroviário das diretrizes selecionadas da *Deutsche Bahn AG*, faz uso de *Business Process Model and Notation* – BPMN (ISO /IEC 19510:2013) e da representação visual das diretrizes baseada em processos, apoiada pela metodologia RASE (*Requirement – Applicability – Selection – Exception*). Eles concluíram que 52% dos conjuntos de regras examinados podem ser automatizados e 46% das regras examinadas foram classificadas como implementáveis usando BPMN e DMN.

FAN *et al.* (2019), utilizaram na sua pesquisa a estrutura de verificação de regras baseada em lógica de duas camadas com o objetivo de facilitar uma manipulação flexível de regras, bem como para ver como as regras aplicadas afetam topologicamente a dependência entre os elementos do modelo BIM. A estrutura de verificação foi implementada com o *Microsoft Visual C#* e o *Windows Presentation Foundation* (WPF) para construir a interface e o mecanismo de regras, e aplicando o

Microsoft SQL Server para criar um banco de dados para armazenamento e processo de dados BIM.

Para Ílal e Günaydin, (2017) RASE é um método simples e fácil para desconstruir sentenças de regras, acomodando um esquema em que os autores de código são capazes de construir e manter representações de código de construção. Tais autores mostram que a decomposição de um código de construção em quatro níveis e regras de modelagem com base no paradigma orientado à semântica é uma estratégia de modelagem eficaz para representar códigos de construção em um formato computável independente de sistemas automatizados de verificação de conformidade.

Segundo Hjelseth e Nisbet (2011) a metodologia RASE pode ser descrita como um processo semiformal de análise de texto normativo em linguagem natural e marcação para posterior processamento e pode ser aplicada em diferentes tipos de documentos normativos com resultados confiáveis.

A metodologia RASE define quatro construtos que compõem uma regra de um código de construção (identifica a essência do código de construção a partir do texto real do código), quais sejam: a) requisito - definir a condição que deve ser satisfeita por um ou mais aspectos de um edifício; b) aplicabilidade – definir a qual aspecto do edifício os requisitos se aplicam; c) seleção – indicar condições; se a regra é para casos específicos entre os elementos aplicáveis e d) exceção – identificar as condições em que a verificação não é aplicável aos elementos construtivos. Cada um desses quatro construtos possui atributos como uma propriedade, um comparador e um valor alvo com uma unidade. (İLAL e GÜNAYDIN, 2017).

Hjelseth e Nisbet (2010) explicam a aplicação da RASE, iniciando por destacar que os códigos de construção possuem a característica de exigir o cumprimento de verificações. Os requisitos são os mais óbvios e fáceis de identificar, uma vez que são expressos por palavras como "deve" ou "deverá". É obrigatório que uma verificação contenha pelo menos um requisito, como exemplo: "a porta deve ter no mínimo 80,00cm". Além disso, há um texto que especifica a aplicabilidade da verificação. Essas descrições podem incluir termos compostos, como "janelas externas". Geralmente, existem uma ou mais frases que definem a aplicabilidade. Em casos especiais, pode haver a seleção de assuntos alternativos ou exceções. Por exemplo, no caso de uma seleção de assuntos alternativos que indique um requisito

a ser atendido por portas, janelas e outras aberturas. E uma exceção seria aplicada a portas e janelas sem ventilação.

Hjelseth e Nisbet (2010, p. 5) apresentam um exemplo de como o conceito semântico RASE foi aplicado no código *ICC IECC 2006 502.5 Moisture control. (Mandatory)*.

Na Figura 5, Hjelseth e Nisbet (2010) orientam o uso das cores e símbolos para a ser aplicado nos códigos da construção civil.

Figura 5 – Os quatro operadores RASE para o desenvolvimento de regras

			
Requisito {azul}	Aplica-se (Aplicação) {verde}	Selecione (Seleção) {vermelho}	Exceção {laranja} {amarelo}

Fonte: Adaptado de Hjelseth e Nisbet (2010) – Tradução nossa.

Primeiramente, é apresentado o texto original, com a indicação de cores. Como não há a cor laranja disponível para destacar as palavras no word, utilizou-se o amarelo como substituto. Em seguida é apresentada a tradução do texto.

All {green/}framed{\green} {red/}walls, floors{\red} and {red/}ceilings{\red} {orange/}not ventilated{\orange} to allow moisture to escape shall be provided with an {blue/}approved vapor retarder{\blue} having {blue/}a permeance rating of 1 perm{\blue} (5.7×10^{-11} kg/Pa s m²) or less, when tested in accordance with the desiccant method using Procedure A of ASTM E 96. The vapor retarder shall be {blue/}installed on the warm-in-winter side{\blue} of the insulation. Exceptions: {orange/}Buildings located in Climate Zones 1 through 3{\orange} as indicated in Figure 301.1 and Table 301.1. In construction where {orange/}moisture{\orange} or its {orange/}freezing{\orange} will not damage the materials. Where other approved means to avoid {orange/}condensation{\orange} in unventilated framed wall, floor, roof and ceiling cavities.

Todas as paredes, pisos e tetos com molduras não ventilados, que não permitem a saída da umidade, devem ser providos de um retardador de vapor aprovado, com uma taxa de permeância de 1 perm ($5,7 \times 10^{-11}$ kg/Pa s m²) ou menos, quando testado de acordo com o método do dessecante utilizando o Procedimento A do ASTM E 96. O retardador de vapor deve ser instalado no lado aquecido no inverno do isolamento. Exceções: Edifícios localizados nas Zonas Climáticas 1 a 3, conforme indicado na Figura 301.1 e Tabela 301.1. Em construções onde a umidade ou seu congelamento não irá danificar os materiais. Onde outros meios aprovados forem utilizados para evitar a condensação em cavidades de paredes, pisos, telhados e tetos com molduras não ventilados. (Tradução nossa).

No entanto, Ilal e Günaydın (2017, p. 45-46), ao testarem o RASE como estudo piloto para representar o *IMHZCode*, perceberam a necessidade de modificações para resolver três deficiências. Sendo elas:

i) repetições desnecessárias que ocorrem devido à modelagem independente das declarações de regras individuais. Representações dos mesmos conceitos, referenciadas por múltiplas regras, são repetidas muitas vezes para cada aplicabilidade ou construção de seleção da sua parte. [...] O que requer a definição dos mesmos conceitos e entidades várias vezes para cada regra em que são referenciadas. Isso cria redundâncias e pode levar a inconsistências especialmente quando as definições de conceito ou entidade requerem atualizações.

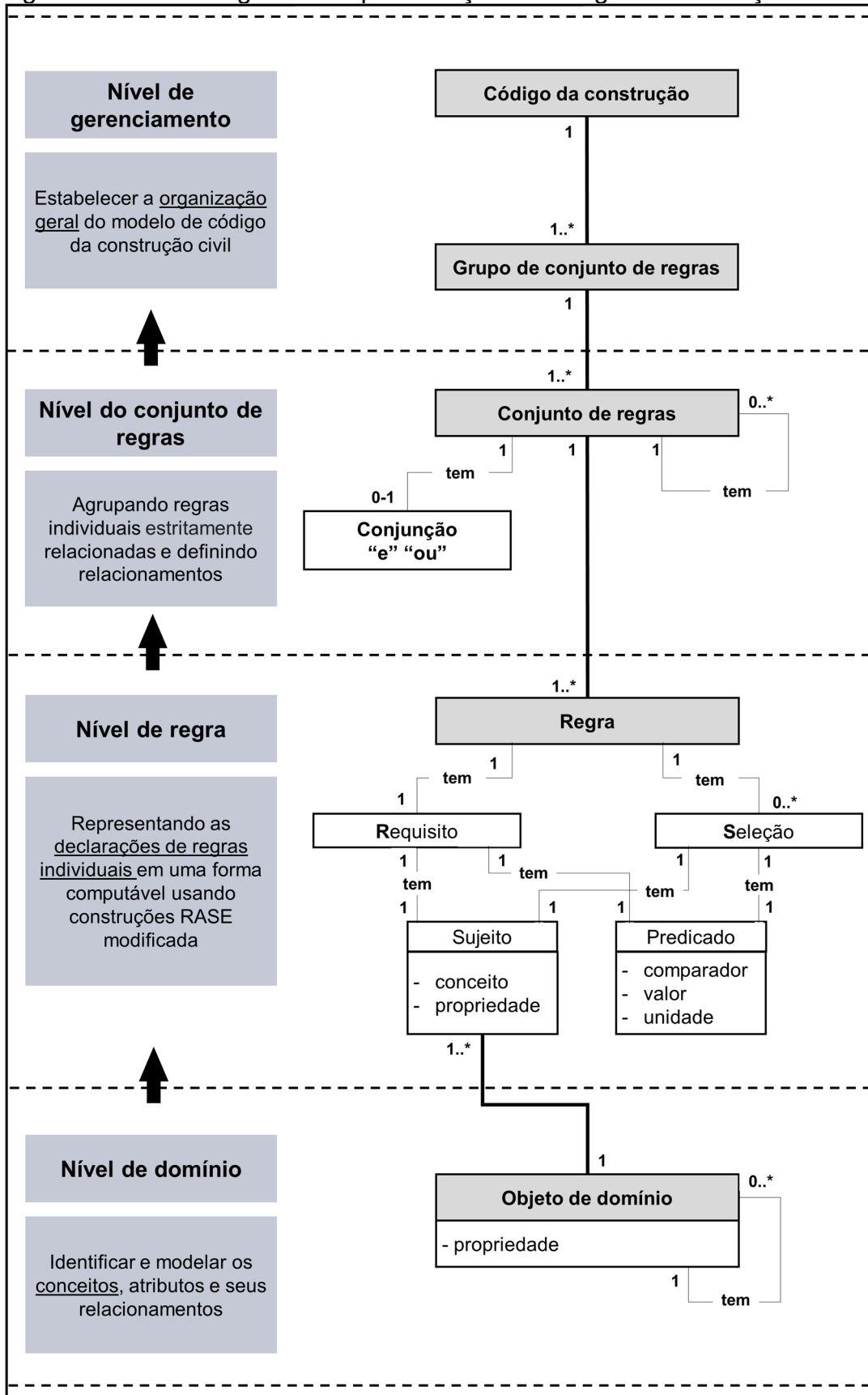
ii) falta de relações explícitas entre declarações de regras individuais, [...] delegando essa responsabilidade ao processamento em um nível mais alto em sistemas automatizados de verificação de conformidade.

iii) construção *Exception* de **RASE**. O estudo piloto revelou que não é necessário representar informações separadas de seleção e exceção para declarações de regras individuais.

Como base no estudo realizado por Ilal e Günaydın (2017, p. 47) uma nova proposta híbrida que modifica a metodologia RASE foi testada e está apresentada na Figura 6. O novo modelo está desenhado em quatro níveis para fornecer uma estrutura sistemática para a construção de códigos em forma computacional, sendo definidos abaixo:

- 1 o **nível de domínio** que modela os conceitos mencionados no texto do código de construção original com seus atributos e relacionamentos.
- 2 o **nível de regra** onde as declarações de regras individuais do código de construção são representadas em um formato estruturado, utilizando os conceitos modelados no nível de domínio. As regras são modeladas com base em construções RASE modificadas.
- 3 o **nível do conjunto de regras** em que os relacionamentos entre objetos de regras são definidos formando os conjuntos de regras.
- 4 o **nível de gerenciamento** que reflete a organização geral do modelo de código de construção conectando e categorizando os conjuntos de regras.

Figura 6 – Estrutura geral da representação do código de construção híbrida



Fonte: Adaptado de İlal e Günaydın (2017, p. 47) – Tradução nossa.

Para İlal e Günaydın (2017, p. 47) a nova metodologia híbrida que modifica a metodologia RASE visa:

- a) estabelecer uma representação do código de construção independente dos sistemas de verificação,
- b) preservar o alto nível de manutenibilidade no modelo RASE,
- c) minimizar redundâncias introduzindo uma estrutura hierárquica em quatro níveis e melhorar a concisão,
- d) oferecem um nível no qual os relacionamentos de regras são modelados e monitorados para que a consistência de um modelo de código de construção possa ser assegurada.

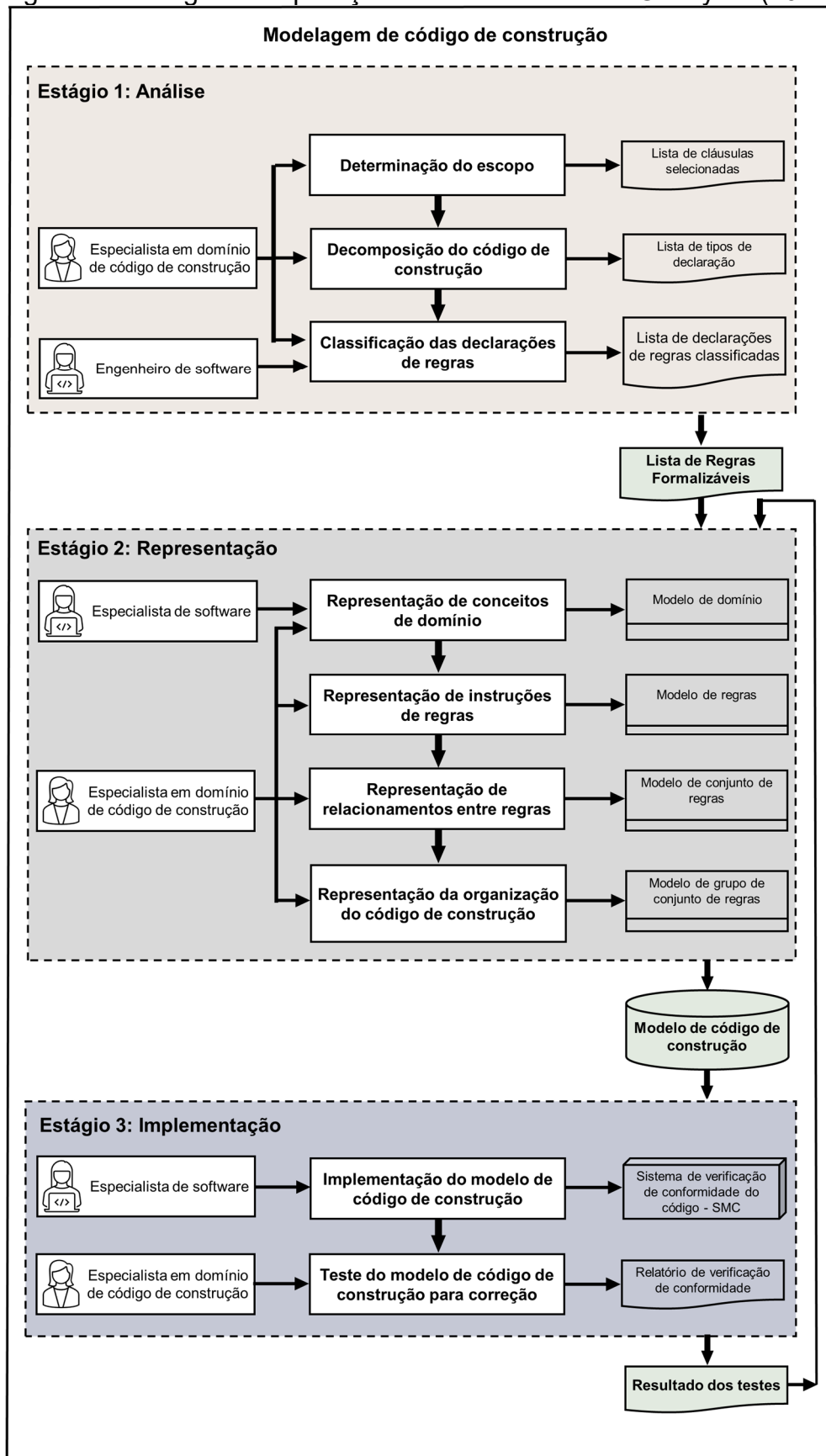
A metodologia de modelagem de código da construção proposta por İlal e Günaydın (2017, p. 49) é composta por três estágios (Figura 7) para representações de código de construção, sendo:

Estágio 1: análise do código de construção para definir o que deve ser representado explicitamente para fins de verificação automatizada de conformidade e para documentar quanto do código de construção pode ser modelado de forma confiável.

Estágio 2: representação do código de construção utilizando o modelo de representação desenvolvido.

Estágio 3: implementação do modelo de código de construção em um aplicativo de verificação de conformidade.

Figura 7 – Estágios de aplicação do Método de İlal e Günaydin (2017)



Fonte: Adaptado de İlal e Günaydın (2017, p. 47) – Tradução nossa.

Tal metodologia servirá de base para a presente pesquisa, com algumas adaptações, conforme apresentado na Figura 8 (Fluxograma das etapas da pesquisa).

2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISAO BIBLIOGRAFICA

Dentre as pesquisas levantadas na literatura, pode-se pinçar alguns trabalhos que serviram de base para o desenvolvimento da presente pesquisa, como por exemplo, a ferramenta QFD e a estruturação da representação do código de construção proposta por İlal e Günaydın (2017).

A utilização da ferramenta QFD na análise da legislação aplicada ao licenciamento de edificações de Itajaí é uma abordagem que auxiliará no melhoramento do referido código da construção civil como produto e como serviço. Como produto, melhorará o código em si, e como serviço, haverá melhora na sua aplicação em sistemas computacionais para automação de verificação de conformidades regulatórias. A estruturação de código proposta por İlal e Günaydın (2017) representada na Figura 7 será usada na presente pesquisa com uma alteração: enquanto İlal e Günaydın, com a ajuda de especialista de domínio, buscaram diretamente no código as cláusulas que podem ser convertidas em regras, na presente pesquisa, a seleção será obtida a partir da pesquisa de ocorrência de erros relacionada aos domínios da legislação junto aos analistas de projetos da prefeitura de Itajaí (e projetistas), com o uso da ferramenta *House of Quality* (HOQ).

Essa mudança pode corroborar com a limitação identificada por İlal e Günaydın (2017, p. 57) sendo posto que: “*outra limitação é que apenas regras formalizáveis foram consideradas neste estudo. As regras formalizáveis constituem 79% de todas as regras no IMHZCode*”. Ou seja, İlal e Günaydın (2017) não se debruçam para entender o que há de errado nos outros 21% das regras não implementáveis computacionalmente, ou mesmo avaliaram se a qualidade da informação das regras implementáveis computacionalmente não levam a erros ou problemas em projetos.

A proposição de uma abordagem complementar ao Estágio 1 de İlal e Günaydın (2017) está pautada em identificar as causas dos erros de projetos e o

quanto eles podem ser mitigados (ou eliminados) com uma nova escrita a partir da avaliação dos atributos da qualidade e da estruturação para uso computacional na verificação automática de regras de códigos da construção.

Será aplicada parte da metodologia híbrido RASE para a realidade da legislação sobre o licenciamento de edificações na cidade de Itajaí e dessa pesquisa para a metodologia híbrida RASE é a sua universalização como modelo de codificação de códigos da construção civil em formato implementável por computador.

Uma outra diferença existente entre os métodos de pesquisa está no Estágio 3 (Figura 7). Para construção de regras de análise sobre modelos BIM, prototipados para os casos selecionados, será feita no software Solibri Model Checker – SMC. A partir dos resultados obtidos eles ajudaram a validar a nova forma de se reescrever os domínios contidos na legislação para o licenciamento de edificações em Itajaí, ou seja, do seu aperfeiçoamento legal como uma legislação parametrizada para uso em verificações automatizadas sobre modelos de edificações em BIM.

3 MÉTODO DE PESQUISA

No presente capítulo são apresentados o enquadramento metodológico da pesquisa e o estudo de caso selecionado para testar o modelo proposto.

Com a definição do problema de pesquisa e a revisão da literatura, foi possível identificar a lacuna da pesquisa, na qual envolve a aplicação da casa da qualidade (HOF) antes da RASE com o objetivo e corroborar com a estruturação do código da construção objeto do estudo que se enquadrou num estudo de caso como metodologia.

Para o estudo de caso, selecionamos o código de construção referente ao licenciamento de edificações na cidade de Itajaí. Foi desenvolvido um questionário (parte da HOQ), que foi submetido ao comitê de ética da UFSC. O questionário foi respondido por todos os analistas da prefeitura de Itajaí na época, sendo que todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, conforme apresentado no ANEXO C.

Com os resultados dos cinco analistas da prefeitura (HOQ), os dados foram tratados conforme a Matriz 1 (HOQ), e os termos ou requisitos (domínios) foram organizados em ordem de maior média de probabilidade percebida de erro em projeto e menor qualidade informacional, conforme definido pelos atributos da qualidade (Completeness, Compreensibilidade e Facilidade de uso).

Os domínios com as maiores médias de probabilidade percebida de erro foram submetidos à metodologia RASE, conforme descrito no APÊNDICE F, assim como os dados com menor probabilidade percebida de erro e melhores qualidades informacionais, conforme descrito no APÊNDICE G.

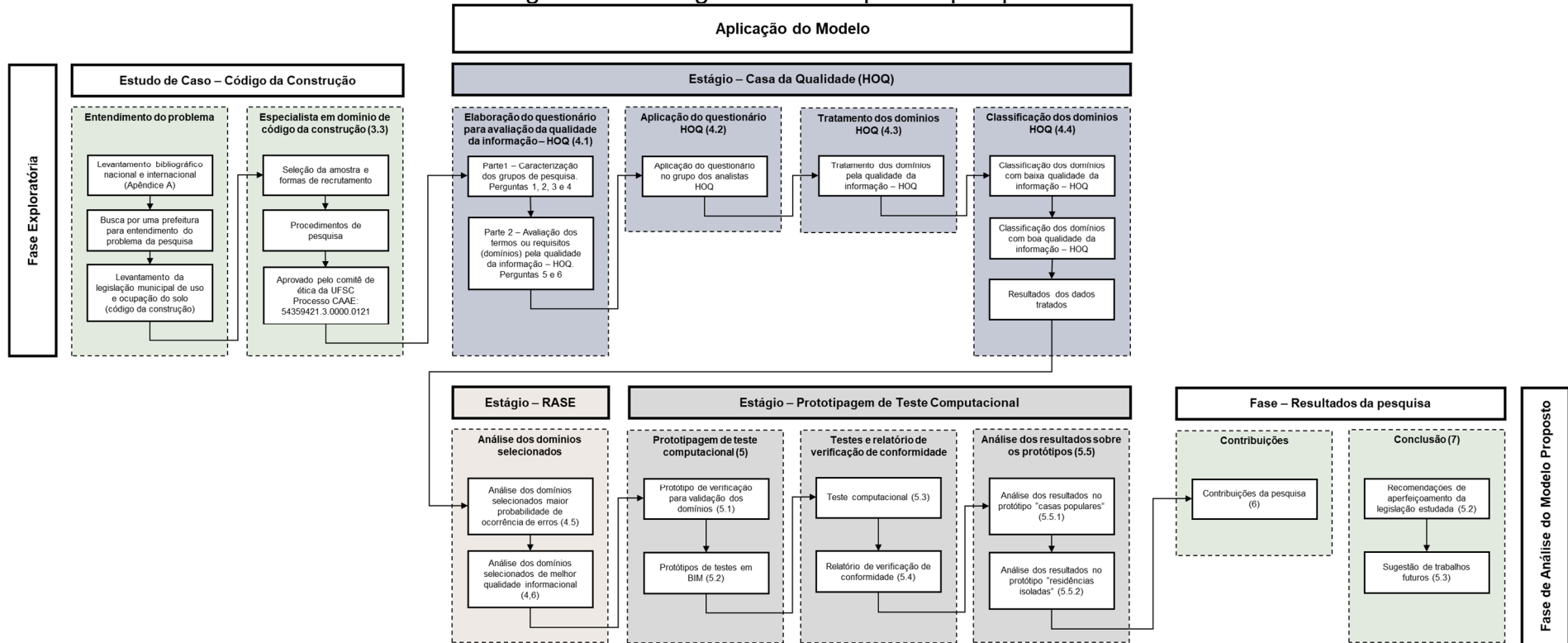
Foram desenvolvidos dois modelos protótipos em BIM, denominados "Casas Populares" e "Residências Isoladas", seguindo os critérios estabelecidos nas Figuras 15 e 16 para "Casas Populares" e nas Figuras 17 e 18 para "Residências Isoladas".

Dois conjuntos de regras de análise foram customizados no Solibri Model Checker (SMC), um para cada protótipo, conforme ilustrado nas Figuras 22 e 23.

Essas regras foram aplicadas nos protótipos e foram analisadas e discutidas para avaliar os objetivos da pesquisa, em especial o modelo conceitual proposto apresentado na Figura 39.

Na conclusão, são discutidos os objetivos da pesquisa, as limitações do modelo conceitual e do método aplicado, assim como são apresentadas propostas de aperfeiçoamento da legislação e sugestões para trabalhos futuros.

Figura 8 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Segundo Goldenberg (2004, p.104), método científico

[...] é a observação sistemática dos fenômenos da realidade através de uma sucessão de passos, orientados por conhecimentos teóricos, buscando explicar a causa desses fenômenos, suas correlações e aspectos não-revelados. É a maneira como o homem usa os instrumentos de pesquisa para desvendar o conhecimento do mundo. É por meio do Método Científico que novas teorias estão sendo incorporadas e que conhecimentos anteriores são revistos, de acordo com os resultados de novas pesquisas. A característica essencial do Método Científico é a investigação organizada, o controle rigoroso de suas observações e a utilização de conhecimentos teóricos.

A fundamentação da escolha do método e da técnica de pesquisa deve ser aquela que mais se adequa ao problema de pesquisa. Não devendo ser estanque, linear ou sucessiva, mas interativa e criativa (LIMA; MOREIRA, 2015); permitindo, assim, reformular as questões de pesquisa propostas inicialmente por conta do surgimento de novos problemas que não os previstos, tornando estes mais relevantes do que os iniciais (GOLDENBERG, 2004).

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo prático, pois o que se deseja estudar se adapta ao estudo de um caso real. Ela é pautada na investigação da realidade da Prefeitura Municipal de Itajaí (PMI), mais especificamente do setor de análises de projetos de edificações para obtenção do direito de construir, do licenciamento urbanístico.

Segundo Goldenberg (2004, p.33), o método de estudo de caso “supõe que se pode adquirir conhecimento do fenômeno estudado a partir da exploração intensa de um único caso”, permitindo reunir

[...] o maior número de informações detalhadas, por meio de diferentes técnicas de pesquisa, com o objetivo de apreender a totalidade de uma situação e descrever a complexidade de um caso concreto. Através de um mergulho profundo e exaustivo em um objeto delimitado, o estudo de caso possibilita a penetração na realidade social, não conseguida pela análise estatística.

O caráter exploratório do estudo se justifica pelo aprofundamento do conhecimento sobre a análise dos erros em projetos de edificações, a fim de torná-los mais explícitos (GIL, 1999).

Esta pesquisa utiliza a lógica mista: indutiva e dedutiva. Indutiva porque não se tem as respostas a respeito de quais domínios (termos ou requisitos) são indicados com maior probabilidade de ocorrência de erros em projetos que envolvem ambos os grupos entrevistados para obtenção do direito de construir. Dedutiva na avaliação do aperfeiçoamento jurídico, pois tem-se hipóteses para as questões e pretende-se confirmá-las.

Para a coleta de dados, utiliza-se dados primários. Sendo obtidos por meio de pesquisa com os analistas da Prefeitura de Itajaí.

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa e quantitativa. Qualitativa na avaliação dos atributos de qualidade indicados aos domínios (termos ou requisitos), e quantitativa pela obtenção das médias para a probabilidade percebida de ocorrência de erros e para qualidade da informação.

O instrumento escolhido para a construção da matriz de probabilidade percebida de ocorrência de erros em projetos e a avaliação da qualidade da informação, através da análise dos valores calculados para os atributos da qualidade.

3.2 ESTUDO DE CASO

Para avaliar os impactos da aplicação da HOQ e RASE sobre um código da construção civil, foi escolhida a legislação (código da construção civil) aplicada a edificações unifamiliares do município de Itajaí como estudo de caso para essa avaliação. A metodologia RASE vem sendo aplicada aos domínios dos códigos da construção civil como meio de identificar se a estrutura textual desses domínios está apta a aplicação computacional, no entanto a RASE não avalia a qualidade da informação como um produto que será utilizado, necessitando de uma avaliação complementar como a casa da qualidade (HOQ), ambas ferramentas serão usadas no presente estudo de caso.

Para tanto, foram seguidos os passos da pesquisa, os quais estão apresentados na Figura 6. Os números apresentados dentro das caixas do fluxograma se referem aos itens onde estão desenvolvidos no texto.

O foco desta pesquisa está pautado estruturalmente em três momentos essenciais, sendo a primeiro a aplicação da casa da qualidade sobre o questionário

de pesquisa, o segundo a aplicação da metodologia RASE e o terceiro a análise computacional sobre modelos de teste

3.2.1 Busca por uma prefeitura para o entendimento do problema da pesquisa

A escolha pelo município de Itajaí se deu pela facilidade de acesso à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação de Itajaí, responsável pela aprovação de projetos de edificações, e pelo interesse desta na concretude da pesquisa, manifestada na Declaração da Instituição - Resolução CNS 510/16 (Anexo A).

A cidade de Itajaí está no seletor grupo de municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes, os quais correspondem a 326 municípios dos 5570 municípios existentes, pouco mais de 5%. Quando da publicação da Lei nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade, que estabeleceu a obrigatoriedade de se ter plano diretor às cidades com mais de 20 mil habitantes (Art. 41, Inciso I), Itajaí tinha 150.804 mil e já possuía um Plano Diretor de 1971, a Lei nº 1.133, de 26 de novembro de 1971 - O Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Itajaí.

Segundo o IBGE⁷ (2021), dos 5570 municípios, o Brasil tem 1.800 cidades com mais de 20 mil habitantes, que obrigatoriamente deveriam ter planos diretores por esse requisito. Em 2001, quando o Estatuto da Cidade foi publicado, 1.504 municípios tinham essa mesma obrigatoriedade, dentre os 5.560 existentes à época.

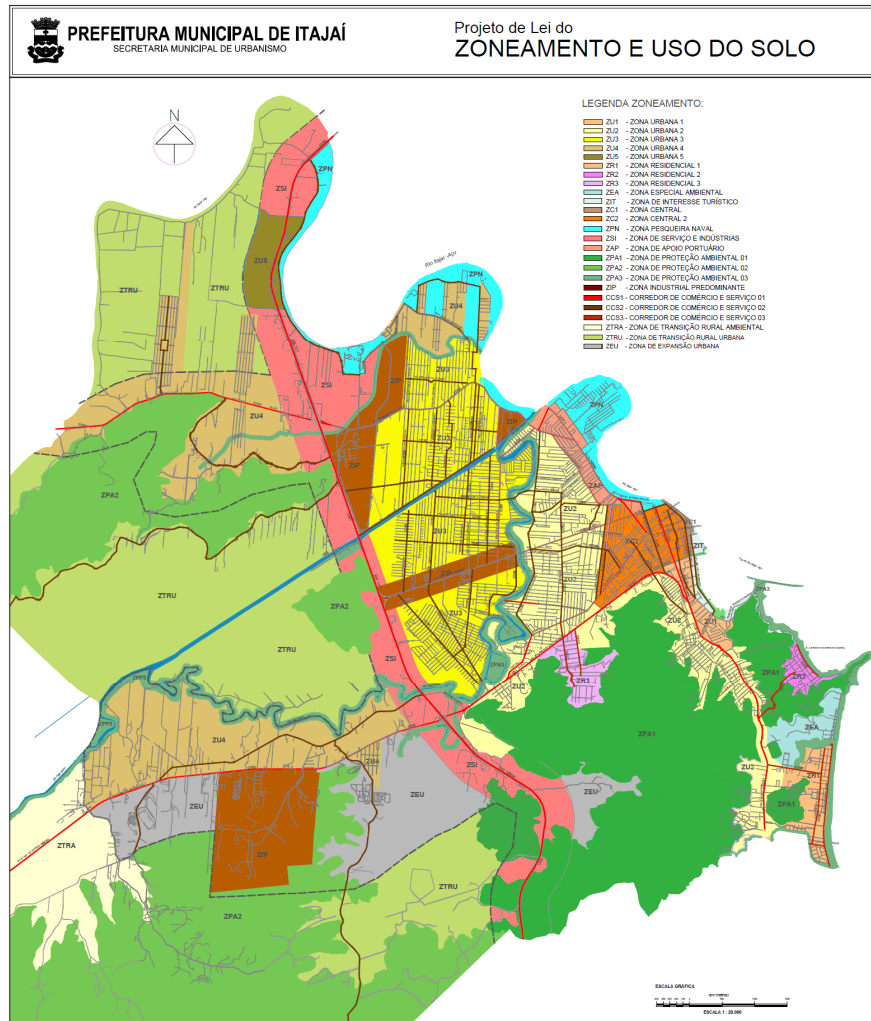
A escolha pela área zona urbana 3 – ZU3 se deu pela sua abrangência em relação às demais áreas de zoneamento de Itajaí, sendo uma das maiores áreas urbanas para construção de edificação unifamiliar e multifamiliar, conforme a Figura 9. A ZU3 está delimitada no Art. 34 da Lei Complementar nº 215/2012, estando localizada na “Área localizada entre a BR-101 e o Rio Itajaí-Mirim, seus usos e parâmetros construtivos ficam definidos de acordo tabela de Zoneamento e Uso do Solo, anexos I e II.”

Na Figura 10 está o Anexo II da Lei Complementar nº 215/2012, que trata dos parâmetros de zoneamento e uso do solo.

7

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>

Figura 9 – Zoneamento e uso do solo de Itajaí.



Fonte: Anexo I da Lei Complementar nº 215/2012 que Institui Normas para o Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo no Município de Itajaí.

Figura 10 – Zoneamento e uso do solo de Itajaí – Parâmetros de zoneamento e uso do solo

ANEXO II - TABELA A - PARÂMETROS DE ZONEAMENTO E USO DO SOLO / LEI

ZONAS		ZU1	ZU2	ZU3	ZC2	ZC1	ZU4	ZU5	ZIP	ZPN	ZAP	ZSI	ZIT	ZPA1	ZPA2	ZPA3	ZTRU	ZTRA	ZR	ZEU	
USOS	PERMITIDOS	H	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1	-	-	1	1	1	1	1	-	1-2	1-2	1-2	1-2	
		CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO
		CS	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2-3	1-2	1-2	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2	1	1	-	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
	PERMISSÍVEIS	I	1	1	1	1	1	1	1-2	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1-2-3-4	1	1	1	-	-	-	1-2	1-2
		H	-	-	-	-	-	-	2	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		CS	3-E	3-E	3-E	3-E	E	3-E	3-4-E	E	E	E	E	3-E	2-E	E	E	4-CSA	4-CSA	4-CSA	4-CSA
ALTURA MÁXIMA 2*	LARGURA DA VIA (m)	Até 8,00	4 pavimentos				5 PAVIMENTOS / 20,00m(1*)				02 PAVIMENTOS				6 pav.						
		8,01 até 9,99	2,5 x largura da via																		
		10,00 até 12,00	4,5 x largura da via																		
		12,01 até 15,00	6 x largura da via																		
		> 15,00	7 x largura da via																		
ALTURA MÁXIMA EMBASAMENTO		16,40	12,80	16,40					12,80				02 PAVIMENTOS				12,80				
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO		4,5	3,5	3	4,5	3,5					2				0,5	1,5	2				
TAXA DE OCUPAÇÃO	EMBASAMENTO	80%								60%				20%	60%	80%					
	TORRE	60%												-							
TAXA DE PERMEABILIDADE		10%												20%	10%	10%					
RECUO FRONTAL EMBASAMENTO		3,00												5,00							
RECUO FRONTAL DA TORRE	LARGURA DA VIA (m)	Até 8,00	3,00																		
		8,01 até 10,00	5,00																		
		10,01 até 12,00	6,00																		
		12,01 até 15,00	7,00																		
		> 15,00	10,00																		
RECUO LATERAL FUNDOS (m)	TORRE	Até 4 pav.	2,00				2,00														
		05 pav. até 8 pav.	2,50				2,50														
		09 pav. até 12 pav.	3,00																		
		13 pav. até 16 pav.	3,50																		
		17 pav. até 20 pav.	4,70																		
		acima de 20 pav.	5,50																		
EMBASAMENTO		zero até 16,40	zero até 12,80	zero até 16,40					zero até 12,80				zero até 2 pav.	2,00	2,00	zero até 12,80					
LOTE	TESTADA	12								15				20							
	PROFUNDIDADE	25								30				50							
	ÁREA (m²)	300								500				2000							

1* Na ZPN e ZAP nas áreas de aproximação do aeroporto a altura máxima será de 20,00 metros
2* Ao norte da Av. Adolfo Konder e Heitor Liberato e Rua Silva a Altura Máxima é de 55,00m
* No térreo com altura de 6,20m com mezanino, o mezanino não é considerado pavimento.

Fonte: Anexo II da Lei Complementar nº 215/2012 que Institui Normas para o Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo no Município de Itajaí.

3.2.2 Levantamento da legislação municipal - Código da Construção

A proposta metodológica deste trabalho foi aplicada ao conjunto de leis municipais que regulam o uso e a ocupação do solo, também classificada com um “código de construção”, mais especificamente do município Catarinense de Itajaí. Entretanto a proposta pode se generalizar para qualquer tipo de códigos sejam jurídicos e/ou normativos aplicados em projetos da construção civil, aqui classificados como um “código de construção”.

Sendo elas:

Lei nº 2763, de 26 de outubro de 1992, que institui o Código de Obras do Município de Itajaí, e dá outras providências.

Lei Complementar nº 94, de 22 de dezembro de 2006, que institui o Plano Diretor de Gestão e Desenvolvimento Territorial de Itajaí.

Lei Complementar nº 215, de 31 de dezembro de 2012, que institui Normas para o Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo no Município de Itajaí.

Decreto nº 11.407, de 05 de setembro de 2018, que regulamenta a Lei Complementar nº 215/2012, no que tange aos recuos.

3.3 ANÁLISE DOS ESPECIALISTAS EM DOMÍNIO DE CÓDIGO DA CONSTRUÇÃO

Para que se pudesse obter a informação sobre a necessidade de aprimoramento de termos e parâmetros dos códigos municipais de Itajaí, procedeu-se a aplicação de questionário com especialistas (analistas de projetos) em domínio de código da construção, conforme caracterização dos analista entrevistados que responderam ao questionário (Quadro 1).

A seleção dos especialistas entrevistados (analistas de projetos), nesta pesquisa, está vinculada ao código da construção objeto de pesquisa, neste caso os servidores públicos da Prefeitura Municipal de Itajaí que trabalham na análise dos documentos técnicos de arquitetura de edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares, que são submetidos à análise para aprovação de projetos no Município de Itajaí.

Quadro 1 – Respostas dos analistas da Prefeitura de Itajaí

Pergunta	Analistas				
	1	2	3	4	5
1 - Qual a sua formação profissional?	Arquiteta e Urbanista	Arquiteta e Urbanista	Engenheiro Civil	Engenheiro Civil	Arquiteta e Urbanista
2 - Há quantos anos atua na área de análise de projetos?	12 anos	4 anos	1 ano	1 ano	Menos de 1 ano
3 - Qual a sua função dentro do departamento em que atua?	Analista de Projetos	Analista de projetos	Análise de Projetos Arquitetônicos	Analista	Diretora de Controle Urbano
4 - Qual tipo de projeto você analisa ⁸ ? () Unifamiliar, () Multifamiliar ou () Ambos	Ambos	Ambos	Ambos	Ambos	Ambos
Metadados da plataforma SurveyMonkey - ID de resposta	67718377	67766750	67855878	67876151	67878123

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A escolha pelas edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares foi baseada na sua representatividade nas cidades, sendo as edificações mais

⁸ Para os analistas da Prefeitura de Itajaí.

construídas e por sua vez as que são comumente analisadas. No entanto, muitos dos domínios estudados também são aplicados a outras edificações, com os índices urbanísticos para hotéis, edifícios comerciais etc.

3.3.1 Seleção da amostra e formas de recrutamento

A seleção dos participantes para a pesquisa está diretamente relacionada ao seu objeto, no caso desta pesquisa, ao grupo composto pelos servidores públicos da Prefeitura de Itajaí que analisam os projetos submetidos para obtenção de alvarás de construção, o qual é formado por apenas cinco servidores, sendo que três atuam em tempo integral nas análises de projeto e outros dois atuam por demanda. Como forma de recrutamento desse grupo, foi estabelecido um canal de comunicação com o gestor do setor que ajudou na sensibilização de todos os cinco servidores a participarem da pesquisa e assim ter 100% dos dados coletados do grupo dos analistas.

3.3.2 Procedimentos de pesquisa

O questionário (APÊNDICE B), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) da UFSC, processo CAAE: 54359421.3.0000.0121, parecer número: 5.228.903 foi formatado na plataforma do site da *SurveyMonkey*⁹, para facilitar o preenchimento do questionário por parte dos analistas, os quais receberam um link para o seu preenchimento, contendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o próprio questionário. Os dados levantados serão guardados e armazenados na conta pessoal do pesquisador no Google Drive, e estes dados serão tratados de forma anonimizada, conforme a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais.

A presente pesquisa contou com a aprovação e apoio institucional do Secretário Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação de Itajaí, conforme Declaração da Instituição - Resolução CNS 510/16 (Anexo A).

⁹ <https://pt.surveymonkey.com/dashboard/>

Como mencionado a pesquisa está aprovada pelo comitê de ética da UFSC (ANEXO B – Parecer consubstanciado do CEPESH), conforme tramites no site da plataformabrasil (<https://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>).

4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Neste capítulo será apresentado como o modelo proposto foi aplicado e seus resultados. Primeiramente foi desenvolvido um questionário para avaliar a qualidade informacional dos domínios presentes no código da construção civil objeto do estudo, com a participação dos analistas da prefeitura responsáveis pela aprovação de projetos. Com os resultados levantados com a aplicação da HOQ (questionário e matriz), eles foram classificados pelos domínios com a maior probabilidade de ocorrência de erro e baixa qualidade informacional, bem como os domínios com os mais baixas probabilidade de ocorrência de erros e boa qualidade informacional. Os domínios selecionados foram analisados sobre a lógica da metodologia RASE que posteriormente foram usados para construção das regras de análise de conformidade que foram aplicadas nos modelos BIM que serviram como protótipos de teste.

4.1 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO – HOQ

A pesquisa foi dividida em 2 partes e 6 perguntas e foi aplicada aos profissionais da prefeitura de Itajaí que analisam os projetos de edificações para obtenção do alvará de construção (vide APÊNDICE B para visualizar o questionário).

Na primeira parte estão as perguntas de 1 a 4, apresentadas na Figura 11, com o objetivo de caracterizar os analistas que responderam o questionário da casa da qualidade (HOQ).

Figura 11 – Parte do Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí – APÊNDICE B

Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí

Legislação vigente no Município de Itajaí referente ao uso e ocupação do solo e ato administrativo de aprovação de projeto:

Lei Complementar nº 215, de 31 de dezembro de 2012 - Institui normas para o Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo no Município de Itajaí.

Lei Complementar nº 94, de 22 de dezembro de 2006 - Institui o Plano Diretor de Gestão e Desenvolvimento Territorial De Itajaí.

Lei nº 2763, de 26 de outubro de 1992 - Institui o Código de Obras do Município de Itajaí, e dá outras providências.

Parte 1

Pergunta 1: qual a sua formação profissional?

Pergunta 2: a quantos anos atua na área de análise de projetos?

Pergunta 3: qual a sua função dentro do departamento em que atua?

Pergunta 4: qual tipo de projeto você analisa? () Unifamiliar, () Multifamiliar ou () Ambos.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

As perguntas 5 e 6 (Figura 12) foram aplicadas para 173 domínios (termos ou requisitos) da legislação objeto do estudo, separados por grupos, sendo estes: “índices urbanísticos ou relações”; “distância, comprimentos, larguras, limites ou diâmetros”; “alturas”; “compartimento”; “ambientes, espaços ou local”; “objetos ou elementos” e “materiais”; conforme Figura 13 (Matriz 1).

Figura 12 – Parte do Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí – APÊNDICE B

Parte 2

As perguntas 5 e 6 serão respondidas juntas

Pergunta 5: Considerando a Legislação vigente no Município de Itajaí, referente ao ato administrativo de aprovação de projeto na Zona Urbana 3 (ZU3) para os tipos Habitação unifamiliar (H1) e Habitação multifamiliar (H2), assinale com um "X" uma das opções de probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação abaixo listados.

Opções de probabilidade percebida para ocorrência de erros em projeto:

- = 0% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto;
- < 0% ≤ 33,33% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto;
- < 33,33% ≤ 66,67% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto;
- < 66,67% < 100% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto.
- = 100% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto.

Pergunta 6: Considerando a sua resposta na Pergunta 5, relacionada a probabilidade de ocorrência de erros em projeto, indique um número da escala abaixo, para aos atributos da qualidade (Completeness, Compreensibilidade e Facilidade de uso) para sua relação com a ocorrências de erros em projeto.

- 0 – Sem relação com a ocorrência de erros em projeto;
- 1 – Pouca relação com a ocorrência de erros em projeto;
- 3 – Média relação com a ocorrência de erros em projeto;
- 9 – Muita relação com a ocorrência de erros em projeto.

Significado dos atributos da qualidade:

- Completeness** - A informação contém todos os dados importantes?
- Compreensibilidade** - Esta informação é de fácil compreensão por aqueles que dela necessitarão?
- Facilidade de uso** - Esta informação é fácil de ser usada?

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

4.2 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A pesquisa foi realizada através de questionários/formulários formatada na plataforma do site da *SurveyMonkey*, onde o link gerado foi encaminhado via e-mail para o responsável pelo setor de análise que o encaminhou para os analistas também por e-mail.

O responsável pelo setor de análise de projetos foi quem intermediou a comunicação com os seus colaboradores, com o objetivo de garantir que todos os itens do questionário fossem respondidos.

A plataforma *SurveyMonkey* atribuiu, para o conjunto de opções das perguntas 5 e 6, números de 1 a 5 para a pergunta 5, onde a opção de "0%"

correspondia ao resultado “1”, a opção de “ $< 0\% \leq 33,33\%$ ” correspondia ao resultado “2” até o resultado “5” para a opção “=100%”. Esta conversão também se deu para as opções da pergunta 6, onde a opção “0” correspondia ao resultado “1” até o resultado “4” para a opção “9”, conforme Figura 13 (Matriz 1).

Os dados brutos foram tratados para possibilitar a definição de um valor médio para facilitar a interpretação e análise dos dados.

4.3 TRATAMENTO DOS DOMÍNIOS – HOQ

Os dados levantados com as perguntas 1, 2, 3 e 4 estão apresentados no Quadro 1 apenas para caracterizar o perfil dos analistas, no tópico 3.3.

Os dados levantados com a pergunta 5 foram convertidos para o valor do meio de cada faixa de opção de probabilidade percebida de erro, os quais foram relacionados aos resultados atribuídos pela plataforma *SurveyMonkey* na apresentação dos resultados, conforme Figura 13 (Matriz 1).

Com a conversão dos resultados fornecidos pela plataforma *SurveyMonkey* para os valores do meio da faixa das opções da Pergunta 5, estes foram somados e divididos por 5 (número de analistas da prefeitura), para obtenção da média de probabilidade percebida de erro.

Para os resultados da Pergunta 6, o mesmo procedimento de conversão dos resultados fornecidos pela plataforma *SurveyMonkey* para os valores das opções da Pergunta 6, os quais foram somados e divididos por 5 (número de analistas da prefeitura), para obtenção da média da qualidade da informação, conforme Quadro 25 do APÊNDICE D.

Figura 13 – Matriz 1: Exemplo dos resultados da probabilidade percebida de ocorrência de erros em projeto sobre os domínios (termos ou requisitos) da legislação e os atributos da qualidade mais relevantes

Termos ou Requisitos	Analista 1																Termos ou Requisitos	Analista n															
	Probabilidade de Erro					Atributos da qualidade Pergunta 5 e 6												Probabilidade de Erro					Atributos da qualidade Pergunta 5 e 6										
						Compleitude			Compreensividade				Facilidade de uso										Compleitude			Compreensividade				Facilidade de uso			
	Referência do SurveyMonkey					Referência do SurveyMonkey												Referência do SurveyMonkey					Referência do SurveyMonkey										
1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Termo 1																																	
Coefficiente-leito			x					x				x				x				x						x			x				x
1º Quarto		x					x					x				x		x					x				x			x			
Termo n																																	

Probabilidade percebida de ocorrência de erros em projetos pelos analista para a lista de termos ou requisitos			Qualidade dos termos ou requisitos em relação a ocorrência de erros em projeto	
Faixa para probabilidade percebida perguntada aos analistas	Meio da faixa de probabilidade para cálculo da média da probabilidade percebida pelo grupo de analistas	Referência numérica definida pelo SurveyMonkey para a seleção da opção	Escala:	Referência numérica definida pelo SurveyMonkey para a seleção da opção
= 0,00%	0,00%	1		
< 0% ≤ 33,33%	16,67%	2	0 – Sem relação	1
< 33,33% ≤ 66,67%	50,00%	3	1 – Pouca relação	2
< 66,67% < 100%	83,33%	4	3 – Média relação	3
= 100,00%	100,00%	5	9 – Muita relação	4

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

4.4 CLASSIFICAÇÃO DOS DOMÍNIOS – HOQ

Entre os 173 domínios presentes na lista da pesquisa apenas os que apresentaram média de probabilidade percebida de erro igual ou maior de 50,00% foram analisados, conforme Quadro 25 do APÊNDICE D.

Outro conjunto de dados analisados, entre os 173 domínios presentes na lista da pesquisa, foram os domínios que apresentaram as melhores médias de qualidade, ou seja, as que tiveram médias menores do que “1,0”, conforme Quadro 26 do APÊNDICE E.

De posse dos dados tratados, foi possível identificar quais domínios (termos ou requisitos) da legislação objeto do estudo (código da construção civil) precisarão de aperfeiçoamentos para minimização de erros nas análises, e principalmente para permitir a modelagem adequada destes termos ou requisitos, de modo que eles sejam facilmente verificados com uso de software de análise sobre os modelos em BIM.

Ao se iniciar a presente pesquisa, tinha-se a expectativa de que os termos ou requisitos (domínios) com as mais alta probabilidade de ocorrência de erros e as mais baixa qualidade informacional seriam os que ter-se-ia dificuldade na aplicação na estrutura da RASE (e conseqüentemente convertidos em regras de análise no Solibri), seriam os encontrados, mas essa ideia não se confirmou, conforme apresentado no Quadro 25. Ao invés disso, os termos com as mais alta probabilidade de ocorrência de erros e as mais baixa qualidade informacional, destacados no Quadro 25 atendiam a lógica da RASE e foram convertidos em regras no Solibri e testados nos modelos BIM como protótipos. Acabou não sendo objeto de estudo a identificação dos domínios que não atenderiam a lógica da RASE, por se entender que seria mais difícil a identificação das possíveis causas que levavam um domínio aderente a RASE e com alta probabilidade de ocorrência de erros e baixa qualidade informacional a serem analisados, ou seja, essa condição cobriria a ideia inicial da pesquisa.

Resumidamente o trabalho está estruturado seguindo as quatro fases propostas por Eastman *et al.* (2009), onde na primeira fase tem-se a “*interpretação e representação lógica de regras*” através dos resultados da pesquisa e estruturação na metodologia RASE com base na qualidade da informação e nos atributos da qualidade; na segunda a “*preparação do modelo de construção*” que serão

desenvolvidos na forma de protótipos para testagem das regras estudadas; a terceira a “*execução da regra*” e pôr fim a geração do “*relatório de verificação de regras*”.

O RASE utiliza os quatro constructos: Requisito, Aplicabilidade, Seleção, Exceção para identificar a essência do código de construção a partir do texto real do código. Cada um desses quatro constructos tem atributos como uma propriedade, um comparador e um valor-alvo com uma unidade. Os construtos são definidos como:

Requisito: definindo a condição que deve ser satisfeita por um ou mais aspectos de um edifício – (identificado na cor **azul**);

Aplicabilidade: definindo a qual aspecto do edifício os requisitos se aplicam – (identificado na cor **verde**);

Seleção: indicando condições se a regra for para casos especificados entre os elementos aplicáveis – (identificado na cor **vermelho**);

Exceção: identificando as condições sob as quais a verificação não é aplicável aos elementos de construção – (identificado na cor **amarelo**).

4.5 ANÁLISE DOS DOMÍNIOS SELECIONADOS MAIOR PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE ERROS

A análise dos termos ou requisitos com maior probabilidade de ocorrência de erros percebida pelos analistas da prefeitura, extraídos do Quadro 26 do APÊNDICE E, que tiveram média de probabilidade de erro maiores ou iguais a 50,0%, está explicitada no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Domínios (termos ou requisitos) cuja média de probabilidade de erro é maior ou igual a 50,0%

Termos ou Requisitos (Domínios)	Probabilidade de Erro	Compleitude	Compreensividade	Facilidade de uso	Média da qualidade
Coeficiente-leito	63,3	4,2	4,2	3,8	4,1
Coeficiente de aproveitamento	53,3	2,4	3,2	3,2	2,9
Número máximo pavimentos	50,0	1,8	1,6	1,8	1,7
Taxa de ocupação do embasamento	50,0	3,8	3,8	3,2	3,6
Taxa de ocupação	50,0	3,2	3,2	3,2	3,2

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Os domínios mais relevantes em termos probabilidade de erro serão discutidos mais detalhadamente a seguir.

4.5.1 Domínio “coeficiente-leito”

Com a indicação dos constructos da metodologia RASE (indicação por cores) pode-se afirmar que o termo “coeficiente-leito” (Quadro 27 do APÊNDICE F) possui os elementos necessários para uma aplicação computacional, ou seja, ele apresenta uma aplicação e o seu requisito. No entanto, ele está relacionado aos termos “casas populares” e “residências isoladas”, condicionando que se for menor ou igual a $10\text{m}^2/\text{n}^\circ$ de leito é “casas populares”, enquanto se for maior que $10\text{m}^2/\text{n}^\circ$ de leito é “residências isoladas”. Nesse sentido, também é possível indiretamente identificar que os termos “casas populares” e “residências isoladas” têm aplicação computacional segundo a metodologia RASE.

Um fato importante gerado pela análise da casa da qualidade para o termo “coeficiente-leito” está nos termos a ele vinculados, como “casas populares”, “residências isoladas”, “leito” e “área total de cada moradia”. Esses termos não estavam na lista de termos do questionário respondido pelos analistas, revelando que, com a aplicação da casa da qualidade, é possível indiretamente chegar a termos que não tinham sido analisados e que podem estar relacionados à baixa qualidade da informação identificada nos termos analisados, neste caso, “coeficiente-leito”.

Sobre os termos “casas populares” e “residências isoladas”, pode-se dizer que eles apresentam uma definição na legislação que, como já mencionado, está aderente à metodologia RASE. Já o termo “leito” não está definido em nenhuma das legislações pesquisadas, gerando dúvidas sobre o que significa “leito”. Porém, segundo o dicionário escolar da Língua Portuguesa¹⁰, significa “móvel em que se deita para repousar ou dormir; a própria cama.” Considerando que esse seja o entendimento, o termo “leito” pode se referir à contagem do objeto cama.

O termo “área total de cada moradia”, apesar de não ter uma definição na legislação, está relacionado ao termo “área construída ou de construção”, que é definido como a área total de todos os pavimentos de um **edifício**, inclusive o espaço

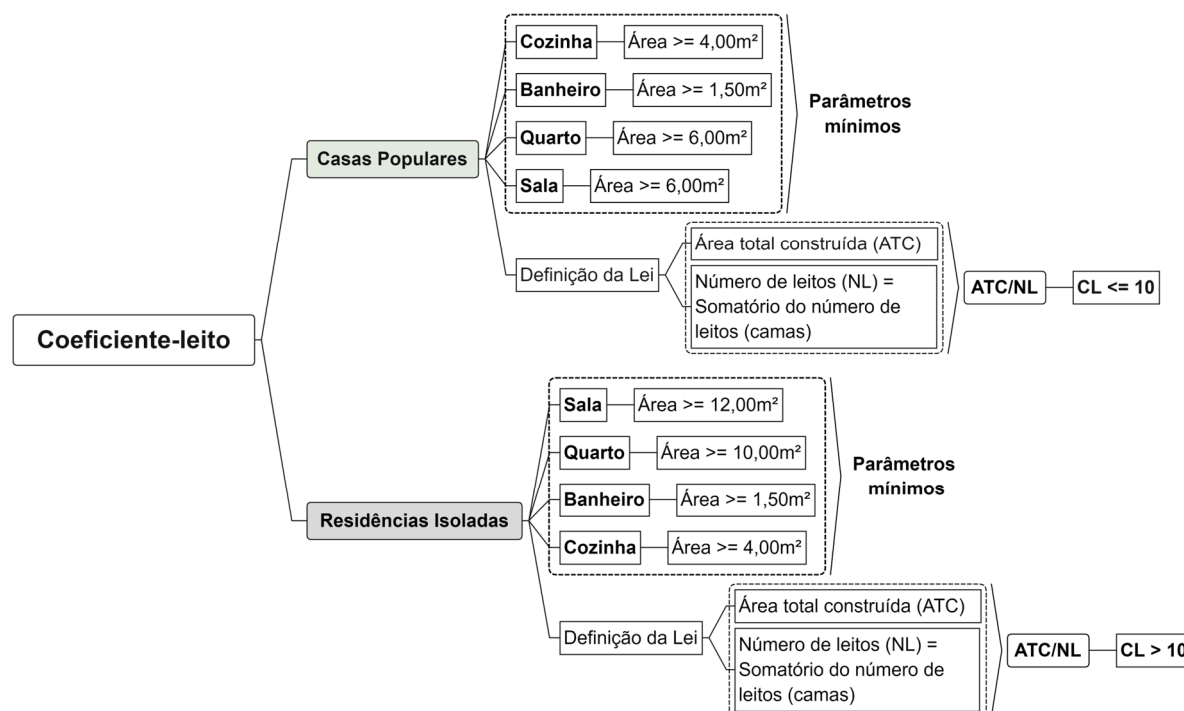
¹⁰ Academia. (2008). Dicionário escolar da língua portuguesa. Companhia Editora Nacional.

ocupado pelas paredes (inciso 12 do Art. 1º do Código de obras). Ou seja, o termo “área total de cada moradia”, se for seguida a definição de “área construída ou de construção”, também seria uma condição fácil de ser levantada computacionalmente. O termo “área construída” está na lista de termos do questionário respondido pelos analistas e apresentou uma probabilidade de erro de 23,3% e média de qualidade da informação de 3,1, que se traduz em baixa qualidade.

A aplicação da casa da qualidade no caso do termo “coeficiente-leito” revela que a metodologia RASE aplicada isoladamente sobre códigos não eliminará a ocorrência de erros em projetos, já que computacionalmente é possível levantar sobre um modelo BIM as condições para o atendimento da legislação. A metodologia da casa da qualidade associada à metodologia RASE se revelou um método mais completo para a melhoria da redação dos códigos, não só sobre o aspecto computacional, mas também sobre a qualidade da informação como um produto a ser usado pelos usuários.

Como o “coeficiente leito” delimita o que é uma casa popular e uma residência isolada (Figura 14) — sendo o valor para casa popular menor ou igual a 10, e para residências isoladas maior que 10 —, para uma edificação com um quarto (para duas pessoas = dois leitos) utilizou-se, no Solibri Model Checker, apenas as relações de que, para ser uma “casas populares” de um “quarto” para duas pessoas, ela precisa ter área máxima de construção menor ou igual a 20,00m², enquanto que para ser uma residências isoladas, ela precisa ter mais de 20,00m² de “área de construção”.

Figura 14 – Relação de domínios da legislação estudada com o termo de maior probabilidade percebida de ocorrência de erro – Coeficiente-leito



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

4.5.2 Domínio “coeficiente de aproveitamento”

Os resultados da pesquisa para o termo “coeficiente de aproveitamento” foram de 53,3% para probabilidade de erro percebida (Quadro 27 do APÊNDICE F), o segundo maior valor, e de 2,9 para média da qualidade da informação, caracterizando uma qualidade intermediária. Ou seja, o termo “coeficiente de aproveitamento” tem uma qualidade informacional que não justificaria uma probabilidade de erro de 53,3%. Além disso, assim como o termo “coeficiente-leito”, o termo “coeficiente de aproveitamento” possui os elementos necessários para uma aplicação computacional, pois ele é definido na legislação como: “**Coeficiente de aproveitamento do lote é o número pelo qual se deve multiplicar a área do lote, para se obter a área máxima de construção nesse lote.**” Esse número está definido no Anexo II – Tabela A da Lei Complementar nº 215/2012, sendo o valor para a zona de estudo (ZU3) de 3 (três).

O termo “coeficiente de aproveitamento do lote” é um valor utilizado pelos projetistas para determinar a “área máxima de construção nesse lote”, porém, os analistas, ao estudarem os projetos, dividem o valor da área construída (área total

construída menos o somatório das áreas não computadas) pela área do lote, devendo ser o resultado menor ou igual ao valor definido no Anexo II – Tabela A. Partindo dessa lógica, pode-se definir o termo “coeficiente de aproveitamento” da seguinte forma: o coeficiente de aproveitamento é a relação entre a área construída, descontadas as áreas não computadas previstas em lei, e a área do lote. Independentemente da forma de se definir o termo “coeficiente de aproveitamento”, é possível demonstrar que ele é um termo verificável computacionalmente com as informações extraídas do modelo, ou seja, a metodologia RASE foi facilmente aplicada ao termo “coeficiente de aproveitamento”.

O “coeficiente de aproveitamento” está relacionado aos termos “lote”, “área do lote” e “área máxima de construção”, que não estavam na lista de termos do questionário respondido pelos analistas, revelando que com a aplicação da casa da qualidade é possível chegar indiretamente a termos que não tinham sido analisados e que podem estar relacionados à baixa qualidade da informação identificada nos termos analisados, já que o termo é aplicável no RASE, apresentando uma alta probabilidade de erro e média qualidade informacional.

Analisando individualmente cada termo associado ao “coeficiente de aproveitamento”, o termo “lote” está definido no inciso XXVII do Art. 12 da Lei Complementar nº 215/2012 (parcelamento do solo), como sendo “lote: é o terreno resultante de loteamento, desmembramento ou englobamento para fins urbanos, com pelo menos uma divisa com logradouro público”. Ele também aparece no Anexo II – Tabela A (Lei Complementar nº 215/2012) com os parâmetros mínimos para “testada”, “profundidade” e “área”. Esta definição para “lote” é jurídica, entretanto, pode-se propor complementar a essa definição uma parametrizável relacionada à Tabela A, onde são comparadas as medidas mínimas da “testada”, da “profundidade” e da “área” com os mesmos parâmetros do modelo do lote.

Para o termo “área do lote”, não foi identificada nenhuma definição nas leis analisadas neste estudo, no entanto, o termo “área do lote” está associado textualmente aos termos “coeficiente de aproveitamento”, “lote mínimo”, “taxa de ocupação”, “taxa de permeabilidade” e “taxa de ocupação dos lotes”, na Lei Complementar nº 215/2012 (parcelamento do solo). Já no Código de obras Art. 126 inciso XVII, o termo “área do lote” está presente na frase: “terem locais para

estacionamento, carga, descarga e manobra de veículos, dentro da **área do lote**, definidos na Tabela V”.

O termo “área máxima de construção” está indiretamente definido no conceito de “coeficiente de aproveitamento”, já que a “área máxima de construção” é o resultado da multiplicação da “área do lote” pelo valor do “coeficiente de aproveitamento” definido no zoneamento. Além disso, o termo “área máxima de construção” está relacionado aos termos “área construída”, “área de construção” e “área construída ou de construção”.

Por sua vez, o termo “área construída” está na lista de termos da pesquisa, e apresentou 23,3% de probabilidade de erro e 3,1 de média de qualidade da informação (baixa). Ele está definido no inciso IV do art. 12 (lei de zoneamento) como “área construída: é a soma da área coberta de todos os pavimentos de uma edificação, excetuando-se as áreas definidas no Código de Obras e Edificações”.

O termo “área de construção” está na lista de termos da pesquisa, apresentando 23,3% de probabilidade de erro e 3,1 de média de qualidade da informação (baixa). Ele aparece no inciso 17 do art. 1º da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras) na definição do termo “área útil”, sendo este definido como: “área útil: **área de construção** ou de lote, destinada a determinado uso específico, **não compreendendo o espaço ocupado pelas paredes**”.

Entretanto, o termo, ou melhor, a expressão “área construída ou de construção” não foi listada na pesquisa dessa forma, mas sim separada como “área construída” e “área de construção”. A expressão está definida no inciso 17 do art. 1º da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras) como a “área construída ou de construção: **área total** de todos os pavimentos de um **edifício, inclusive o espaço ocupado pelas paredes**”.

4.5.3 Domínio “número máximo pavimentos”

No Quadro 27 do APÊNDICE F, o termo “número máximo de pavimento” e não “**número máximo pavimento**”, como está escrito no artigo 11 da Lei nº 215/2012, apresentou 50,0% de probabilidade de erro e média de qualidade da informação de 1,7 (boa qualidade), no entanto, não há uma definição conceitual na legislação, apesar de aparecer no Anexo II - Tabela A da Lei nº 215/2012. Na Tabela A, está definido

que para as vias com largura de até 8 m, as zonas ZU1, ZU2, ZU3 e ZC2 terão no máximo 4 pavimentos (térreo + 3 pavimentos); as zonas ZC1, ZU4, ZU5, ZIP, ZPN, ZAP e ZSI terão 5 pavimentos; as zonas ZIT, ZPA1, ZPA2, ZPA3, ZTRU, ZTRA e ZR terão 2 pavimentos e a zona ZEU terá 6 pavimentos. Ou seja, o número máximo de pavimentos irá determinar a altura máxima da edificação para as vias com largura (gabarito) de até 8 m.

Analisando o termo “**número máximo pavimento**” para o RASE aplicado apenas à Tabela A do Anexo II da Lei nº 215/2012, ele poderia ser escrito como sendo: **o número máximo de pavimentos deve ser de 4 para as vias com até 8m de largura nas zonas ZU1, ZU2, ZU3 e ZC2, de 5 pavimentos nas zonas ZC1, ZU4, ZU5, ZIP, ZPN, ZAP e ZSI, de 2 pavimentos nas zonas ZIT, ZPA1, ZPA2, ZPA3, ZTRU, ZTRA e ZR e 6 pavimentos para a zona ZEU.** Com essa descrição, o termo “**número máximo pavimento**” poderia ser aplicado computacionalmente.

No entanto, o **número máximo de pavimentos** aparece no § 3º do art. 70 da Lei nº 215/2012 da seguinte forma: “para efeito do **cálculo do número máximo de pavimentos**, a distância máxima entre os pisos é fixada em 3,60 m (três metros e sessenta centímetros), com exceção do pavimento térreo, que poderá ter a altura máxima de 6,20 m (seis metros e vinte centímetros)”. Complementar ao § 3º do art. 70, o § 4º traz a seguinte orientação: “quando ocorrerem, entre os pisos, alturas maiores que as referidas neste artigo, a soma dos excessos será considerada como um ou mais pavimentos, de acordo com o valor obtido”. Ou seja, a legislação flexibiliza a distância máxima entre **os pisos**, permitindo que alguns pavimentos tenham distância entre pisos maior do que 6,20 m para o térreo e 3,6 m para os demais pavimentos, desde que seja mantida a altura máxima da edificação. Entretanto, essa é uma interpretação que não faz muito sentido quando se atribui um valor como máximo, no caso para o termo “distância máxima entre **os pisos**”, ou seja, não existe um valor máximo e sim um valor médio para a distância entre pisos.

Reescrevendo uma nova definição usando o RASE para o “**número máximo pavimento**” e “**altura máxima da edificação**” e usando a interpretação dada acima para os § 3º e §4º do art. 70, tem-se a seguinte definição: o “**número máximo pavimento**” e a “**altura máxima da edificação**”, devem ser — **para as vias com até 8m de largura, e considerando a distância entre piso do térreo de 6,20 m e dos demais pavimentos de 3,60 m — nas zonas ZU1, ZU2, ZU3 e ZC2, de 4 e de 17,00 m**

respectivamente; nas zonas ZC1, ZU4, ZU5, ZIP, ZPN, ZAP e ZSI, de 5 e de 20,60 m respectivamente; nas zonas ZIT, ZPA1, ZPA2, ZPA3, ZTRU, ZTRA e ZR, de 2 e de 9,80 m respectivamente; e na zona ZEU, de 6 e de 24,20 m respectivamente.

Um ponto importante percebido na análise do termo “**número máximo pavimento**” é o fato de ele deixar de existir nas vias com largura maior do que 8,00m nas zonas ZU1, ZU2, ZU3 e ZC2, passando a existir apenas a definição de “**altura máxima da edificação**”, que é determinada pela multiplicação de um fator pela largura da via, sendo a **altura máxima da edificação** de 2,5 multiplicado pelas vias de larguras entre 8,01 até 9,99 m (20,025 m até 24,975 m); de 4,5 multiplicado pelas vias de larguras entre 10,00 até 12,00 m (45,00 m até 54,00 m); de 6 multiplicado pelas vias de larguras entre 12,01 até 15,00 m (72,06 m até 90,00 m); e de 7 multiplicado pelas vias de larguras maiores de 15,00 m (maiores do que 105,07 m).

Assim como o “**número máximo de pavimento**” possui uma probabilidade alta de erro de 50,0%, o termo “**altura máxima da edificação**” apresentou uma probabilidade também alta, ainda que menor, de 36,7%, e uma média de qualidade da informação baixa de 3,7. Ou seja, apesar de a probabilidade de erro ser menor para a “**altura máxima da edificação**”, a sua qualidade da informação é bem mais baixa, caracterizando a necessidade de serem avaliadas conjuntamente, já que elas estão relacionadas.

Analisando o termo “**altura máxima da edificação**”, foi observado que ele é citado apenas no art. 75 da Lei nº 215/2012, da seguinte forma “nos terrenos de esquina ou com duas frentes, a **altura máxima da edificação** será pelo índice de maior **altura**”. Ou seja, não há uma definição clara do termo, no entanto, ele tem quatro sinônimos ou relações com termos que se assemelham a sua ideia geral, sendo o primeiro o termo “**altura da edificação**”, que está definido no art. 70 da Lei nº 215/2012 como: “a **altura das edificações**, dependendo **das zonas e das vias em que estiverem localizadas**, não poderá ultrapassar o número máximo de pavimentos definidos nas tabelas em anexo desta lei”, e no § 1º do referido artigo, como: “a **altura** é medida a partir do nível do meio fio de cota mais baixa, até o ponto mais elevado da edificação (cumeeira ou nível superior da platibanda), não sendo computadas as casas de máquinas, instalações de condicionamento de ar, chaminés e demais instalações implantadas na cobertura, além do ático.”

O segundo termo que se assemelha à ideia geral de “**altura máxima da edificação**” é “**altura máxima**”, que está definido no inciso II do art. 12 da Lei nº 215/2012 conforme se segue: “a **dimensão vertical máxima da edificação**, expressa **respectivamente em quantidade de pavimentos** (torre) e metros (**altura da cumeeira ou do embasamento**), medidos de seu **ponto mais alto** até o nível do **ponto médio do alinhamento frontal do lote**”. O termo “altura máxima” não estava na lista de termos pesquisados.

O terceiro termo é “altura=h”, que está definido no inciso XXIII do art. 12 da Lei nº 215/2012 como sendo a “altura **medida** entre a **cota mais baixa do passeio** e o **piso do último pavimento**”. O termo “altura=h” também não estava na lista de termos pesquisados.

Por fim, o quarto termo, “gabarito”, é definido no inciso 39 do art. 1 do Código de Obras (Lei nº 2763/1992) como sendo a “medida que limita ou determina a largura de logradouros e altura de edificações”. Na pesquisa sobre a qualidade da informação, o termo “gabarito” foi dividido em “gabarito – altura de edificação” e “gabarito – largura de logradouro”, que apresentam respectivamente probabilidade de erro de 33,3% (alta) e 10,0% (baixa), assim como média da qualidade da informação de 1,8 e 0,6 (boa qualidade) respectivamente. Ou seja, “gabarito – altura de edificação” tem uma alta probabilidade de erro, apesar de ter uma boa qualidade da informação associada à completude, compreensividade e facilidade de uso.

Como base nesses elementos trazidos para a análise do termo “**altura máxima da edificação**” é possível apontar algumas incoerências, sendo a mais importante relacionada a referências inferiores e superiores para se definir a medida da altura da edificação. Para o termo “**altura da edificação**”, a referência inferior é o “**nível do meio fio de cota mais baixa**”; para o termo “**altura máxima**”, a referência inferior é o “**nível do ponto médio do alinhamento frontal do lote**”; para o termo “**altura=h**”, a referência inferior é a “**cota mais baixa do passeio**”. Outra incoerência, não menos importante está relacionada à referência superior para se definir a medida da altura da edificação, nesse sentido, para o termo “**altura da edificação**” a referência superior é o “**ponto mais elevado da edificação (cumeeira ou nível superior da platibanda)**”; para o termo “**altura máxima**”, a referência superior é o “**ponto mais alto**”; para o termo “**altura=h**”, a referência superior é o “**piso do último pavimento**”.

Essas diferenças conceituais na definição das referências para a medida da altura da edificação podem ser a origem ou uma das origens da alta probabilidade de erro associada ao termo “**altura máxima da edificação**”.

A análise dos termos “**número máximo pavimento**” e “**altura máxima da edificação**”, com base nos resultados da casa da qualidade (HOQ), deixa clara a necessidade da sua associação à metodologia RASE como parte importante na revisão de códigos para fins de automação da análise pela conversão dos códigos em regras computacionais de análises, com o objetivo de minimizar ou evitar a ocorrência de erros devido à baixa qualidade informacional presente nos códigos. Ou seja, a mera conversão de códigos para uma estrutura textual para posterior uso computacional de análise não deveria ser realizada em códigos ruins que levam a erros, porque assim seria automatizada a geração de erros.

4.5.4 Domínios “**taxa de ocupação do embasamento**” e “**taxa de ocupação**”

O termo “taxa de ocupação do embasamento”, do Quadro 27 do APÊNDICE F, não tem uma definição exclusiva para si, indo ao encontro da proposta do RASE modificado, onde as repetições sobre um determinado domínio deveriam ser evitadas. Nesse sentido, a definição importante é sobre o termo “taxa de ocupação”, que representa a “**aplicabilidade**”, enquanto que “do embasamento” seria a “**seleção**”.

Os termos “taxa de ocupação” e “embasamento” estão na lista de termos do questionário respondido pelos analistas. Com probabilidade de erro de 50,0% e média de qualidade de 1,7 (uma boa qualidade) para “taxa de ocupação” e probabilidade de erro de 20,0% (baixa) e média de qualidade de 3,1 (baixa qualidade) para “embasamento”. Assim, pode-se dizer que a taxa de ocupação apresenta uma probabilidade alta de ocorrência de erro, mesmo tendo uma boa qualidade da informação. Já o embasamento apresenta uma baixa probabilidade de erro com uma baixa qualidade da informação.

Aplicando a simbologia do RASE sobre a definição encontrada na legislação, temos: **taxa de ocupação** é a relação percentual entre a área da projeção horizontal da edificação e a área do lote.

Além disso, na mesma lei — Lei Complementar nº 215/2012 Código Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo — existe um outro termo sinônimo de “taxa

de ocupação”, que é “taxa de ocupação dos lotes”. A “taxa de ocupação dos lotes” tem a seguinte definição: taxa de ocupação dos lotes entende-se o quociente expresso em percentagem, entre a área ocupada pela projeção vertical de todas as partes edificadas de todos os pavimentos e a área do lote em que estão localizadas.

Parágrafo Único - Não serão computadas, no cálculo da taxa de ocupação do lote, as projeções das seguintes áreas e dependências:
 I - beiral, até 1,20 m (um metro e vinte centímetros);
 II - pérgula;
 III - marquise até 1,20 m (um metro e vinte centímetros);
 IV - pára-sol, brises;
 V - sacadas, balcões e varandas com balanço máximo de 1,20 m (um metro e vinte centímetros);
 VI - elementos decorativos independentes da estrutura da edificação.

Comparando os termos “taxa de ocupação” e “taxa de ocupação dos lotes”, nota-se uma discordância; para “taxa de ocupação” tem-se a frase: “área da projeção horizontal da edificação” e para “taxa de ocupação dos lotes” tem-se a frase: “área ocupada pela projeção vertical de todas as partes edificadas de todos os pavimentos”, ou seja, na primeira é a projeção horizontal e na segunda é a projeção vertical. Essa diferença conceitual deve gerar confusão entre os projetistas novos, que estariam lendo pela primeira vez a legislação, podendo ser uma das causas para alta probabilidade de erros para esses profissionais.

O termo “embasamento” é listado em três artigos na Lei Complementar nº 215/2012 e em seis artigos na Lei Ordinária nº 5859/2011, que trata exclusivamente sobre embasamento. No entanto, o termo embasamento aparece associado aos termos: “taxa de ocupação do embasamento e da torre”, “altura máxima embasamento”, “altura máxima”, “torre” e “corredores de comércio e serviço”. Na Lei Ordinária, ele aparece associado aos termos “habitação multifamiliar” e “altura mínima de pavimento”. Já no código de obras, está associado ao termo “terraço-jardim”.

Analisando o termo “embasamento”, é possível identificar que a metodologia da casa da qualidade acaba por obrigar a avaliação dos termos de domínio contidos no conjunto de códigos analisados, ou seja, a metodologia aponta para a necessidade de se analisar os termos com baixa qualidade dentro do espectro de códigos de um determinado domínio, como o caso dos códigos aplicados ao licenciamento de edificações. Essa necessidade de avaliação de um domínio num determinado conjunto de códigos é apresentada na proposta da RASE modificada, ou RASE

híbrida, propostas por Ilal e Günaydin (2017, p. 45-46), quando eles escrevem sobre as repetições desnecessárias que ocorrem devido à modelagem independente das declarações de regras individuais, criando redundâncias que podem levar a inconsistências quando as definições de conceito ou entidade requerem atualizações.

A casa da qualidade, ao avaliar a qualidade da informação dos domínios (termos ou requisitos) que compõem o código da construção em estudo, aponta e obriga a uma análise mais detalhada dos domínios com baixa qualidade onde estes se apresentam no conjunto de códigos da construção. Usando o embasamento como exemplo, pode-se dizer que apesar de ele apresentar uma baixa probabilidade de erro (20%), apresenta baixa qualidade de informação (3,1). Temos na Lei Complementar nº 215/2012 o seguinte critério: “será medido do nível do **ponto médio do alinhamento frontal do lote** até o seu ponto mais alto (platibanda)”, que se contradiz com o critério: “a altura do embasamento será medida **a partir do nível mais baixo do meio-fio** até a parte superior da cobertura de acordo com os anexos A e B” da Lei Ordinária nº 5859/2011. A casa da qualidade ajudou a revelar as inconsistências presentes nos códigos da construção civil de forma seletiva e objetiva.

4.6 ANÁLISE DOS DOMÍNIOS SELECIONADOS DE MELHOR QUALIDADE INFORMACIONAL

Foram analisados, entre os termos ou requisitos com as melhores médias de qualidade de informação, os termos que apresentaram média inferior a 1,0. A lista contendo esses termos ou requisitos está nos APÊNDICES E e G.

Entre os termos do Quadro 28 do APÊNDICE G estão os especificados na Lei nº 2763/1992 - Código de Obras nas Tabela I, II A/B, III e IV, como os cômodos: Sótão, Vestíbulo, Atelier e 1º Quarto; os parâmetros dos cômodos: Profundidade máxima, Ventilação mínima, Pé-direito e Círculo inscrito diâmetro mínimo; os parâmetros de escada: Largura mínima do degrau e Largura mínima do piso.

4.6.1 Domínios “ambientes da construção”

Entre os cômodos listados no Quadro 28 do APÊNDICE G, o Vestíbulo, o Atelier e o 1º Quarto, apesar de não terem uma definição escrita na legislação, não

tiveram probabilidade alta de erro e nem baixa qualidade da informação, como pode ser levantado no Quadro 26 do APÊNDICE E. Nesses três casos, a falta de definição não impacta a compreensão, e a usabilidade pode estar associada ou a uma definição de senso comum, conhecimento geral, ou à baixa adoção de cômodos, como vestíbulo e atelier em edificações, já que todas as edificações residenciais têm a obrigatoriedade de ter pelo menos um quarto (dormitório).

A ideia da existência de uma definição por senso comum para o termo “quarto” é uma possibilidade plausível, o que justificaria a baixa probabilidade de erro (12,5%) e a boa qualidade da informação (0,8). No entanto, para os termos “vestíbulo” e “atelier”, a baixa probabilidade de erro e a boa qualidade da informação devem ter como possibilidade plausível tanto o senso comum como o fato de não serem cômodos muito utilizados no projeto de edificações residenciais, exceto no caso de “vestíbulo de entrada” para edificações destinadas a hotéis e congêneres, que é uma obrigação, conforme art. 101, inciso IV da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras, Itajaí, 1992).

Apesar da falta de definição expressa na legislação para “vestíbulo, “atelier” e “1º quarto”, existem parâmetros geométricos mínimos atrelados a esses e outros cômodos, que podem ser verificados computacionalmente, como demonstrado no teste no modelo de “residências isoladas” no Solibri Model Checker – SMC.

Sobre a falta de definição, ou melhor, a falta de um glossário, surge a dúvida sobre como definir um cômodo, pois o legislador deveria ater-se a não criar uma definição sem a presença de parâmetros para a verificação computacional. Ou seja, a definição de “quarto”, por exemplo, como: “quarto é o cômodo de permanência prolongada utilizado geralmente para dormir” torna-se impossível de ser verificada computacionalmente, pela falta de parâmetros.

Entretanto, o conceito apresentado demonstra a função do “quarto”, que por sua vez leva à estratégia de se estabelecer parâmetros que caracterizam a função, como por exemplo, um “quarto” é o cômodo de permanência prolongada utilizado geralmente para dormir que deve possuir no mínimo uma “cama” (2C 68 26 18 06), um “criado mudo” (2C 68 26 18 10) e um “guarda-roupas” (2C 68 10 02) (Figura 17). Desta forma, seria possível fazer a verificação da existência dos cômodos mínimos estabelecidos na legislação não apenas pela denominação e codificação do cômodo

no modelo, mas também pelas funções dos cômodos que são cumpridas ou atendidas por equipamentos e mobiliários.

Tanto na verificação do modelo no SMC apenas pelo nome e código da NBR 15.965 dos cômodos que foi aplicada em “casas populares”, como na verificação do modelo “residências isoladas” que incluíam também os mobiliários e equipamentos (Figuras 16 e 18) foi possível comprovar a viabilidade da verificação.

Como mencionado, a baixa probabilidade de ocorrência de erro para os termos “vestíbulo” e “atelier”, que supostamente estaria associada à baixa frequência de uso desses cômodos nas edificações, sugere um aprimoramento do método proposto pelo estudo ao incluir na pesquisa, além do campo de “probabilidade percebida de ocorrência de erro”, a “frequência de ocorrência para análise”. A inclusão da frequência no questionário ajudaria a medir a relevância dos domínios (termos ou requisitos) dos códigos da construção civil para os usuários.

O fato de os termos “sótão” e “adega”, presentes no Quadro 28 do APÊNDICE G, possuírem baixa probabilidade de ocorrência de erro e boa qualidade da informação, além de uma única definição no conjunto das legislações do estudo, pode ser um fator importante para dirimir erros e facilitar o seu uso. No caso do “sótão”, a definição está no inciso 69, art. 1º da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras) como sendo o “espaço situado entre o forro e a cobertura, aproveitável como dependência de uso comum de uma edificação”. No caso de “adega”, a definição está no inciso 3, art. 1º da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras) como sendo o “compartimento, geralmente subterrâneo, que serve, por suas condições de temperatura, para armazenar bebidas”.

No entanto, apesar da facilidade de compreensão do entendimento dos termos “sótão” e “adega”, é possível perceber que ambos se referem a um espaço da edificação. E utilizar expressões diferentes, apesar de sinônimas, como no caso dos termos “espaço” e “compartimento” dificulta o estabelecimento de uma ontologia para os espaços de uma edificação, como no caso de “sótão”, que está listado na norma NBR 15965-6:2022 (Sistema de classificação da informação da construção - Parte 6: Unidades e espaços da construção) com o código “4A 19 07 01”, que está vinculado ao código “4A 19 07” “Espaços especiais”. Ou seja, a “adega”, que ainda não tem um código na NBR 15965-6:2022, estaria talvez atrelada ao código “4A 19” “Espaços residenciais”.

Os termos, ou requisitos, pesquisados “gabarito - largura de logradouros”, “largura da via” e “caixa da via” - que apresentam correlações entre si, também apresentaram baixa probabilidade de ocorrência de erros. O termo “gabarito - largura de logradouros” não tem uma definição na legislação, mas aparece no inciso 39, art. 1º da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras) através do termo “gabarito”, que representa a “medida que limita ou determina a largura de logradouros e altura de edificações”. Ou seja, o termo “gabarito” representa uma medida, seja a largura de logradouro, seja a altura de edificação.

Analisando o termo “logradouro”, que não estava no questionário da pesquisa, pode-se afirmar que ele tem duas definições nas legislações estudadas, porém, vinculado ao termo “público”, “logradouro público”; uma definição está no inciso XXVI, art. 12 da Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento) como sendo “parte da superfície da cidade destinada ao trânsito e ao uso público, oficialmente reconhecida e designada por um nome, de acordo com a legislação em vigor”; a outra está no inciso 48, Art. 1º da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras), como sendo “lugar destinado, pela Prefeitura, ao uso comum do povo”. Sendo essa última uma definição muito abrangente que poderia estar associada a outros espaços públicos, como, por exemplo, um parque público.

Assim, como para o termo “largura de logradouros”, o termo “largura da via” não tinha uma definição específica nos códigos estudados, no entanto, o termo “via” possui uma definição no inciso VII, art. 12, da Lei Complementar nº 215/2012, como sendo “superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central”, ou seja, via é um espaço compreendido pelos elementos: pista, calçada, acostamento, ilha e canteiro central; e por consequência a “largura da via” pode ser definida como a medida formada pela perpendicular ao comprimento da via e que compreende os seus elementos.

Analisando os termos “logradouro” e “via”, que não estavam no questionário da pesquisa, percebe-se uma correlação, sendo o logradouro o objeto jurídico que possui um nome aprovado por meio de lei, mas que possui uma forma geométrica representada pela “via”. Essa correlação segue com o termo “via”, que além de aparecer no termo “largura da via” também aparece no termo, “caixa da via”, no inciso VIII, art. 12 da Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento) como sendo a “distância

em metros entre alinhamentos de muros”. Ou seja, a “caixa da via” é sinônimo em tese de “largura de logradouro” e “largura da via”.

Na análise dos termos com baixa probabilidade de ocorrência de erros e com boa qualidade da informação, percebe-se um mesmo padrão: o da existência de correlações dos termos pesquisados com outros termos das legislações pesquisadas, sejam esses termos pesquisados ou não. Além disso, nota-se que a busca por essas correlações e desdobramentos contribuíram para identificar necessidades de melhorias na legislação, seja por identificar termos sinônimos ou mesmo termos idênticos com definições diferentes, por conta de uma questão temporal, como no caso do “logradouro público”, que aparece na Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento) e na Lei nº 2763/1992 (Código de Obras).

4.6.2 Domínios “acessos públicos”

Outro exemplo da importância das correlações pode ser identificado nos termos “passeio” e “calçada”, que estavam no questionário da pesquisa, e possuem correlação com “logradouro público” e “via” respectivamente. O termo “passeio” apresentou probabilidade de ocorrência de erro de 10,0% e média de qualidade de 2,7 (baixa qualidade) e está definido no inciso 55, Art. 1º da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras) como a “parte do logradouro público destinada ao trânsito de pedestres”.

Já o termo “calçada” apresentou probabilidade de ocorrência de erro de 16,7% e média de qualidade de 2,4 (baixa qualidade) e está definido no inciso VII, Art. 12, da Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento) como a “parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins”.

Na análise dos termos “passeio” e “calçada” percebe-se, além da correlação mencionada, o fato de serem termos sinônimos e de terem definições diferentes em leis que têm uma diferença temporal. Isso comprova a necessidade das correlações entre termos, independentemente da probabilidade de ocorrência de erro e da qualidade da informação dos domínios (termos ou requisitos) de um código.

Outra correlação do termo “logradouro público” foi identificada com o termo “alinhamento de muro”, que apresentou probabilidade de ocorrência de erro de 20,0%

e média de qualidade de 0,8 (boa qualidade) e é definido no inciso I, art. 12, da Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento) como o “limite entre o lote e o **logradouro público** locada pelas autoridades municipais competentes”.

Analisando os domínios (termos ou requisitos) que também apresentaram baixa probabilidade de ocorrência de erros e boa qualidade, neste caso “divisa” e “frente ou testada”, pode-se verificar um outro aspecto da aplicação da correlação que, além de auxiliar na identificação de possíveis diferenças na definição de um determinado termo, confirma a manutenção da mesma definição entre as legislações, como no caso do termo “divisa” que tem a mesma definição “linha que separa o lote das propriedades confinantes” no inciso 32, art. 1º da Lei nº 2763/1992 - Código de Obras) e no inciso XIV, art. 12 da Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento).

A diferença conceitual identificada para o termo “testada”, que apresentou probabilidade de ocorrência de erro de 13,3% (baixa ocorrência) e média de qualidade de 0,9 (boa qualidade), uma no inciso XLIII, art. 12, da Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento), como sendo o “comprimento da frente do lote, expressa em metros, medida entre as divisas laterais do lote, que coincide com o alinhamento do logradouro público” e a outra definição no inciso 38, art. 107, da Lei nº 2763/1992 (Código de Obras), como sendo a “divisa do lote que coincide com o alinhamento do logradouro público”, reforça a necessidade da busca dos termos entre um conjunto de legislações que possuem relação para um determinado fim, como no caso das legislações do estudo que estão relacionadas o licenciamento de edificações.

Ao analisar o termo “abrigo”, da lista de termos do Quadro 28 do APÊNDICE G que apresentou probabilidade de ocorrência de erro de 6,7% (baixa ocorrência) e média de qualidade de 0,7 (boa qualidade), não foi encontrada nenhuma definição nas legislações analisadas no estudo, no entanto, o termo “abrigo” apareceu associado ao termo “abrigos de menores”, que também não tem definição. Além disso, ele também apareceu relacionado às “diretrizes do plano de transporte coletivo” como um equipamento urbano vinculado ao serviço público de transporte coletivo, e relacionado às “diretrizes de acessibilidade” sobre os equipamentos urbanos vinculados ao serviço público de transporte coletivo.

Algo que se pode inferir com a análise do termo “abrigo” é a possibilidade de interpretações diferentes por parte dos entrevistados devido à generalidade do termo,

pois um entrevistado poderia estar pensando num “abrigo para menores”, enquanto outro poderia pensar num “abrigo de passageiros”.

Desse modo, a baixa probabilidade de ocorrência de erro e a boa qualidade da informação poderiam estar relacionadas, no caso de a interpretação ser “abrigo para menores”, com a baixa frequência de análise de uma edificação para menores; já para o caso da interpretação como um “abrigo de passageiros”, pode ter relação com o fato de serem projetos urbanos geralmente contratados pelo próprio poder público e que não precisam de análise para obtenção de alvará de construção como no caso de edificações.

Tendo-se selecionado os domínios a serem testados, procedeu-se a prototipagem de duas edificações residenciais a fim de validar o modelo proposto.

5 PROTOTIPAGEM DE TESTE COMPUTACIONAL

Para demonstrar que os domínios analisados no estudo podem ser verificados computacionalmente a partir de um modelo arquitetônico em BIM, dois modelos foram produzidos, denominados de “casas populares” e de “residências isoladas”, os quais estão apresentados nas Figuras 18 e 19.

Levou-se em conta, na elaboração da checagem de regras, aqueles domínios com a maior probabilidade percebida de ocorrência de erro e baixa qualidade da informação, bem como que os que apresentaram baixa probabilidade percebida de ocorrência de erro e boa qualidade da informação. Para tal verificação, fez-se uso do software de Solibri Model Checker – SMC.

5.1 PROTÓTIPO DE VERIFICAÇÃO PARA VALIDAÇÃO DOS DOMÍNIOS

As regras para análise dos protótipos em BIM “casas populares” e “residências isoladas” foram desenvolvidas no software Solibri Model Checker (SMC), com base nos resultados da pesquisa com avaliação da qualidade das informações e da aplicação do RASE, presentes nas Figuras 16, 17, 18 e 19.

Para realizar a análise com o SMC na “casas populares” e na “residências isoladas”, elas foram modeladas no software ArchiCAD da empresa Graphisoft, sob a necessidade de atribuir aos domínios selecionados na análise do estudo, conforme Apêndices F e G, a codificação disponibilizada pela série da NBR 15.965 (Sistema de classificação da informação da construção), apresentado no Quadro 3, sendo que nem todos os termos ou requisitos do estudo apresentam codificação na NBR 15.965.

Para o aperfeiçoamento da legislação, foram atribuídos mobiliários e equipamentos aos espaços (cômodos) para a “residências isoladas”, com o objetivo de caracterizar as funções dos espaços através dos mobiliários e equipamentos que eles precisam possuir para cumprirem as suas funções. Esses mobiliários e equipamentos também estão no Quadro 3 com os seus respectivos códigos da NBR 15965.

Quadro 3 – Termos ou requisitos da legislação e a NBR 15965

(continua)

Termos ou Requisitos com boa qualidade da informação e termos associados e a NBR 15965 para construção dos modelos de teste				
Termos ou Requisitos	NBR 15965 Código	NBR 15965 Nome	Probabilidade de Erro	Média da qualidade
Sótão	4A 19 07 01	Sótão	6,7	0,7
Prateleira	2C 68 02 06	Prateleira	Não consta na legislação	
Vestíbulo	4A 61 04 04	Vestíbulo	6,7	0,7
Abrigo	4A 25 10 01	Abrigo	6,7	0,7
Atelier	4U 78 02 34	Ateliê de artistas plásticos, jornalistas independentes ou escritores	6,7	0,7
Armários para usos específicos	2C 68 18 10	Armários para usos específicos	Não consta na legislação	
Cadeira	2C 68 26 54 06	Cadeira	Não consta na legislação	
Mesa	2C 68 02 30	Mesa	Não consta na legislação	
Escada	4A 16 01 04	Escada	10,0	3,0
Largura mínima do degrau	0P 50 30 03	Largura	10,0	0,7
	Não tem código para a propriedade do degrau (largura)			
Largura mínima do piso (escada)	0P 50 30 03	Largura	10,0	0,7
	4A 07 10 04	Piso		
	Não tem código para a propriedade de um componente de degrau (largura do piso)			
Profundidade máxima	0P 50 30 07	Profundidade	16,7	0,7
Ventilação mínima	Não tem código para a propriedade de janela (ventilação mínima)		30,0	0,8
1º Quarto	4A 49 22 01	Dormitório	12,5	0,8
	4A 49 22 04	Quarto de flat		
Cama	2C 68 26 18 06	Cama	Não consta na legislação	
Criado-mudo	2C 68 26 18 10	Criado-mudo	Não consta na legislação	
Guarda-roupas	2C 68 10 02	Guarda-roupas	Não consta na legislação	
Pé-direito	0P 50 30 06	Altura	13,3	0,9
	Não tem código para a propriedade (altura) de cômodos/espacos (pé-direito)			
Círculo inscrito diâmetro mínimo	0P 50 40 06	Diâmetro interno	10,0	0,9
Banheiro	4A 19 04 07	Banheiro residencial	16,7	1,2
Vasos sanitários	2C 78 18	Vasos sanitários	Não consta na legislação	
Boxe de chuveiro	2C 78 14 02	Boxe de chuveiro	Não consta na legislação	
Pia individual	2C 78 06 02	Pia individual	Não consta na legislação	
Copa	4A 19 01 22	Copa	6,7	2,5

Quadro 3 – Termos ou requisitos da legislação e a NBR 15965

(continua)

Mesa de jantar	2C 68 26 54 10	Mesa de jantar	Não consta na legislação	
Cadeira	2C 68 26 54 06	Cadeira	Não consta na legislação	
Corredor	4A 16 04 01	Corredor	6,7	2,5
Cozinha	4A 19 01 25	Cozinha	10,0	2,5
Armários de cozinha	2C 68 26 22	Armários de cozinha	Não consta na legislação	
Forno e fogão	2C 68 26 26 26	Forno e fogão	Não consta na legislação	
Geladeira	2C 68 26 46 06	Geladeira	Não consta na legislação	
Lavanderia	4A 19 04 04	Lavanderia	16,7	2,6
Máquinas de lavar roupa	2C 68 26 82	Máquinas de lavar roupa	Não consta na legislação	
Sala	4A 19 01 07	Sala de estar	20,0	2,5
Sofá	2C 68 26 06 10	Sofá	Não consta na legislação	
Mesa de centro	2C 68 26 10 14	Mesa de centro	Não consta na legislação	
Smart TV	2C 84 10 30 18	Smart TV	Não consta na legislação	
Termos ou Requisitos com alta probabilidade percebida de erro e termos associados e a NBR 15965 para construção dos modelos de teste				
Termos ou Requisitos	NBR 15965 Código	NBR 15965 Nome	Probabilidade de Erro	Média da qualidade
Coeficiente-leito	Não tem código para uma propriedade da unidades e espaços da construção casa (residências unifamiliares - 4U 26 02)		63,3	4,1
Casas populares	Não tem código para unidade da construção (casa popular)		Não foi analisado na pesquisa	
Residências isoladas	4U 26 02 02	Casa isolada	Não foi analisado na pesquisa	
Coeficiente de aproveitamento	Não tem código para as propriedades para índices urbanísticos		53,3	2,9
Área do lote	0P 20 20 11	Lote/terreno	Não foi analisado na pesquisa	
	4U 02 14	Lotes	Não foi analisado na pesquisa	
	4U 02 14 10	Lote residencial	Não consta na legislação	
	Não tem código para uma propriedade da unidades e espaços da construção lote		Não foi analisado na pesquisa	
Área máxima de construção	Não tem código para a propriedade de unidade da construção (edificação residencial)		Não foi analisado na pesquisa	
Taxa de Ocupação	Não tem código para as propriedades para índices urbanísticos		50,0	3,2
Área de projeção vertical da edificação	4A 01 01 13	Área de projeção	40,0	2,7
Número máximo pavimentos	Não tem código para as propriedades para índices urbanísticos		50,0	1,7

Quadro 3 – Termos ou requisitos da legislação e a NBR 15965

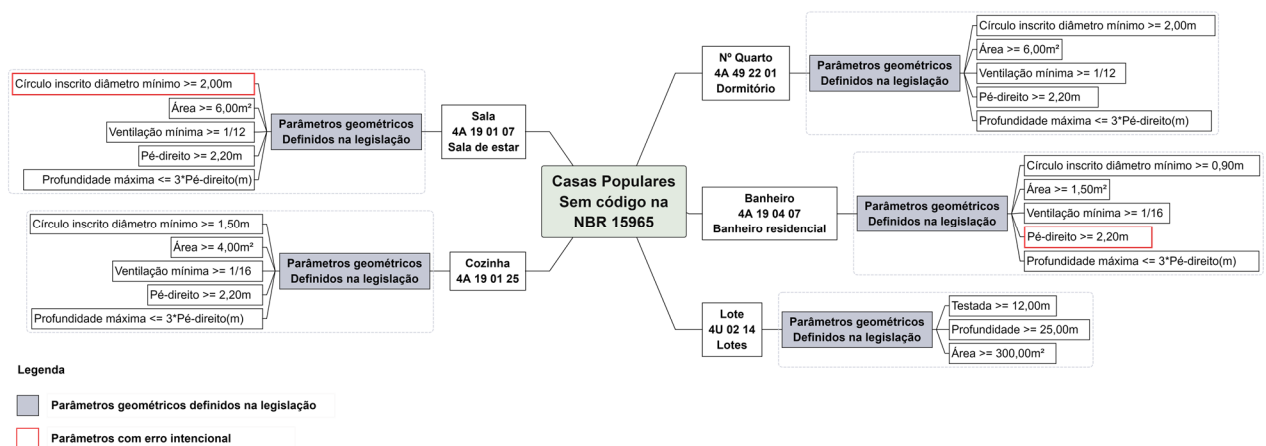
(conclusão)

Número de pavimentos	OP 50 10 01 06	Número	Não consta na legislação	
	4A 07 10 01	Pavimento	26,7	1,3
	OP 10 20 01	Número do pavimento	Não consta na legislação	
	Não tem código para a propriedade de unidade da construção (edificação residencial)		20,0	1,6
Altura máxima da edificação	OP 50 30 06	Altura	36,7	3,7
	Não tem código para as propriedades para índices urbanísticos			
Gabarito - altura de edificações	OP 50 30 06	Altura	33,3	1,8
	Não tem código para as propriedades para índices urbanísticos			

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

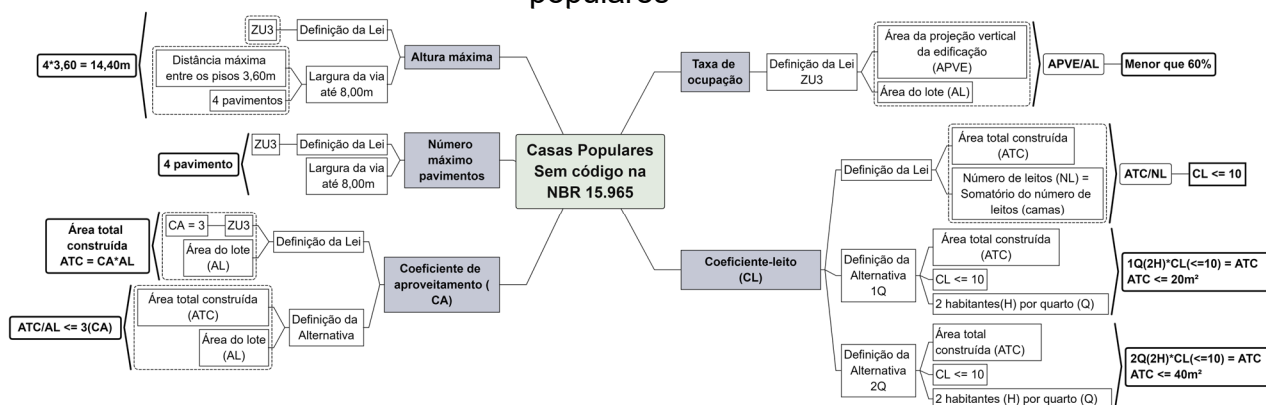
A casa popular foi analisada com o SMC para os seguintes termos ou requisitos (domínios) e suas condições definidas na legislação do estudo: coeficiente leito, coeficiente de aproveitamento, número de pavimentos, altura da edificação, cômodos mínimos, área mínima dos cômodos, diâmetro mínimo dos cômodos, ventilação mínima dos cômodos, pé-direito mínimo dos cômodos e profundidade máxima dos cômodos. Todos estão representados na Figura 15 e 16.

Figura 15 – Parâmetros geométricos e funcionais dos cômodos para a edificação “casas populares”



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

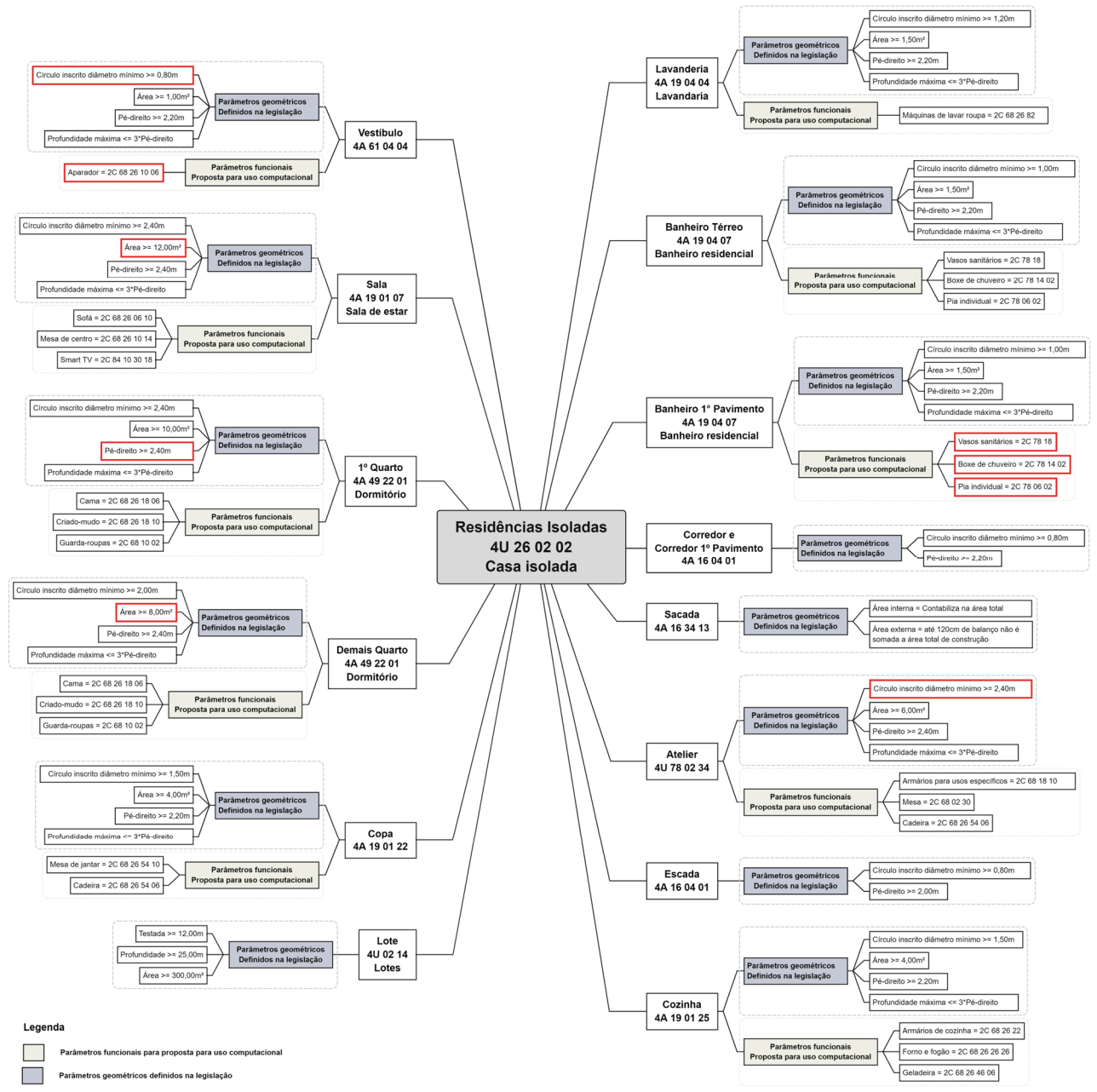
Figura 16 – Parâmetros de zoneamento e uso do solo para a edificação “casas populares”



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

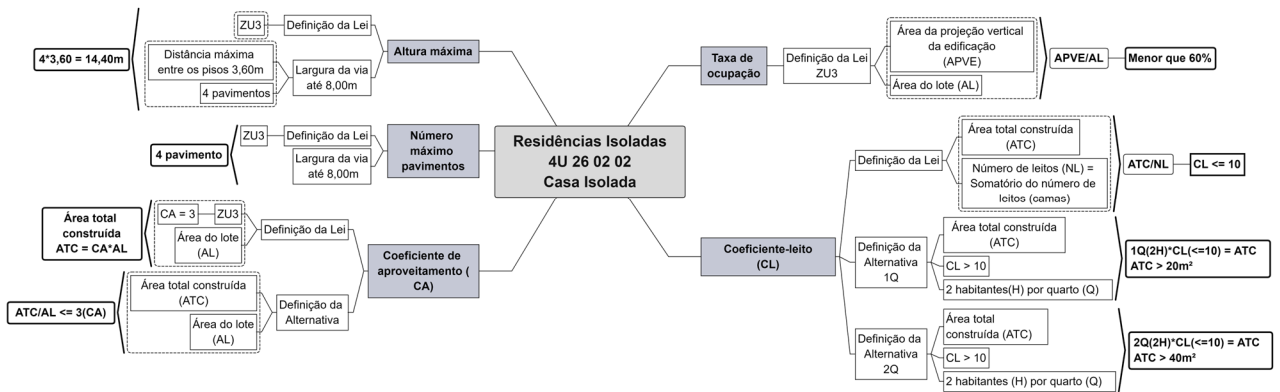
O modelo “residências isoladas” foi analisado com o SMC para os seguintes termos ou requisitos (domínios) e suas condições definidas na legislação do estudo: altura máxima da edificação, número máximo de pavimentos, coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, coeficiente leito, cômodos mínimos, área mínima dos cômodos, diâmetro mínimo dos cômodos, ventilação mínima dos cômodos, pé-direito mínimo dos cômodos, profundidade máxima dos cômodos, bem como os representados na Figura 17 e 18.

Figura 17 – Parâmetros geométricos e funcionais dos cômodos para a edificação “Residências isoladas”



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

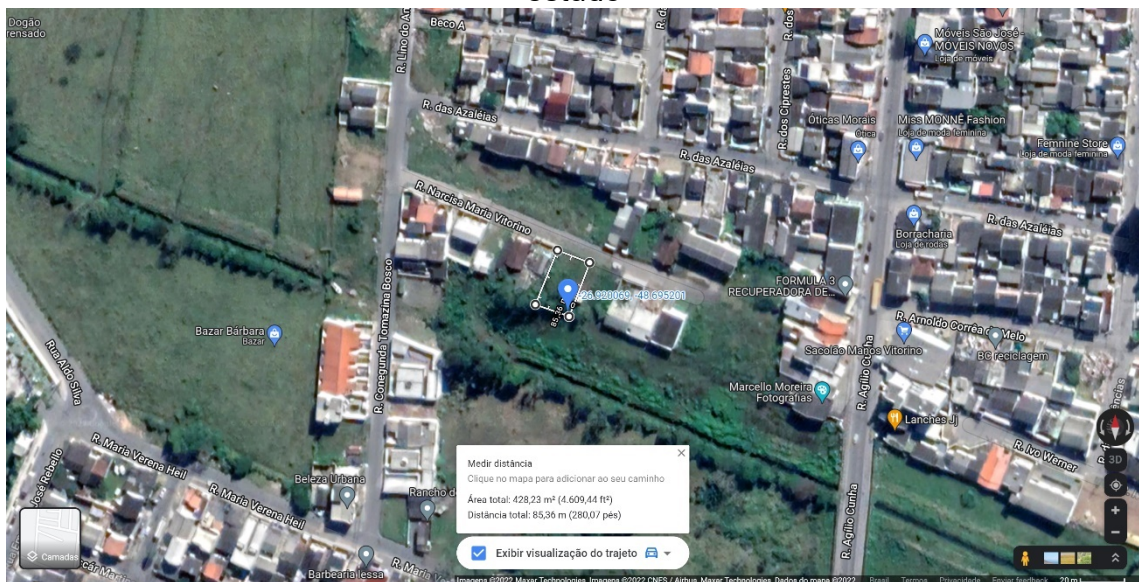
Figura 18 – Parâmetros de zoneamento e uso do solo para a edificação “Residências isoladas”



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

O imóvel utilizado na modelagem e na análise com SMC das duas edificações do estudo é fictício e, para efeitos de estudo, adotou-se que ele se localiza-se na Rua Narcisa Maria Vitorino, bairro Cidade Nova, Itajaí/SC. Ele está identificado na imagem extraída do Google Maps (Figura 19), e tem os parâmetros que se referem ao zoneamento Zona Urbana 3 (ZU3), conforme Quadro 4.

Figura 19 – Localização do imóvel utilizado para a modelagem das edificações do estudo



Fonte: <https://www.google.com.br/maps/@-26.9199808,-48.6955851,299m/data=!3m1!1e3>. Data da captura da imagem: 19/09/2022.

Quadro 4 – Parâmetros de zoneamento e uso do solo aplicados aos modelos das edificações do estudo

Parâmetros de zoneamento e uso do solo	Parâmetros com base na ZU3 e na largura da via (até 8,00m)	Parâmetros com base na ZU3
Altura máxima	4 pavimentos (distância máxima entre os pisos 3,60m) $4 \times 3,60 = 14,40\text{m}$	-
Número máximo de pavimentos	4 pavimentos	-
Coefficiente de aproveitamento	-	3
Taxa de ocupação (máxima)	-	60%

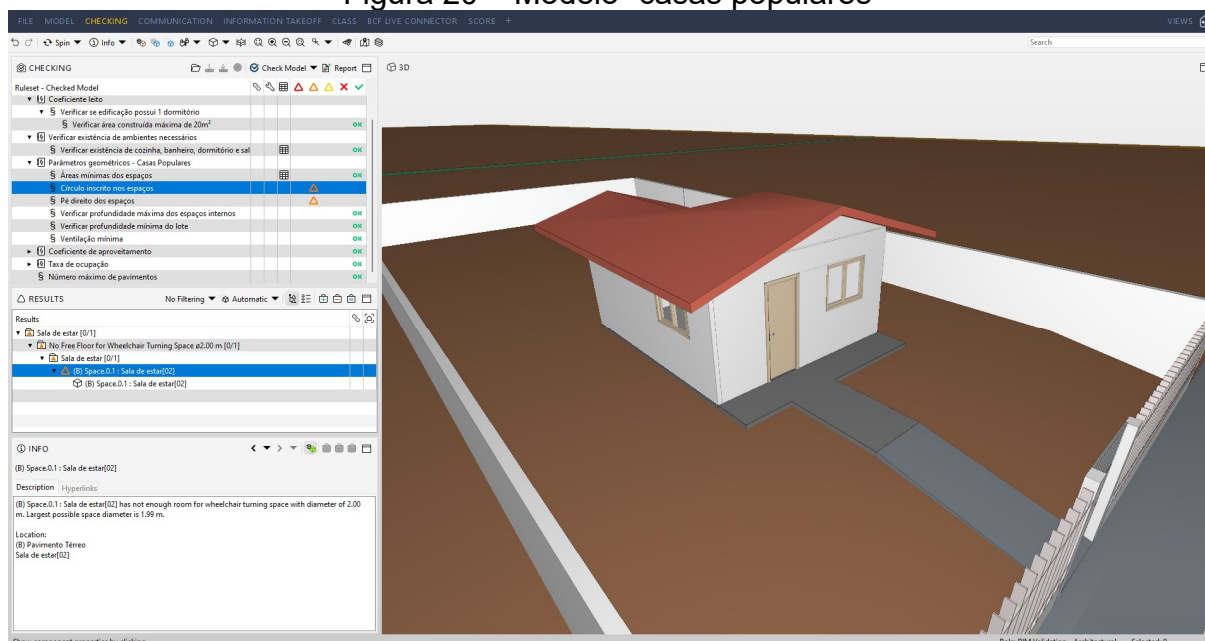
Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

5.2 PROTÓTIPOS DE TESTES EM BIM

Em paralelo à construção das regras no Solibri, foram prototipados dois modelos de teste para os termos ou requisitos (domínios) analisados e presentes nas Figuras 15, 16, 17 e 18: um para “casas populares” e outro para “residências isoladas” apresentadas acima.

O modelo “casas populares” (Figura 20) é formado pelos parâmetros mínimos definidos na legislação, que englobam: ter coeficiente-leito menor ou igual a 10 e ter os cômodos “n° quarto”, “sala”, “banheiro” e “cozinha”, além do modelo do terreno. No entanto, para os cômodos, conforme Figura 15, alguns dos seus parâmetros geométricos mínimos foram reduzidos intencionalmente para gerar um erro na análise no SMC, onde para a “sala” o “círculo inscrito diâmetro mínimo” será menor que 2,00 m e para o “banheiro” o “pé-direito” será menor que 2,20 m.

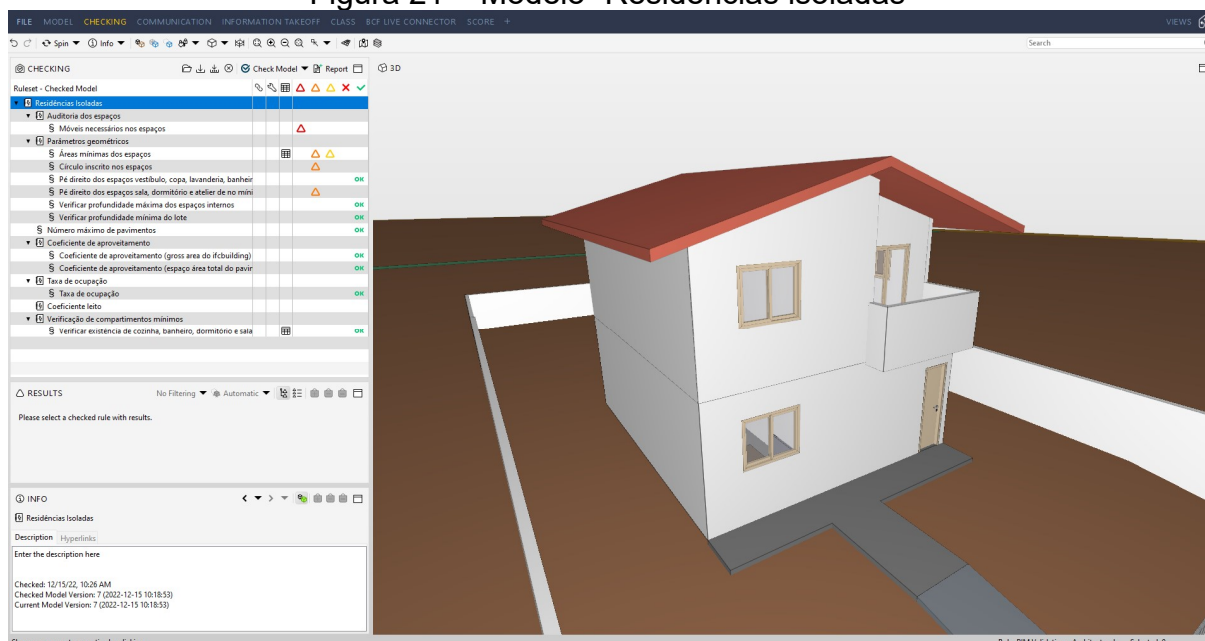
Figura 20 – Modelo “casas populares”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

O modelo “Residências isoladas” (Figura 21), denominado e classificado, com base na NBR 15965 (Sistema de classificação da informação da construção), como “Casa isolada”, código “4U 26 02 02”, é formado pelos parâmetros mínimos definidos na legislação, que são: ter coeficiente-leito maior que 10 e ter os cômodos “vestíbulo”, “sala”, “1 quarto”, “demais quartos”, “copa”, “lavanderia”, “banheiro 1° Pavimento”, “banheiro Térreo”, “corredor”, “Corredor 1° Pavimento”, “sacada”, “atelier”, “escada” e “cozinha”, além do modelo do terreno. No entanto, para os cômodos, conforme Figura 17, alguns dos seus parâmetros geométricos mínimos foram reduzidos intencionalmente para gerar um erro na análise no SMC, onde para “vestíbulo” o “círculo inscrito diâmetro mínimo” será menor que 0,80 m; para “sala”, a “área” será menor que 12,00 m²; para “1 quarto”, o “pé-direito” será menor que 2,40 m; para “demais quartos”, a “área” será menor que 8,00 m²; para “atelier”, a “área” será menor que 6,00 m² e finalmente para “cozinha”, a “ventilação mínima” será menor que 1/16 do pé-direito.

Figura 21 – Modelo “Residências isoladas”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Para ambos os modelos, os termos e requisitos da legislação presentes nas Figuras 16 e 18 são os mesmos e foram analisados no SMC, sendo os que seguem: “altura máxima”, “número máximo pavimentos”, “coeficiente de aproveitamento”, “taxa de ocupação” e o “coeficiente-leito” já mencionado.

5.3 TESTE COMPUTACIONAL

Para as análises sobre os protótipos de testes em BIM foram utilizadas as regras no SMC listadas no Quadro 5, e a descrição das regras podem ser consultadas no site: <https://help.solibri.com/hc/en-us/>.

Na Figura 20 estão as regras utilizadas no Solibri com as respectivas funções de verificação. As regras (Quadro 5) são customizadas para atender uma diversidade de necessidades utilizando os parâmetros disponíveis ou exportados dos softwares de modelagem de arquitetura, no caso do estudo o ArchiCAD.

Quadro 5 – Regras de análise do Solibri aplicadas aos modelos das edificações do estudo

Regras	Número de vezes aplicada	Modelos	Descrição da regra
SOLnov.4.1	1	Residências isoladas	Esta regra verifica se o modelo possui componentes de tipos selecionados. Ele também verifica se todos os componentes têm um tipo de construção (se necessário). Pode ser usado, por exemplo, antes do levantamento de quantidade para ter certeza de que o modelo está completo (por exemplo, o modelo inclui espaços, se forem necessários).
SOL/19/3.3	1	Casas populares	Espaços devem ter área de janela suficiente: Esta regra verifica se todo o espaço da área da janela (abertura de luz) está dentro do intervalo especificado.
SOL/132/1.3	1	Casas populares	Espaço Área: Esta regra verifica se a área dos espaços está dentro dos limites determinados. Com esta regra, é possível verificar, por exemplo, se as cozinhas são maiores do que a área mínima determinada e menores do que a área máxima especificada.
	1	Residências isoladas	
SOL/209/1.2	1	Casas populares	Espaço Livre: Esta regra pode ser usada para verificar diferentes requisitos relacionados à acessibilidade para espaço livre. Por exemplo, a regra pode ser configurada para verificar se um corredor tem largura desobstruída de 1,2 metros ou se um banheiro tem espaço para um círculo de giro de cadeira de rodas de 1,5 metros.
	1	Residências isoladas	
SOL/225/1.2	1	Residências isoladas	Esta regra verifica se um espaço específico inclui componentes necessários. Os espaços podem ser identificados de acordo com seu uso (classificação), tipo, nome ou número. Os componentes necessários são identificados pelo nome da classificação da classificação selecionada.
SOL/230/1.1	2	Casas populares	Modelo de regra de propriedade com filtros de componentes: Essa regra é comumente usada para validar o conteúdo dos dados do modelo. Você pode verificar todas as propriedades disponíveis em seu conteúdo IFC e garantir que os requisitos para determinado componente sejam atendidos.
	3	Residências isoladas	
SOL/231/1.6	9	Casas populares	Comparação Entre Valores de Propriedade: Esta regra compara os valores de propriedade do componente entre vários componentes ou componentes relacionados entre si. Essa regra pode ser usada para verificar se os requisitos são atendidos em todo o projeto e se os valores estão no formato correto, dentro dos limites dos requisitos fornecidos ou possuem o número necessário de relações.
	9	Residências isoladas	

Fonte: <https://help.solibri.com/hc/en-us/>. Adaptado pelo Elaborada pelo autor (2023).

Nas Figuras 22 e 23 estão as regras e suas funções de verificação sobre os modelo de estudo “casas populares” e “residências isoladas”. Entre elas está a regra SOL/131 para verificação do “coeficiente leito”, que foi o termo com maior probabilidade de erro percebida, no qual foi utilizado para as seguintes critérios:

1. Se na casa existir um dormitório (quarto) a área total de construção deve ser igual ou menor que 20m² para ser uma “casas populares”;
2. Se na casa existir dois dormitórios (quartos) a área total de construção deve ser igual ou menor que 40m² para ser uma “casas populares”.

Foi adotada essa lógica porque, segundo os técnicos da prefeitura de Itajaí, para cada quarto deve-se considerar dois leitos e como o “coeficiente leito” é a relação entre a área total de cada moradia e o número de leitos que esta poderá abrigar, sendo que para ser uma casa isolada, o valor do “coeficiente leito” deve ser igual ou menor que 10, caso seja maior será uma residências isoladas.

Além da verificação do “coeficiente leito” aplicada ao modelo “casas populares” também foi utilizada a verificação sobre os compartimentos mínimos que uma “casas populares” deve ter além das dimensões mínimas desses compartimentos. No caso dos compartimentos, como cozinha, banheiro, quarto e sala, temos para o termo pesquisado “1º Quarto” um valor de 0,8 de qualidade da informação, ou seja, um valor que o coloca como um termo de boa qualidade da informação. Por essa razão também foi verificado como uma regra no Solibri, já que para ser uma “casa isolada”, segundo artigo 52 do código de obra, “as casas populares deverão conter, no mínimo, os seguintes compartimentos: cozinha, banheiro, quarto e sala.”, além de atenderem as dimensões mínimas apresentadas na Figura 15 e que estão nos anexos do Código de Obras.

Foi utilizado os compartimentos mínimos e suas dimensões mínimas (parâmetros geométricos) na construção de regras de análise com o objetivo de demonstrar que não só os termos que apresentam alta probabilidade de erro percebido como também os termos com boa qualidade informacional podem ser verificados computacionalmente.

Figura 22 – Regras aplicadas no modelo “casas populares” customizadas no Solibri

WORKSPACE		Support Tag	...	🔗
Name				
▼ Casas Populares				
▼ Parâmetros geométricos - Casas Populares				
§ Áreas mínimas dos espaços		SOL/132/1.3		⊕
§ Círculo inscrito nos espaços		SOL/209/1.2		⊕
§ Pé direito dos espaços		SOL/230/1.1		⊕
§ Verificar profundidade máxima dos espaços internos		SOL/231/1.6		⊕
§ Verificar profundidade mínima do lote		SOL/230/1.1		⊕
§ Ventilação mínima		SOL/19/3.3		⊕
§ Número máximo de pavimentos		SOL/231/1.6		⊕
▼ Coeficiente de aproveitamento				
§ Coeficiente de aproveitamento (gross area do ifcbuilding)		SOL/231/1.6		⊕
§ Coeficiente de aproveitamento (espaço área total do pavimento)		SOL/231/1.6		⊕
▼ Taxa de ocupação				
§ Taxa de ocupação (espaço área total do pavimento)		SOL/231/1.6		⊕
▼ Coeficiente leito				
▼ § Verificar se edificação possui 1 dormitório		SOL/231/1.6		⊕
§ Verificar área construída máxima de 20m ²		SOL/231/1.6		⊕
▼ § Verificar se edificação possui 2 dormitório		SOL/231/1.6		⊕
§ Verificar área construída máxima de 40m ²		SOL/231/1.6		⊕

Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Figura 23 – Regras aplicadas no modelo “residências isoladas” customizadas no Solibri

Name	Support Tag	Help	
▼ [i] Residências Isoladas			
▼ [i] Auditoria dos espaços			
§ Móveis necessários nos espaços	SOL/225/1.2	⊕	
▼ [i] Parâmetros geométricos			
§ Áreas mínimas dos espaços	SOL/132/1.3	⊕	
§ Círculo inscrito nos espaços	SOL/209/1.2	⊕	
§ Pé direito dos espaços vestibulo, copa, lavanderia, banheiro, corredor e cozinha de no mínimo 2,20m	SOL/230/1.1	⊕	
§ Pé direito dos espaços sala, dormitório e atelier de no mínimo 2,40m	SOL/230/1.1	⊕	
§ Verificar profundidade máxima dos espaços internos	SOL/231/1.6	⊕	
§ Verificar profundidade mínima do lote	SOL/230/1.1	⊕	
§ Número máximo de pavimentos	SOL/231/1.6	⊕	
▼ [i] Coeficiente de aproveitamento			
§ Coeficiente de aproveitamento (gross area do ifcbuilding)	SOL/231/1.6	⊕	
§ Coeficiente de aproveitamento (espaço área total do pavimento)	SOL/231/1.6	⊕	
▼ [i] Taxa de ocupação			
§ Taxa de ocupação	SOL/231/1.6	⊕	
▼ [i] Coeficiente leito			
▼ § Verificar se edificação possui 1 dormitório	SOL/231/1.6	⊕	
§ Verificar área construída mínima de 20m ²	SOL/231/1.6	⊕	
▼ § Verificar se edificação possui 2 dormitórios	SOL/231/1.6	⊕	
§ Verificar área construída mínima de 40m ²	SOL/231/1.6	⊕	
▼ [i] Verificação de compartimentos mínimos			
§ Verificar existência de cozinha, banheiro, dormitório e sala de estar	SOL/11/4.1	⊕	

Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

5.4 RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE

Como mencionado inicialmente alguns erros intencionais foram adicionados proposadamente aos protótipos para aferir a validação das regras customizadas no SMC.

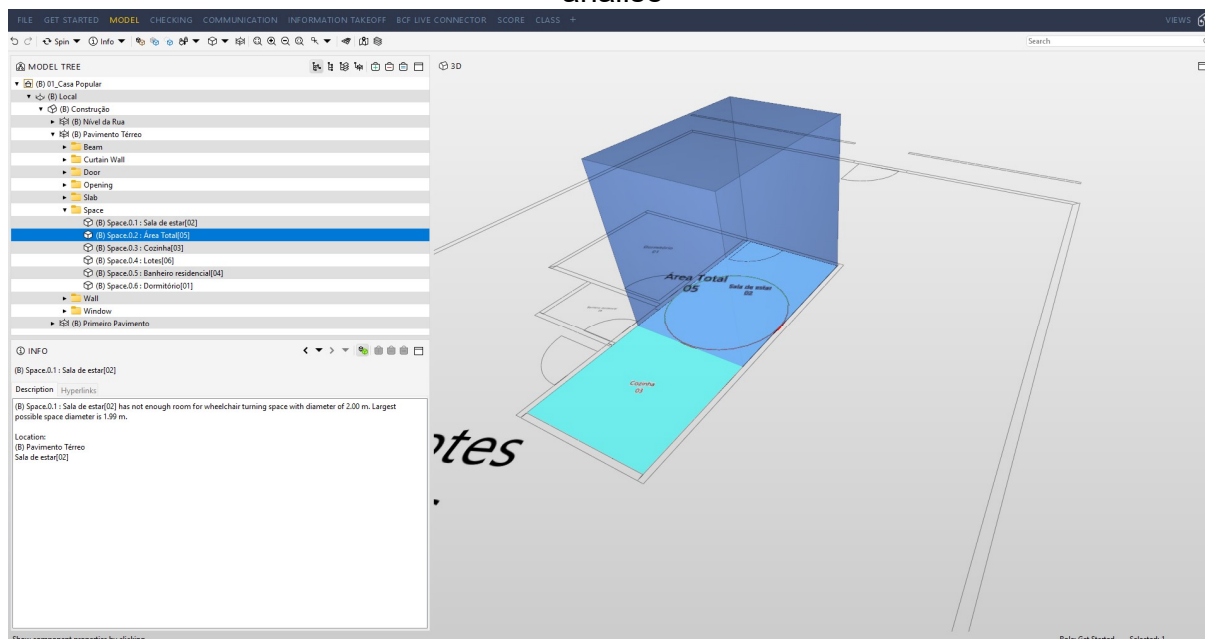
Também foi possível validar as regras selecionadas do código da construção do estudo, seja de termos ou requisitos com alta probabilidade percebidas de erro e baixa qualidade da informação como os termos ou requisitos com baixa probabilidade percebidas de erro e boa qualidade da informação.

Ou seja, os relatórios servem como um controle de qualidade e validador das regras computacionais criadas para atender os códigos de construção.

Na Figura 24, é apresentada a indicação do erro identificado pela regra do Solibri (Figura 15), a qual aponta que o diâmetro mínimo de 2,00 m, exigido para o

compartimento "sala de estar", não foi cumprido, sendo constatado um valor de 1,99 m.

Figura 24 – Erro intencional no modelo “casas populares” para ser identificado na análise



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Os erros intencionais desempenham um papel importante na validação das regras criadas, pois não basta criar regras de análise apenas para identificar acertos, é necessário também verificar se as regras conseguiram detectar os erros intencionalmente inseridos.

5.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS SOBRE OS PROTÓTIPOS

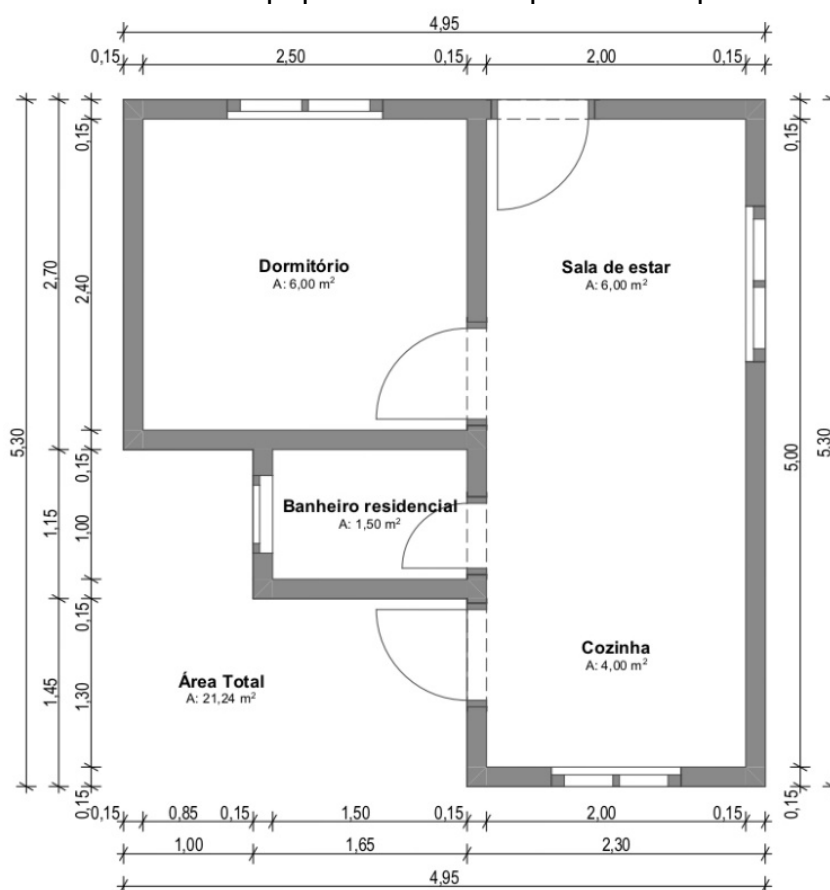
Os resultados sobre os protótipos “casas populares” e “residências isoladas” serviram de comprovação sobre a necessidade e incluir a RASE a HOQ, já que a RASE foca na avaliação textual dos códigos da construção para uma aplicação computacional sem avaliar se o código da construção tem a devida qualidade informacional para os usuários do código da construção.

5.5.1 Análise dos resultados no protótipo “casas populares”

Durante a primeira análise realizada no modelo "casas populares" para testar a regra de análise do Solibri referente ao termo "coeficiente-leito", identificou-se, de forma não intencional, um problema que só foi detectado devido à modelagem do protótipo "casas populares".

A análise não foi planejada pois, inicialmente foi desenvolvido um modelo para "casas populares" para atender os requisitos mínimos, conforme Figura 15, utilizando espessura de parede padrão, de 15,00 cm. No entanto o valor da área total foi de 21,24 m², conforme Figura 25.

Figura 25 – Modelo "casas populares" com espessura de parede de 15,00 cm

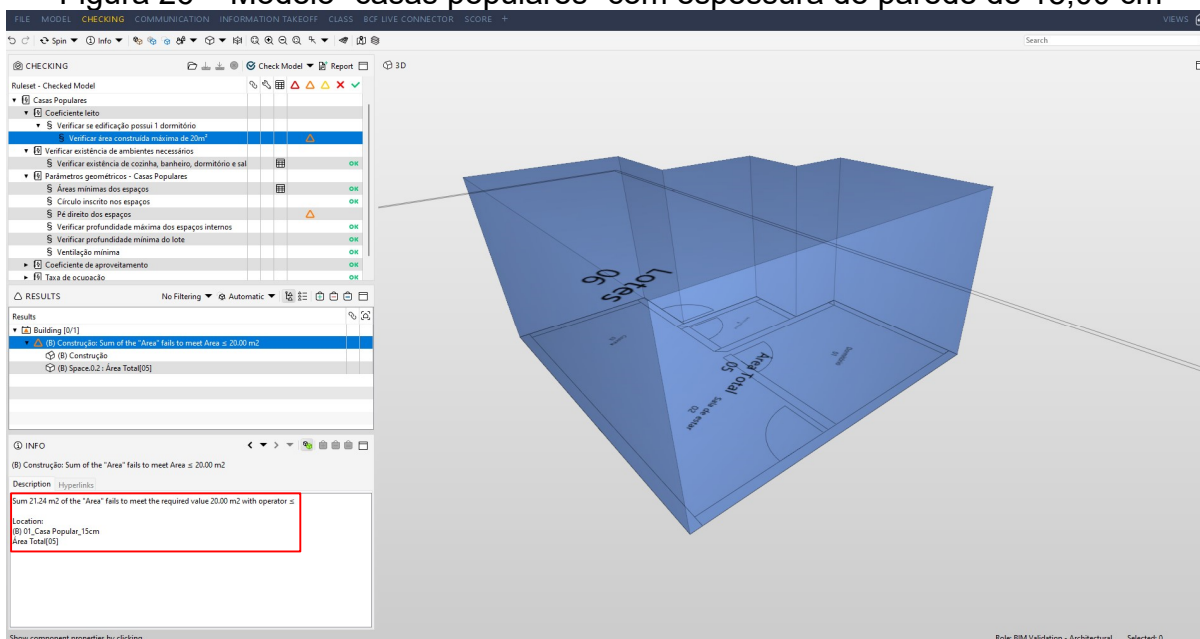


Fonte: Imagem extraída do ArchiCAD. Elaborada pelo autor (2023).

O modelo "casas populares" com espessura de parede de 15,00 cm deixava de ser uma casa popular já que o "coeficiente leito" para uma casa popular deve ser de igual ou menor de "10", ou seja, a área total da casa popular deveria ter no máximo 20,00 m² já que o "coeficiente leito" é a relação entre a área total de cada moradia e o número de leitos que esta poderá abrigar (dois leitos por quarto ou dormitório).

No SMC o modelo “casas populares” com espessura de parede de 15,00 cm foi testado para verificar o erro para o “coeficiente leito” como mostra a Figura 26 dentro do retângulo em vermelho, onde consta a conclusão de que a área da construção é de 21,24 m², sendo está maior do que o exigido na regra ($\leq 20,00$ m²).

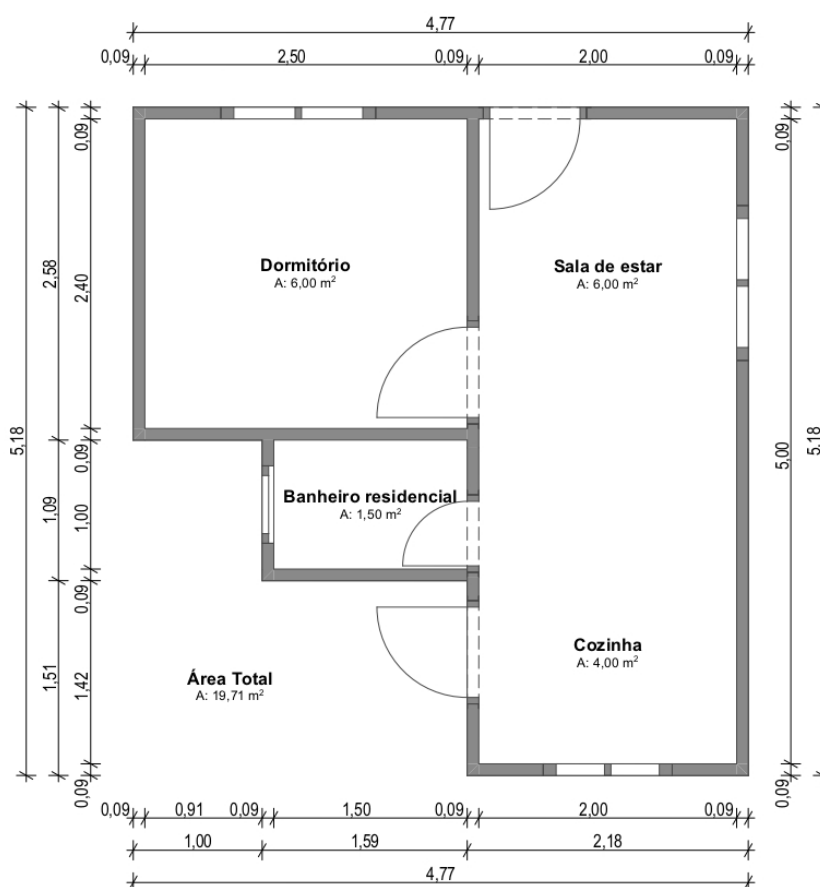
Figura 26 – Modelo “casas populares” com espessura de parede de 15,00 cm



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Diante desse fato, foi modelado uma segunda protótipo de “casas populares” com espessura de parede de 9,00 cm, conforme Figura 27.

Figura 27 – Modelo “casas populares” com espessura de parede de 9,00 cm



Fonte: Imagem extraída do ArchiCAD. Elaborada pelo autor (2023).

No modelo “casas populares” com espessura de parede de 9,00 cm o critério do “coeficiente leito” é atendido, já que a “área construída” ou “área total” da edificação é de 19,71 m².

Após essa análise, surgiram dúvidas em relação ao conceito atribuído ao termo “área total”, o qual não é descrito nas legislações analisadas. No entanto, o termo “área total” está presente na definição dos termos “área construída” ou “área de construção”, que englobam a “área total de todos os pavimentos de um edifício, incluindo o espaço ocupado pelas paredes”. Diante dessa definição, surge a incerteza sobre a inclusão ou não dos espaços ocupados pelas paredes no cálculo ou determinação da “área total”.

Com base nas informações de áreas trazidas pelos modelos das “casas populares” com espessuras de 15,00 cm e 9,00 cm surge a dúvida se o termo “área total” deveria ser qualificado como “área total líquida” e “área total bruta”, onde a

primeira se refere a soma apenas das áreas internas dos espaços ou ambientes e a última teria a mesmo conceito de “área construída” ou “área de construção”.

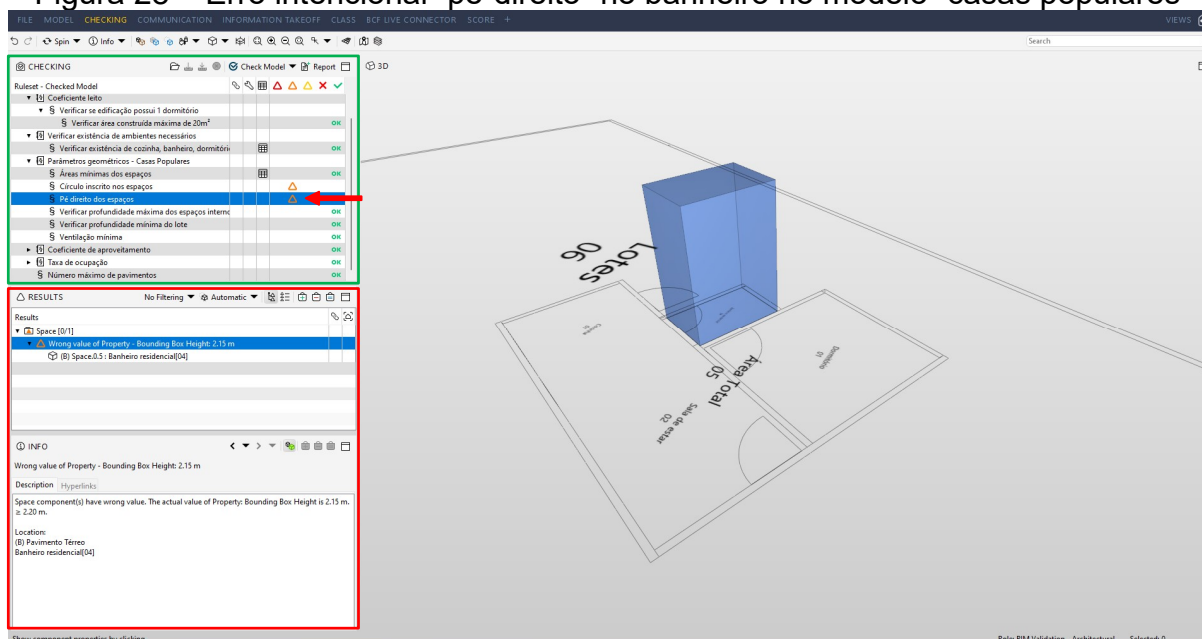
Na análise do modelo da “casas populares” no Solibri Model Checker (SMC) foi realizada nos parâmetros Figura 15 e 16.

Nas Figuras 28 e 29, sobre os modelo “casas populares”, foram criadas condições geométricas para erros e para acertos sobre os cômodos mínimos exigidos pelo código da construção para uma casa popular, conforme indicações na Figura 15 (Parâmetros geométricos e funcionais dos cômodos para a edificação “casas populares”). Os acertos estão indicados dentro do retângulo com borda verde e com a expressão “ok” e os erros explicados dentro dos retângulos com borda vermelha e indicados com um triângulo “ Δ ”, “ Δ ” e “ Δ ” e apontados com uma seta vermelha.

Os erros identificados nas Figuras 28 e 29 foram criados propositalmente com o objetivo de serem detectados durante a análise. Esses erros são destacados na Figura 15 e referem-se ao pé-direito no "banheiro residencial" e ao círculo inscrito na "sala de estar".

Na Figura 28, no retângulo em vermelho, está a indicação do erro após a análise, que no “banheiro residencial” o pé-direito (altura) é de 2,15 m e é menor do que o valor exigido pelo código da construção que é de 2,20 m. O mesmo ocorre na Figura 29, indicado no retângulo em vermelho, que na “sala de estar” o diâmetro (círculo inscrito) é de 1,99 m e é menor do que o valor exigido pelo código da construção que é de 2,00 m.

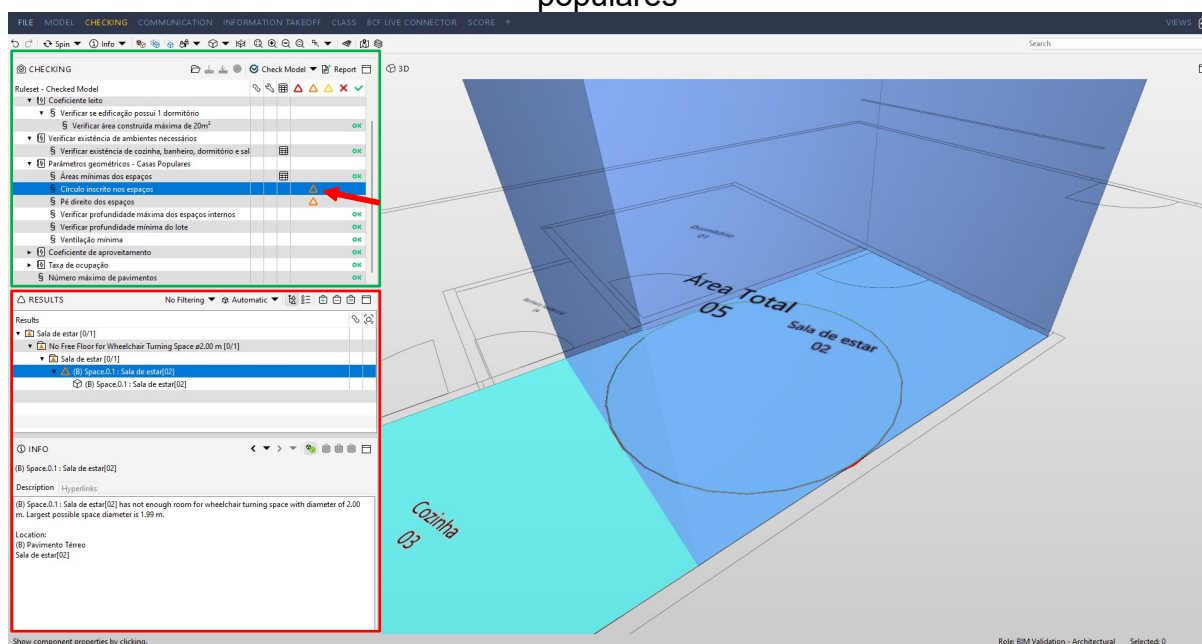
Figura 28 – Erro intencional “pé-direito” no banheiro no modelo “casas populares”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Os mesmos parâmetros geométricos pé-direito e círculo inscrito também foram analisados nos demais cômodos do modelo “casas populares”, porém eles estão dentro dos valores estabelecidos no código da construção do estudo e por isso estão com a indicação de “OK” ao lado de cada regra criada para a análise do modelo “casas populares”.

Figura 29 – Erro intencional “círculo inscrito” na sala de estar no modelo “casas populares”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Os cômodos fazem parte dos termos da pesquisa que apresentam boa qualidade da informação e baixa probabilidade de ocorrência de erros, e foi possível implementar regras de análise no Solibri para a verificação do atendimento ou não dos parâmetros ou condições exigidas no código da construção objeto do estudo de caso.

5.5.2 Análise dos resultados no modelo “residências isoladas”

A análise sobre o modelo “residências isoladas” no Solibri Model Checker (SMC) foi realizada seguindo os parâmetros indicados nas Figuras 17 e 18.

A regra de análise do Solibri para o termo "coeficiente leito" foi aplicada no modelo "residências isoladas" (Figura 30). No entanto, é importante ressaltar que não seria possível considerar uma construção como "residência isolada", como evidenciado pela análise nos modelos de "casas populares" com paredes de 15 e 9 cm de espessura (Figuras 25, 26 e 27). Nesses modelos, o simples fato de possuir paredes de 15 cm já classificaria a edificação como uma "residência isolada", devido à área total construída ser superior a 20,00 m². Entretanto, na análise inicialmente feita sobre o modelo da Figura 26 (Modelo “casas populares” com espessura de parede de 15,00 cm), que por ter uma área total maior do que 20,00 m² não poderia ser uma “casa popular”, mas também não poderia ser uma “residência isolada”, pois a condição dos cômodos obrigatórios e das suas dimensões mínimas precisaria também ser atendidas, como no caso do cômodo quarto que é de 6,00m² para “casas populares” e de 10,00 m² para “residências isoladas”, assim como para o cômodo sala que é de 6,00 m² para “casas populares” e de 12,00 m² para “residências isoladas”.

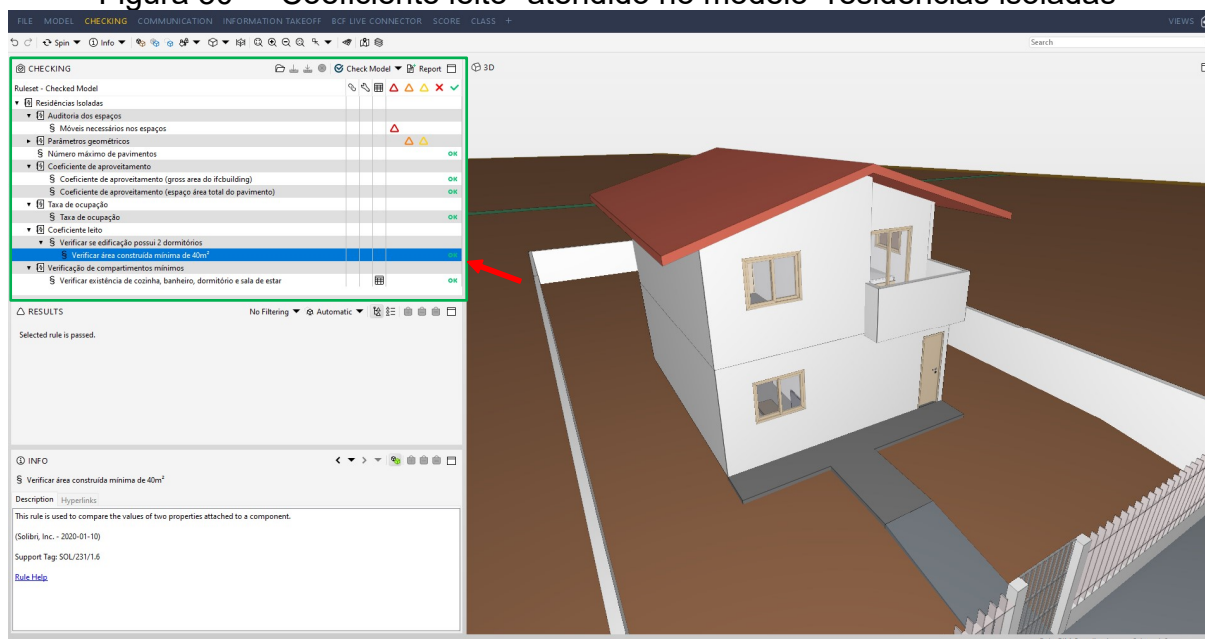
Por essas análises o modelo da Figura 26 não é uma “casa popular” e não é uma “residência isolada”, o que pode ser mais uma das justificativas para a alta probabilidade percebida de erro (63,3%) e baixa qualidade da informação (4,1).

Analisando apenas o resultado do modelo “residências isoladas” da Figura 30, pode-se perceber que a condição do código da construção sobre as “residências isoladas” para o “coeficiente leito” seria desnecessária pelo simples fato de que toda edificação com as condições geométricas mínimas para os cômodos mínimos

obrigatórias sempre levaria a uma área total maior do que 20,00 m² o que geraria uma “coeficiente leito” maior que 10.

Com essa análise pode-se perceber que a modelagem e a checagem de regras aplicado após a aplicação da casa da qualidade (HOQ) e a RASE corroboram para o aperfeiçoamento do código da construção civil, servindo com um validador do texto do código da construção civil.

Figura 30 – “Coeficiente leito” atendido no modelo “residências isoladas”



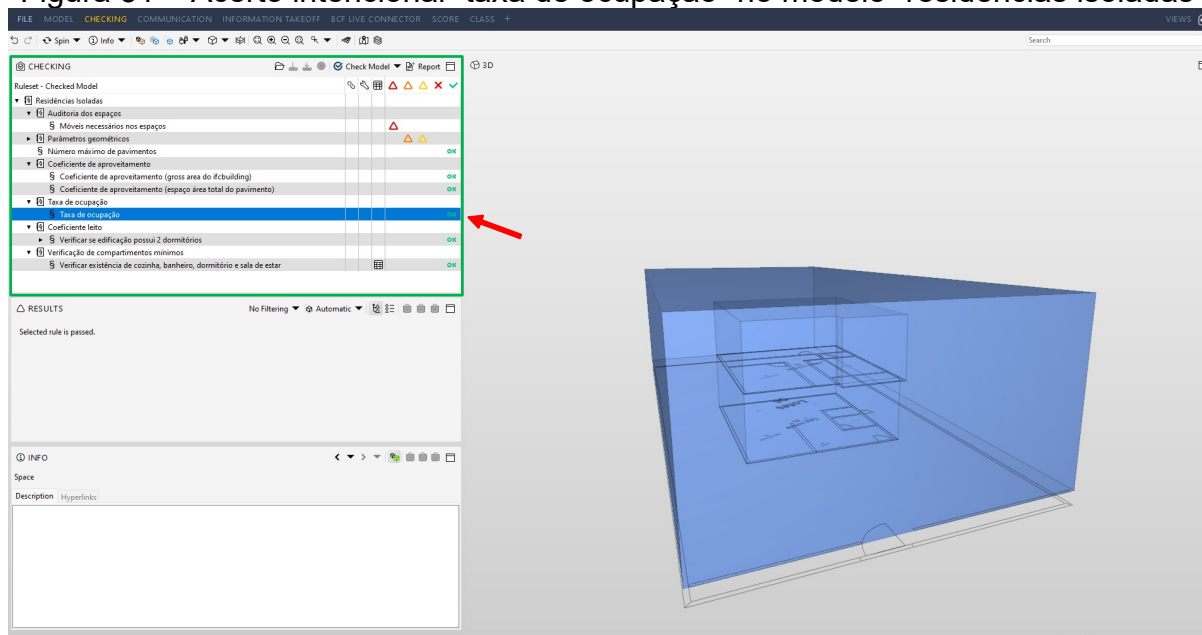
Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Para o termo “taxa de ocupação” que tem uma probabilidade percebida de erro de 50,0% (alta) e qualidade da informação de 1,7 (boa) também foi configurada uma regra no Solibri para análise sobre o modelo “residências isoladas”. Neste caso foi criado um modelo com erro e sim uma alteração num dos parâmetros da regra a criação de uma condição de erro.

Na Figura 31, indicada com a seta vermelha, o modelo atendia todas as condições mínimas prevista no código da construção do estudo para a “taxa de ocupação”, conforme Quadro 4 (Parâmetros de zoneamento e uso do solo aplicados aos modelos das edificações do estudo) que é de no máximo 60%, ou seja, para um lote com área de 300 m² (lote do modelo), a área de projeção da edificação deve ser de no máximo 180,00 m². Como a edificação tem área de projeção de 87,33 m² e área do lote de 300,00 m² a “taxa de ocupação” do modelo “residências isoladas” é de 29,11%.

Mas para testar o modelo “residências isoladas” sobre condição de erro foi alterada a regra para uma “taxa de ocupação” de 10%, como pode ser visto na Figura 32 na indicação da seta vermelha dentro do quadro em vermelho.

Figura 31 – Acerto intencional “taxa de ocupação” no modelo “residências isoladas”

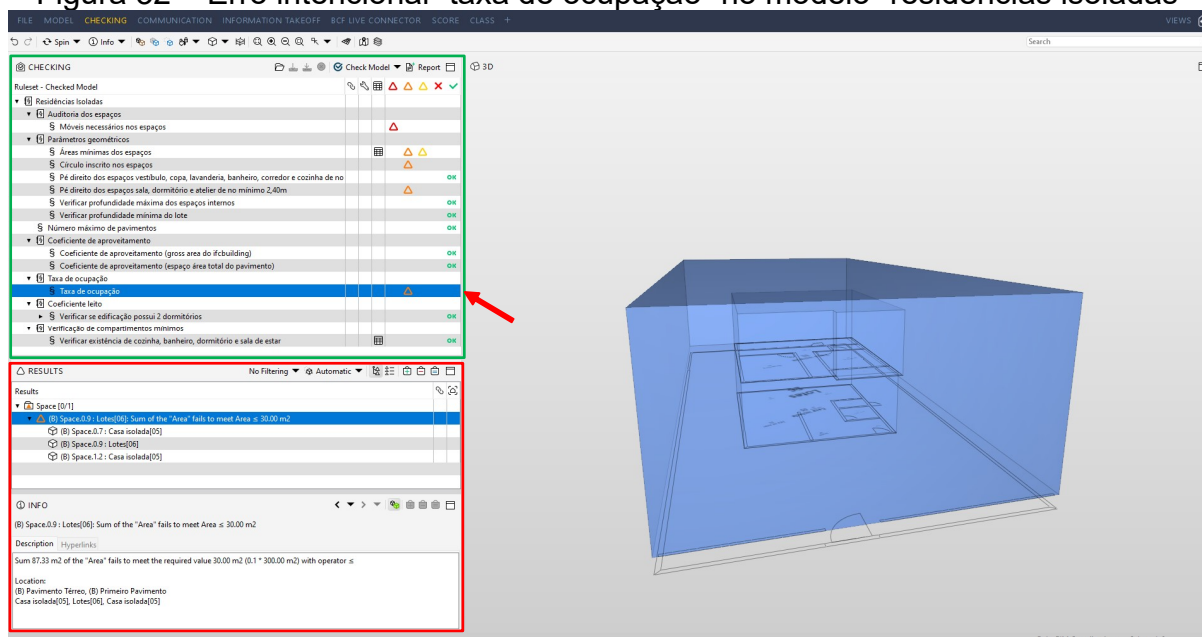


Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

A configuração da regra no Solibri para a análise da “taxa de ocupação” (Quadro 5 e Figura 23) foi simples para o modelo “residências isoladas”, no entanto, para uma outra edificação que tenha os cômodos descritos nas exceções do código da construção (art. 68 e parágrafo único da Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo) não seria possível para o versão utilizada do Solibri no estudo por não ser possível configurar diminuição de áreas, mas seria possível na versão que é possível o uso de programação para personalização de regras.

Apesar da facilidade ou possibilidade de programação no Solibri, para a configuração da regra para “taxa de ocupação”, a percepção para sua alta probabilidade percebida de erro (50,0%) durante a aplicação do modelo da pesquisa (HOQ + RASE + desenvolvimento do modelo BIM + configuração da regra + checagem), está na aplicação das exceções para determinar ou calcular a “taxa de ocupação” (art. 68 e parágrafo único da Lei Complementar nº 215/2012). Com essa observação, pode-se concluir que a simplificação dos parâmetros para critérios mais objetivos e compreensíveis deve prevalecer, seja do desenvolvimento de regras ou no aperfeiçoamento dos códigos da construção.

Figura 32 – Erro intencional “taxa de ocupação” no modelo “residências isoladas”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

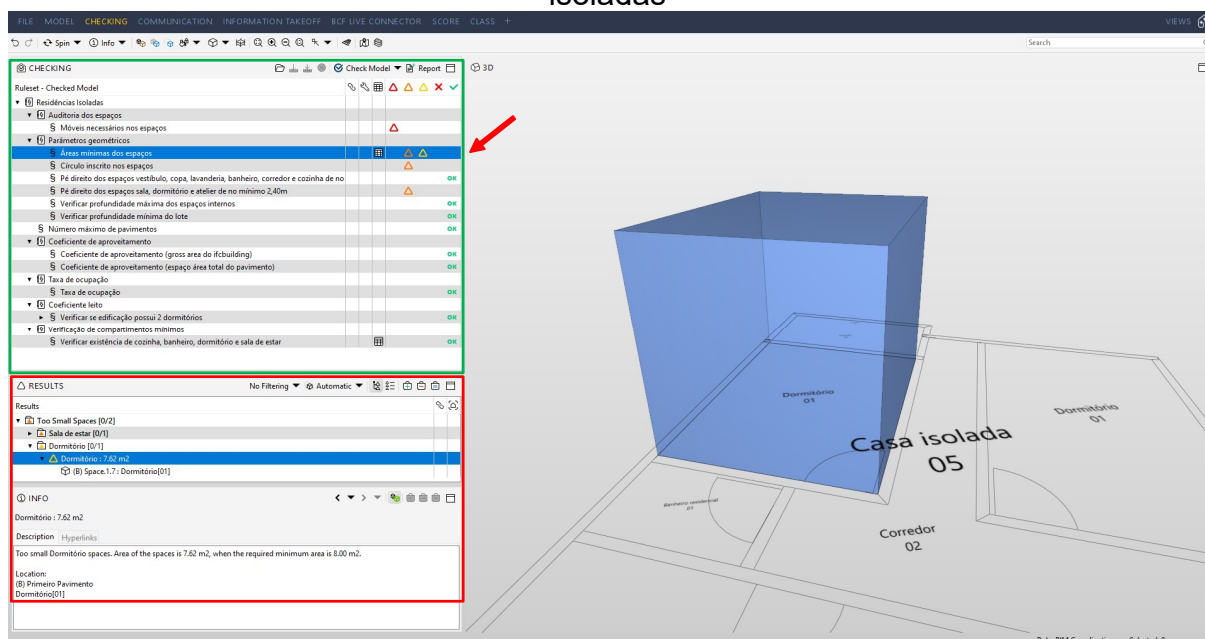
No modelo “casas populares” foram criados erros intencionais nos parâmetros geométricos dos cômodos, como para o pé-direito (Figura 28) e para o círculo inscrito (Figura 29). Esses erros intencionais também foram criados no modelo “residências isoladas” para a área do cômodo “demais quartos”, como pode ser observado na Figura 33. Dentro do quadro em vermelho pode-se observar que o Solibri indica que o requisito mínimo para a área deveria ser de 8,00 m², mas o cômodo “demais quartos” (“dormitório” “4A 49 22 01”, classificação da NBR 15965 – Quadro 3 e Figura 17). E também foi repetido o erro para o parâmetro círculo inscrito no cômodo “vestíbulo” (4A 61 04 04) como pode ser observado na Figura 34.

A intenção de se conferir os parâmetros geométricos do “vestíbulo” está na baixa probabilidade percebida de ocorrência de erro (6,7) e boa qualidade de informação (0,7) obtida na pesquisa, e assim verificar a possibilidade de se criar regras no Solibri para o termo “vestíbulo” que se assemelha a maioria dos cômodos descritos no código da construção do estudo.

A configuração das regras no Solibri (Quadro 5 e Figura 23) para a verificação dos parâmetros geométricos do “vestíbulo” foi simples como no caso dos cômodos no modelo “casas populares” que possuíam mobiliários/equipamentos no modelo. No entanto, a verificação do parâmetro círculo inscrito no Solibri tem uma limitação, pois ao ter exportado o arquivo IFC do modelo “residências isoladas” com os mobiliários o

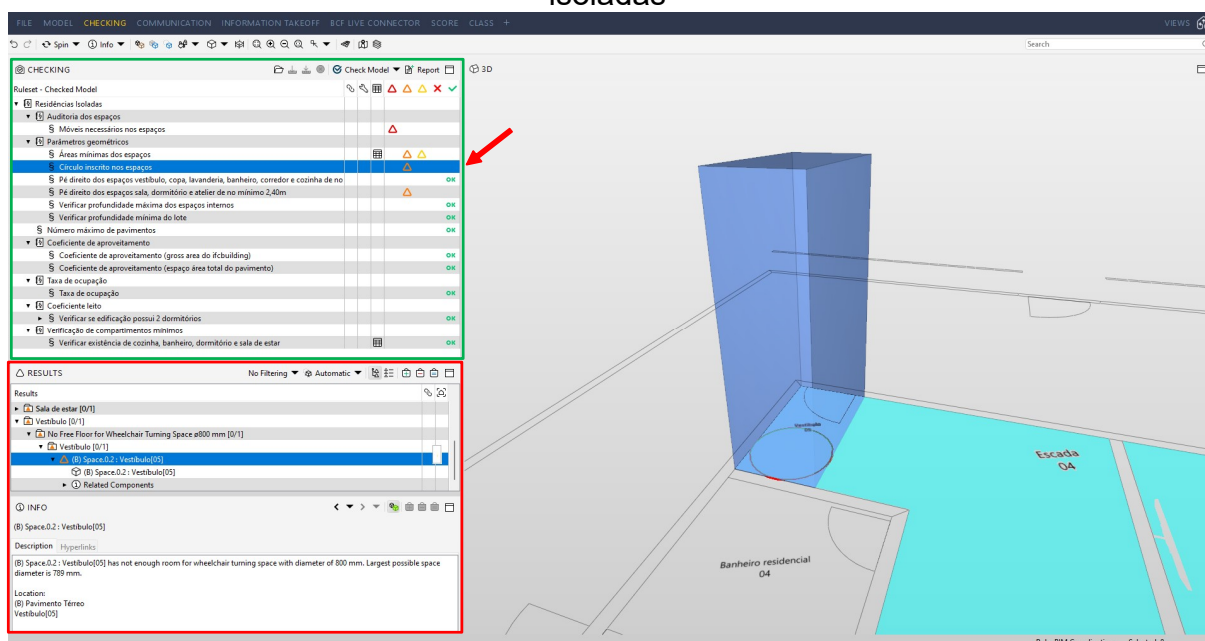
Solibri considera esse objetos (mobiliários/equipamentos) pois foi uma regra criada para análise de acessibilidade que precisa considerar apenas os espaços disponíveis. Neste sentido, imaginasse que seria possível programar no Solibri para desconsiderar os mobiliários/equipamentos e analisar apenas o círculo inscrito do cômodo.

Figura 33 – Erro intencional “área” no “demais quartos” no modelo “residências isoladas”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

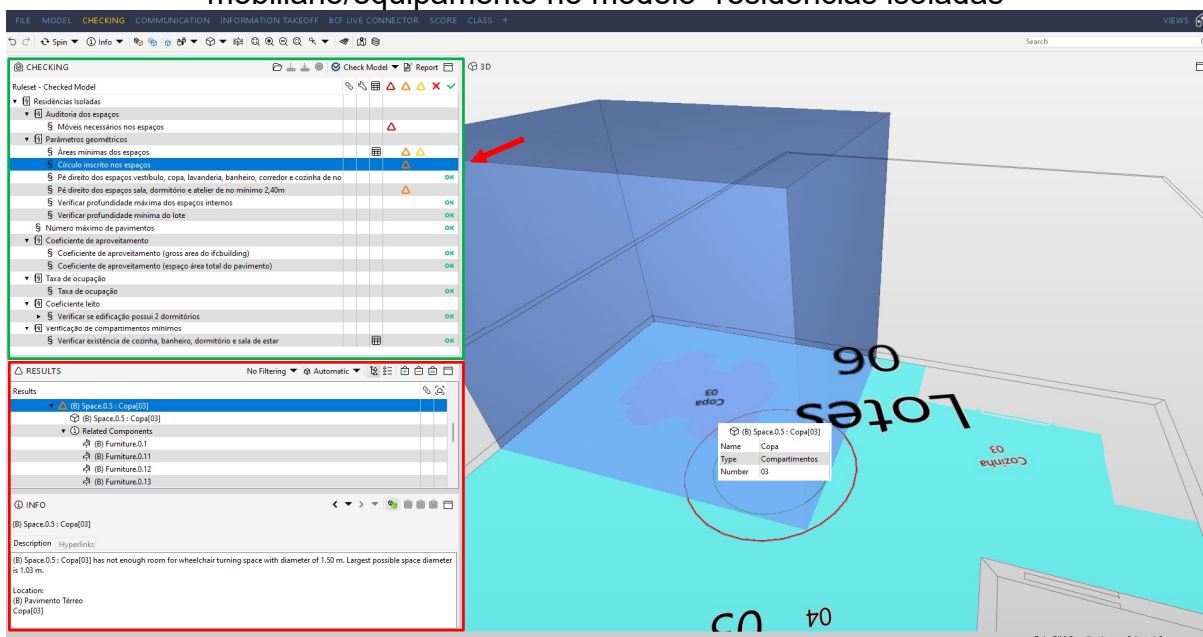
Figura 34 – Erro intencional “círculo inscrito” no “vestíbulo” no modelo “residências isoladas”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

A limitação da versão do Solibri sobre a não ser possível de se verificar o parâmetro diâmetro do círculo inscrito nos cômodos que possuem mobiliário/equipamento é apresentada na Figura 35 para o cômodo “cozinha”.

Figura 35 – Limitação da versão do Solibri para o “círculo inscrito” nos cômodos com mobiliário/equipamento no modelo “residências isoladas”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

O objetivo de se colocar mobiliário e/ou equipamentos nos cômodos está na lógica de que um cômodo (lugar, espaço, compartimento...) só pode cumprir com a sua função quando mobiliários e/ou equipamentos necessários ao atendimento da função estão dentro, ou estão contidos nesse cômodo. Ou seja, um dormitório (quarto) difere-se de uma cozinha porque em um dormitório tem obrigatoriamente uma cama e numa cozinha tem obrigatoriamente um fogão, uma pia e uma geladeira, como exemplo.

Está lógica de se inserir nos cômodos os mobiliários/equipamentos correspondentes as funções dos cômodos, serviria com um validador desses cômodos tanto pelo nome atribuído aos cômodos (espaços, lugares...) como também aspectos geométricos dos cômodos com circulação mínima entre os mobiliários/equipamentos, paredes, janelas e portas.

De acordo com a lógica descrita anteriormente, é necessário ampliar tanto a lista de códigos na NBR 15.965-6 (Unidades e espaços da construção) como na NBR

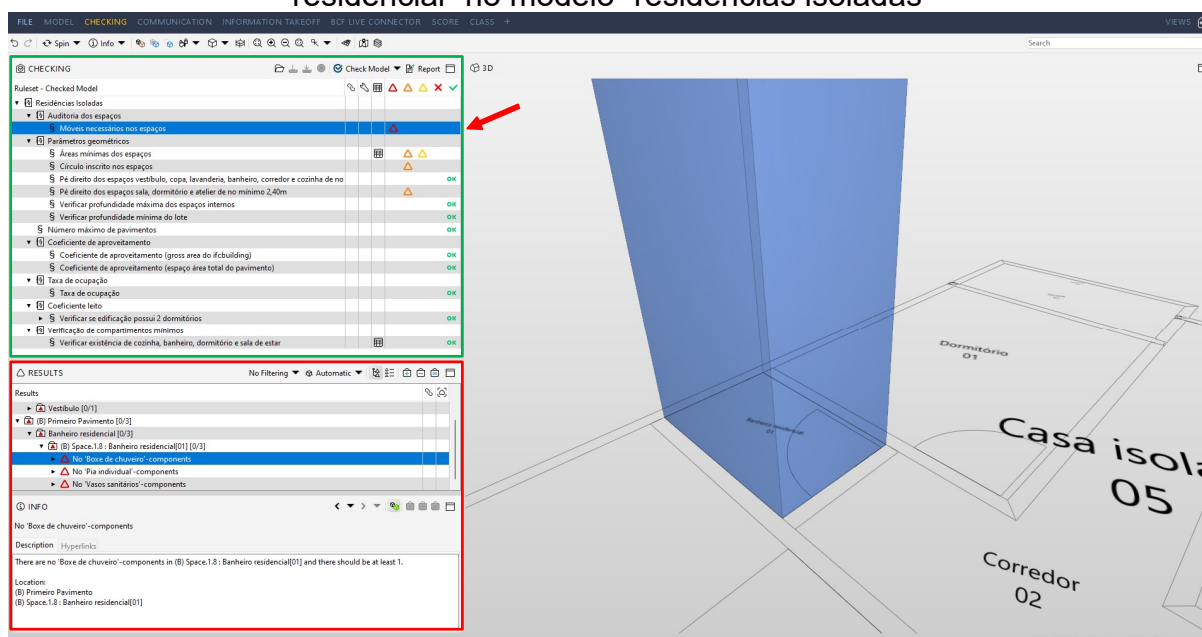
15.965-4 (Recursos da construção) para verificar e validar a existência de cômodos mínimos em uma edificação, bem como suas medidas (geometrias) mínimas. Além da ampliação dos códigos nas tabelas da série NBR 15.965, é fundamental concluir os trabalhos do grupo na ABNT responsável pelos "Requisitos de Objetos para Modelagem da Informação da Construção (BIM)". Com a publicação dessa futura norma, os fabricantes seriam capazes de disponibilizar modelos de seus produtos com as informações padronizadas necessárias para uso ao longo do ciclo de vida dos ativos da construção civil. Dessa forma, por meio dessas informações fornecidas pelos fabricantes, seria possível realizar verificações com segurança.

A segurança referida estaria na disponibilidade de metadados nos objetos, os quais seriam analisados em softwares como Solibri ou em plataformas de verificação de conformidade da construção civil, com o objetivo de diminuir erros decorrentes de uma obrigatoriedade de inclusão de informações que seriam analisadas, ou seja, retirar dos projetistas a obrigatoriedade de inserir informações nos objetos como também de impedir a manipulação de informações por eles que levariam a uma análise equivocada ou burlada do código da construção em análise.

Nas Figuras 36 e 37 foram analisados se os cômodos possuíam ou não os mobiliários/equipamentos definidos na Figura 17 e no Quadro 3.

Na Figura 36 no "banheiro residencial" a checagem era em verificar "móveis necessários nos espaços" e na análise apareceu o triângulo "▲" (indicado pela seta em vermelho), registrando a existência e erro na modelagem. No quadro em vermelho abaixo do quadro em verde "*RESULTS*" aparece que no "banheiro residencial" não foram encontrados "Boxe de chuveiro", "Pia individual" e "Vasos sanitários".

Figura 36 – Erro intencional pela falta de mobiliário/equipamento no “banheiro residencial” no modelo “residências isoladas”

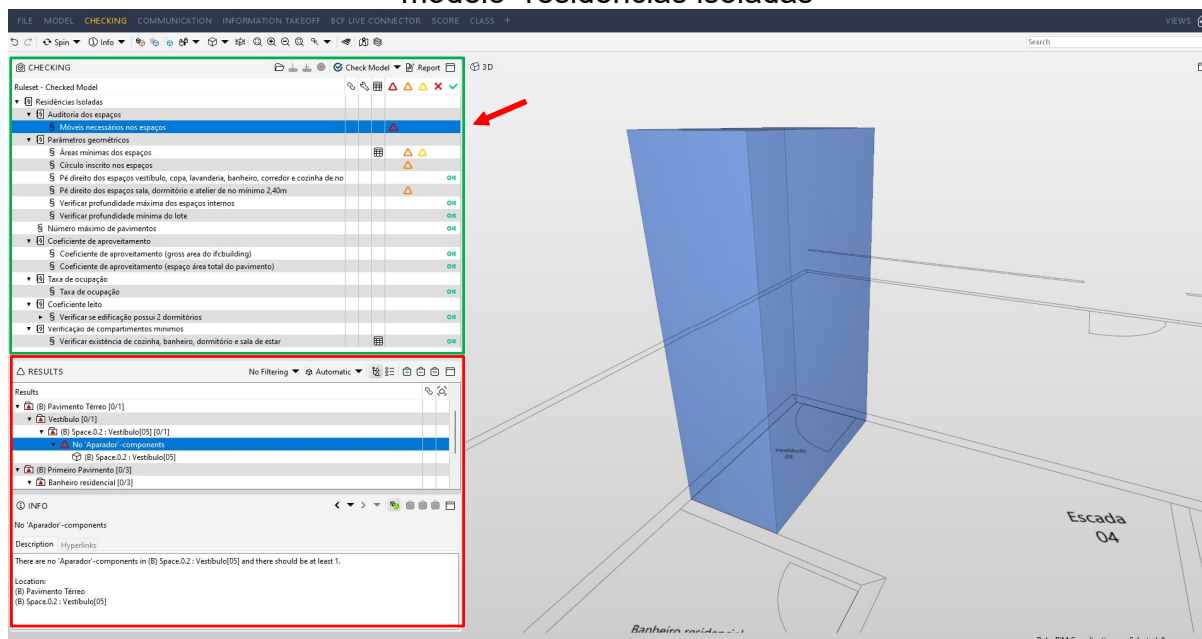


Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Essa mesma análise na busca do erro intencional da função dos espaços (cômodos) pela existência de mobiliário/equipamento também foi realizada no “vestíbulo”. Confirmando a possibilidade de especificar para cada espaço específico os mobiliários e/ou equipamentos mínimos para a confirmação da função do espaço (cômodo).

Os demais cômodos (espaços) presentes no modelo “residências isoladas”, conforme Figura 17, como estavam com os mobiliários/equipamentos mínimos não apresentaram erros como esperado.

Figura 37 – Erro intencional pela falta de mobiliário/equipamento no “vestíbulo” no modelo “residências isoladas”



Fonte: Imagem extraída do Solibri Model Checker. Elaborada pelo autor (2023).

Se fosse realizada a verificação assistida por computadores dos requisitos do modelo, vinculando os espaços (cômodos) aos mobiliários/equipamentos mínimos necessários para atender suas funções, seria necessário criar anexos ao código da construção civil. O objetivo seria explicar como o modelo deve ser desenvolvido para que possa ser verificado corretamente.

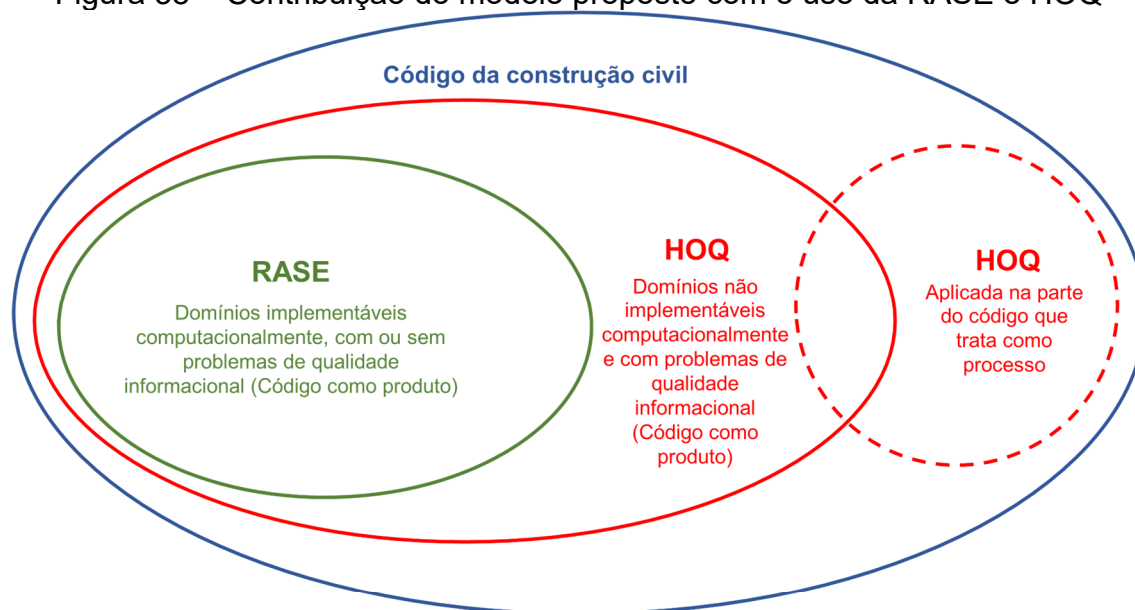
6 CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA

A principal contribuição do estudo de caso reside na demonstração de que a aplicação da metodologia RASE em códigos da construção civil isoladamente contribui somente para verificar as partes dos códigos que são aptas para uso computacional e aquelas que precisam de ajustes para serem aptas. No entanto, ela não é suficiente para melhorar a qualidade da informação nos códigos analisados. A RASE não avalia se algumas das partes que compõem o código em estudo estão associadas a ocorrências de erros e se esses erros estão associados à compreensibilidade, completude e facilidade de uso, ou seja, a RASE não avalia se os códigos da construção estão atendendo aos seus objetivos e se são compreendidos pelos seus usuários. Neste mesmo contexto, a aplicação apenas da Casa da Qualidade (HOQ), para melhorar a qualidade dos códigos da construção civil, não é garantia de que a melhora nos códigos assegurará a adequação deles para uso computacional. Assim como a mera criação de modelos em BIM e regras de análises isoladamente serão suficientes para melhorar a qualidade de um código da construção civil.

A Figura 38 ilustra a contribuição acadêmica para o estudo de caso da presente pesquisa, ao apresentar a HOQ como uma ferramenta importante para, juntamente com a RASE, a prototipagem de modelos BIM e as regras de análise, melhorarem a qualidade dos códigos da construção civil.

Na Figura 38 sugere-se a limitação da RASE aplicada nos códigos da construção uma vez que parte dos conteúdos contidos num código da construção pode se referir aos processos internos, ou mesmo explicações gerais que não seriam aplicadas no desenvolvimento de projetos. Assim, com a casa da qualidade (HOQ) que não seria aos assuntos gerais, mas poderia ser usada tanto na qualidade da parte do código da construção civil como produto como na parte relacionada com o processo, sendo que este último não foi objeto do estudo (por isso aparece no círculo pontilhado na Figura 38).

Figura 38 – Contribuição do modelo proposto com o uso da RASE e HOQ



Legenda:

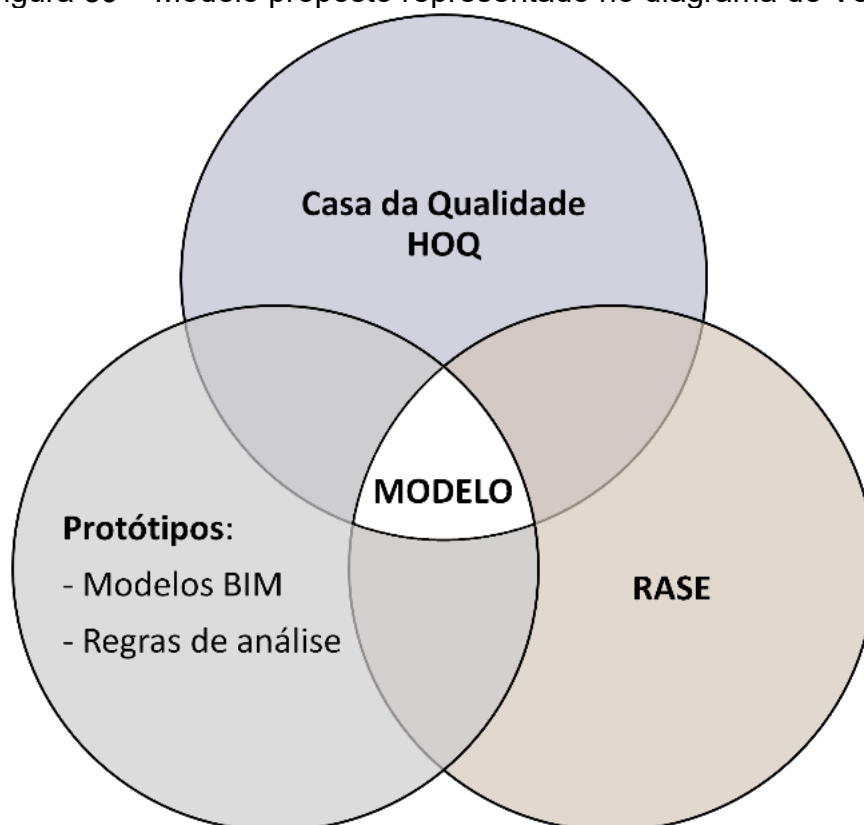
- Código da construção civil
- HOQ aplicada ao produto (projeto) do código da construção civil
- RASE aplicada no código da construção civil
- - - HOQ aplicada ao processo do código da construção civil

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A partir dos aprendizados obtidos no estudo de caso e as interligações de conceitos visualizadas na Figura 38, foi possível propor uma generalização da estrutura conceitual utilizada, através do diagrama de Venn¹¹, conforme Figura 39.

¹¹ Diagrama de Venn é uma representação gráfica utilizada na matemática para apresentar elementos, propriedades ou problemas de um conjunto. É caracterizado por duas ou mais circunferências que se cruzam formando subconjuntos.

Figura 39 – Modelo proposto representado no diagrama de Venn



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A Figura 39 representa quando o aperfeiçoamento de um código da construção civil poderá ter a qualidade informacional a que se propõem, ou seja, quando houver a aplicação da HOQ, da Rase e do uso de protótipos de modelos BIM e regras de análises dos domínios dos códigos a serem aperfeiçoados.

7 CONCLUSÃO

O objetivo geral da pesquisa era propor um modelo para estruturação de códigos da construção civil para a automatização da análise de modelos BIM no processo de licenciamento de projetos de edificações. E com o estudo foi possível comprovar que a aplicação conjunta das metodologias HOQ e RASE, além da criação de modelos de testes em BIM (protótipos) e regras de análise computacional, permitiu testar os domínios com alta probabilidade de erro e baixa qualidade informacional. E assim foi proposto o aperfeiçoamento jurídico de alguns dos domínios submetidos ao modelo do estudo. Dessa forma, compreende-se que a aplicação do modelo proposto neste estudo possibilitará uma melhoria na qualidade das informações contidas nos códigos da construção civil, e, conseqüentemente, na implementação computacional dos domínios desses códigos. Esses domínios serão submetidos ao modelo proposto para a verificação automatizada da conformidade dos códigos da construção civil.

Sobre os objetivos específicos:

a) Avaliar o conteúdo do código de obras e plano diretor do município, legislação aplicada ao licenciamento de edificações.

A contribuição do estudo sobre o objetivo “a)” levantada durante o desenvolvimento dos trabalhos foi sobre a extensão da lista de domínios (termos ou requisitos) presentes no conjunto de leis que foram colocadas na pesquisa, mas que ao serem analisadas levaram a outros domínios não analisados pelos respondentes, como no caso do termo “coeficiente-leito”, onde os termos “casas populares”, “residências isoladas”, “leito” e “área total de cada moradia” não constavam na lista de termos ou requisitos da pesquisa. Ou seja, indiretamente os resultados da HOQ levaram a analisar termos não listados inicialmente na pesquisa, para entender a origem dos erros apontados pelos respondentes, demonstrando que não se faz necessário listar todos os termos presentes num código ou num conjunto de códigos da construção. Desta forma, pode-se afirmar que foi possível avaliar o conteúdo do código da construção civil aplicada ao licenciamento de edificações da Prefeitura de Itajaí.

Ainda sobre o objetivo “a)” outra contribuição importante do estudo foi a confirmação apontada por İlal e Günaydin na RASE modificada, quanto a minimizar redundâncias e melhorar a concisão orientada sobre a necessidade de uma análise

mais abrangente a respeito dos domínios (termos ou requisitos) analisados dentro dos códigos da construção.

Objetivo específico “b)” Avaliar o quanto os erros de projetos estão associados à qualidade da informação dos termos ou requisitos (domínios) da legislação municipal aplicada ao licenciamento de edificações.

Nesta linha cabe destacar os casos em que se trata da necessidade de entender a origem dos erros e as causas da **baixa qualidade da informação** sobre os domínios pesquisados, pois houve a necessidade de buscar relações entre outros termos pesquisados e não pesquisados que constituem as legislações do objeto da pesquisa, revelando-se uma prática importante para o aperfeiçoamento da legislação. No entanto, essa mesma abordagem foi aplicada nos termos com **baixa probabilidade de ocorrência de erro e boa qualidade da informação**, que, diferentemente da busca pelas causas dos erros, permitiu a observância de inconsistência e desatualização nas definições dos termos, bem como da necessidade de se criar um glossário e um tesouro. Com essas considerações foi possível demonstrar que o modelo proposto avaliou como os erros de projetos estão associados à qualidade da informação dos termos ou requisitos (domínios) da legislação municipal aplicada ao licenciamento de edificações.

Objetivo específico “c)” Avaliar o quanto a qualidade da informação em relação aos termos ou requisitos da legislação municipal aplicada ao licenciamento de edificações, facilita o uso computacional para análise dos projetos a partir de modelos em BIM.

O objetivo “c)” está atrelado ao objetivo “a)” quanto ao tema glossário de termos, o qual deve estar a definição objetiva dos parâmetros que serão analisados, para que seja eliminada a subjetividade que impede a criação de modelos adequados para a verificação das conformidades do código da construção.

Outro ponto a ser considerado ao aplicar a casa da qualidade (HOQ) para avaliar os termos em um conjunto de códigos, como é o caso do termo **"taxa de ocupação do embasamento"** que não possui uma definição própria, refere-se à necessidade de criar definições para todos os termos essenciais na elaboração de projetos. No caso, sobre o termo **"taxa de ocupação do embasamento"**, poder-se-ia

propor uma definição como: o quociente expresso em porcentagem entre a área ocupada pela projeção vertical de todas as partes edificadas de todos os pavimentos contidos no embasamento e a área do lote em que estão localizadas, até os limites definidos nos zoneamentos.

Ademais, um aspecto importante sobre a seleção dos domínios para construção da lista da pesquisa foi levantado na análise do termo “abrigo”, onde ficou evidente que os domínios de um código da construção civil, para a aplicação da metodologia proposta na pesquisa, precisam de uma seleção mais elaborada, em que não se gere uma lista de pesquisa extensa e uma lista com termos vagos que gerem diferenças de contexto entre os entrevistados.

Ainda sobre o objetivo “c)” Faz-se necessário mencionar também o uso da classificação das informações da construção (NBR 15965) como meio de viabilizar ou facilitar a validação das verificações computacionais sobre o atendimento das exigências do código em análise. Ao construir a análise no Solibri, usando a lógica do “coeficiente leito”, foi possível perceber a necessidade de classificação dos ambientes (compartimentos/cômodos) da edificação. Outro ponto importante relacionado ao sistema de classificação da informação da construção e à sua adoção nos códigos da construção civil foi identificado nos termos “casas populares” e “residências isoladas”, que estão presentes na legislação do estudo e que são tipos de “residências unifamiliares” (4U 26 02). Eles não estão presentes na NBR 15965-6:2022, no entanto, está presente o termo “casa isolada” código: “4U 26 02 02”, o que em tese seria um termo sinônimo para “residências isoladas”, gerando dúvidas sobre se houve mudança do termo “residências isoladas” por “casa isolada” na legislação ou se houve a criação de um tesouro.

Objetivo específico “d)” Testar em protótipos BIM se a verificação automatizada de conformidade de códigos da construção civil auxilia no aperfeiçoamento da legislação aplicada ao licenciamento de edificações.

O aperfeiçoamento de um código da construção civil deveria passar pelas análises no modelos de testes, onde foi percebida a necessidade de orientar os projetistas sobre a exportação das informações via IFC para a realização das análises. Ou seja, não basta a criação ou o aperfeiçoamento jurídico para o uso computacional na verificação do atendimento aos códigos da construção, mas também o

desenvolvimento de manuais (para cada fabricante de software) de modelagem e exportação das informações que serão analisadas. Foi possível verificar que o aperfeiçoamento da legislação aplicada ao licenciamento de edificações irá viabilizar a análise computacional com uso do BIM.

Ainda nesse contexto, também foi percebido uma vulnerabilidade ao orientar os projetistas para exportação dos modelos, como no caso de solicitar a modelagem a “área total construída” como “*space*” com o objetivo de determinar o “coeficiente de aproveitamento”, pois a modelagem do “*space*” “área total construída” estaria sujeita a erros intencionais e não intencionais. Para evitar a possibilidade erros, para esse exemplo, seria necessária uma auditoria sobre o modelo para confirmar se de fato o “*space*” “área total construída” corresponde aos limites dos vértices da paredes ou outros elementos que compreendem a verdadeira “área total construída”.

Com essa observação sobre a necessidade de uma auditoria prévia para posterior análise das regras, percebeu-se duas possibilidades de auditoria a primeira por um analista e a segunda por computação. A primeira implica que mesmo com o aperfeiçoamento dos códigos da construção a tão sonhada automação completa da análise ainda não se viabilizaria, sendo uma semi-automação. A segunda só será possível provavelmente com um estudo mais aprofundado sobre o uso de inteligência artificial sobre o IFC, como uma validação de metadados em arquivos digitais.

7.1 RECOMENDAÇÕES DE APERFEIÇOAMENTO DA LEGISLAÇÃO ESTUDADA

A principal recomendação para o aperfeiçoamento legal dos códigos da construção é a modelagem dos requisitos exigidos e a simulação em sistemas computacionais para a validação desses requisitos, pois dessa forma será possível, no mínimo, testar o que está sendo exigido nesses códigos da construção.

No entanto, com base no estudo de caso, foi possível identificar que a melhor abordagem para o aperfeiçoamento de códigos da construção civil deve ser realizada com a aplicação da casa da qualidade (HOQ), com a RASE e com análise sobre modelos em BIM.

A utilização da ferramenta QFD na análise dos códigos de licenciamento de edificações de Itajaí mostrou-se uma abordagem necessária no aperfeiçoamento do referido código da construção como produto e como serviço. Como produto ao

identificar os problemas e buscar as causas para melhorar o código em si, e como serviço, ele se tornou mais fácil de ser aplicado em sistemas computacionais para automação de verificação de conformidades regulatórias. Ou seja, com o estudo foi possível avaliar o quanto a qualidade da informação em relação aos termos ou requisitos da legislação municipal aplicada ao licenciamento de edificações, facilitou o uso computacional para análise dos projetos a partir de modelos em BIM.

Quanto à análise de requisitos da construção civil sobre modelos em BIM, com base no estudo, percebeu-se a necessidade da criação de um glossário da construção civil brasileira para uma primeira padronização, a ampliação de termos e de seus respectivos códigos contidos na série da NBR 15965 (SILVA *et al.*, 2022). E, de forma orientativa, a criação de guias ou manuais de modelagem para os códigos da construção novos ou revisados e/ou aperfeiçoados como um anexo para auxiliar os projetistas na estruturação das informações durante a modelagem e posterior exportação do arquivo em IFC para a posterior análise computacional.

Dessa forma, será possível de fato gerar o aperfeiçoamento na legislação necessário para uma futura ou imediata aplicação computacional para a automação da análise sobre modelos de edificações, o que irá promover a desburocratização do serviço de licenciamento para construção, tornando-o mais ágil e transparente, sem a perda do rigor técnico necessário para o desenvolvimento urbano das cidades brasileiras, bem como impactar positivamente no desempenho das empresas do setor da construção civil.

7.2 LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA E DO MODELO CONCEITUAL

Uma limitação da metodologia reside na obtenção dos dados sobre a qualidade da informação necessários para compor a Casa da Qualidade (HOQ). No início da pesquisa, considerou-se a possibilidade de acessar os documentos contendo as análises dos projetistas sobre os projetos submetidos ao licenciamento, a fim de identificar os erros de projeto e sua frequência. Com base nesses resultados, seria possível obter a lista dos domínios com maior probabilidade de erro para a elaboração da HOQ, a qual seria posteriormente submetida aos analistas para análise dos atributos de qualidade (Completeness, Compreensividade e Facilidade de uso). No entanto, devido às exigências estabelecidas pela Lei Geral de Proteção de Dados

Pessoais (LGPD) (BRASIL, 2018), optou-se por identificar diretamente na legislação os termos ou requisitos (domínios) que poderiam estar relacionados aos erros de projeto, e esses termos foram avaliados com base na percepção e experiência dos analistas em relação à ocorrência de erros em projeto.

Na qualificação, também foi apresentada a comparação dos resultados da HOQ entre os analistas da prefeitura e os projetistas com experiência na legislação de Itajaí. No entanto, a banca entendeu que os resultados obtidos pelos analistas seriam suficientes para demonstrar a proposta da pesquisa.

7.3 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Um estudo necessário para aperfeiçoar a legislação em questão é a validação das exceções, como no caso do termo "coeficiente de aproveitamento". No parágrafo 1 do artigo 69 da Lei Complementar nº 215/2012 (Zoneamento), está estabelecido que certos espaços, como "sótão" e "casa de máquinas", não serão contabilizados no cálculo do coeficiente de aproveitamento do lote. No entanto, a legislação não é clara sobre se apenas as áreas internas desses espaços devem ser computadas (área líquida sem as áreas das paredes que formam esses espaços) ou se as paredes que formam esses espaços devem ser consideradas, uma vez que é possível ter paredes que sejam comuns entre espaços computados e não computados. Para validar essas exceções, seria necessário analisar o maior número possível de projetos aprovados e outras exceções, para avaliar se seria mais coerente ampliar os valores do coeficiente de aproveitamento.

Outra sugestão para trabalhos futuros está relacionada à necessidade de atenção na verificação automatizada de análises subsequentes após uma primeira análise, observando se os erros iniciais identificados foram corrigidos e se não houve alteração em outros itens já aprovados. Após o aperfeiçoamento do código da construção civil, é necessário desenvolver um processo de submissão e análise que traga agilidade e segurança jurídica processual e urbanística para a sociedade.

A análise subsequente não é uma tarefa trivial, pois requer a identificação e registro dos aspectos previamente analisados e cumpridos do código da construção, bem como a compreensão de como os domínios não atendidos na primeira análise

podem afetar os domínios atendidos. Portanto, é necessário criar modelos de protótipos que simulem situações o mais próximas possível da realidade.

Como mencionado anteriormente, é de suma importância estudar a definição de MVD (*Model View Definition*) exclusivos para análises computacionais das regras contidas em um código de construção civil.

Além disso, é necessário aprofundar a auditoria prévia dos modelos antes da análise das regras do código de construção, e a forma de auditoria seria um tema importante a ser explorado, pois também seria base para outras auditorias de qualidade sobre os modelos.

Por fim, há uma lacuna a ser explorada na incorporação do GIS ao BIM na temática de análise automatizada de regras de legislações urbanísticas no tocante ao zoneamento e gestão territorial das cidades.

Com base nas limitações da metodologia e do modelo conceitual propostos, é recomendado buscar outras abordagens para identificar os domínios com maior probabilidade de erros. Isso pode ser feito por meio da análise documental ou por outros métodos viáveis.

REFERÊNCIAS

APROVA DIGITAL. Disponível em: <https://aprova.com.br/>. Acesso em: 17 dez. 2021.

ANDRADE E SILVA, Flávio Paulino. de. **Verificação automatizada dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma BIM Solibri Model Checker. Belo Horizonte**, 2017. 161 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B32NDG>. Acesso em: 27 maio 2023.

ALTINTAŞ, Y. D.; ILAL M. E. Loose coupling of GIS and BIM data models for automated compliance checking against zoning codes. **Automation in Construction**, Volume 128, 2021, 103743, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103743>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-1**: Sistema de classificação da informação da construção: Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-2**: Sistema de classificação da informação da construção - Parte 2: Características dos objetos da construção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-3**: Sistema de classificação da informação da construção: Parte 3: Processos da construção. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-4**: Sistema de classificação da informação da construção - Parte 4: Recursos da construção. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-5**: Sistema de classificação da informação da construção: Parte 5: Resultados da construção. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-6**: Sistema de classificação da informação da construção: Parte 6: Unidades e espaços da construção. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-7**: Sistema de classificação da informação da construção: Parte 7: Informação da Construção. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12006-2**: Construção de edificação: organização de informação da construção: Parte 2: estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2018.

BEACH, T. H.; HIPPOLYTE J.; REZGUI, Y. Towards the adoption of automated regulatory compliance checking in the built environment. **Automation in Construction**, Volume 118, 2020, 103285. ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103285>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BEACH, Thomas H. *et al.* A rule-based semantic approach for automated regulatory compliance in the construction sector. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 12, p. 5219-5231, 2015. ISSN 0957-4174. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.02.029>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F.E.; GIACCHETTA, G. A fuzzy-QFD approach to supplier selection. **Journal of Purchasing and Supply Management**, Volume 12, Issue 1, 2006, Pages 14-27, ISSN 1478-4092. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2006.02.001>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BOTTANI, E. A fuzzy QFD approach to achieve agility. **International Journal of Production Economics**, Volume 119, Issue 2, 2009, Pages 380-391, ISSN 0925-5273. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.02.013>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BRASIL, 2001 - Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 - **Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 20 nov.2021.

BRASIL, 2020 - Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 - **Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 14 dez. dez. 2021.

BRASIL, 2018 - Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014** (Marco Civil da Internet). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm>. Acesso em: 21 maio 2023.

BRASIL, 2021 - Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021 - **Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 14 dez. 2021.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD FOR BUILDINGS. Disponível em: Site: <https://www.breeam.com/>. Acesso em 31 jan. 2022.

BuildingSMART. Disponível em: <https://github.com/buildingSMART/lfcDoc>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <https://cbic.org.br/salvador-licenciara-obras-de-obras-de-projetos-desenvolvidos-em-bim/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

CHAN, L.; WU M. Quality function deployment: A literature review. **European Journal of Operational Research**. Volume 143, Issue 3, 2002, Pages 463-497, ISSN 0377-2217. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00178-9). Acesso em: 30 nov. 2021.

DURSUN, M.; KARSAK, E. E. **A QFD-based fuzzy MCDM approach for supplier selection**. Applied Mathematical Modelling, Volume 37, Issue 8, 2013, Pages 5864-5875, SSN 0307-904X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2012.11.014>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ESTRATÉGIA BIM BR – Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITARIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2021.

EASTMAN, C.; LEE, J. M.; JEONG, Y. S.; LEE, J. K. Automatic rule-based checking of buildings designs. **Automation in Construction**, v. 18, n. 8, p. 1011-1033, dez. 2009.

EASTMAN, C. TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to building information for owners, managers, designers, engineers and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

ELEFThERIADIS, S.; DUFFOUR, P.; MUMOVIC, D. Participatory decision-support model in the context of building structural design embedding BIM with QFD. **Advanced Engineering Informatics**, Volume 38, 2018, Pages 695-711, ISSN 1474-0346. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.10.001>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FAN, S.; CHI H.; PAN, P. Rule checking Interface development between building information model and end user. **Automation in Construction**, Volume 105, 2019, 102842, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102842>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FAUTH, J.; BARGSTÄDT, H. J. **The building permit - how to standardize traditionally established processes**. Conference: IABSE At: New York City (USA), 2019.

FRANÇA, Fernando Wollert. **Método para verificação automática de regras utilizando bim aplicado ao código de segurança contra incêndio e pânico do Paraná (CSCIP-PR)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná,

Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/66027>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FENVES, S.J.; WRIGHT, R.N.; STAHL, F.I.; REED, K.A. **Introduction to SASE: Standards Analysis, Synthesis and Expression**, NBSIR, Editor, National Bureau of Standards, Washington, D.C.; 1987. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.6028/NBS.IR.87-3513>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FERREIRA, F. A.; DE MOURA, F. L.; BARROS, V. F. D. A. **Avaliação da qualidade da informação: Um estudo de caso**. Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education. 13. 10.14684/intertech.13.2014.467-471. 2014.

FIGUEIREDO, L. V. **Curso de Direito Administrativo**. 7 ed. rev. atual. ampl. São Paulo: Malheiros, 2004.

GARRETT, J. H.; PALMER, M. E.; DEMIR, S. Delivering the Infrastructure for Digital Building Regulations. **Journal of Computing in Civil Engineering**, 2014. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000369.

GALETTO, M.; FRANCESCHINI, F.; MAISANO, D.; MASTROGIACOMO, L. Engineering characteristics prioritisation in QFD using ordinal scales: A robustness analysis. **European Journal of Industrial Engineering**. 2018. 12. 151. 10.1504/EJIE.2018.090617.

GREENWOOD, David et al. Automated compliance checking using building information models. In: **The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors, Paris 2nd-3rd September**. RICS, 2010..

GUEDES, Ítalo; ANDRADE, Max Lira. Automatic Rule-Based Checking for the Approval of Building Architectural Designs of Airport Passenger Terminals based on BIM. p. 333-338. In: Proceedings of 37 eCAADe and XXIII SIGraDi **Joint Conference, "Architecture in the Age of the 4Th Industrial Revolution"**, Porto 2019. DOI:10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_613.

GUEDES, Ítalo; ANDRADE, Max Lira. Standardization of Airport Architectural Design Projects BIM-based for Code Checking. **XXIV International Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics**, SIGraDi 2020.

HAUSER, J. R.; CLAUSING, D. **The house of quality**. (1988): 63-73.

HÄUßLER, M.; ESSER, S.; BORRMANN, A. Code compliance checking of railway designs by integrating BIM, BPMN and DMN. **Automation in Construction**, Volume 121, 2021, 103427, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103427>. Acesso em: 30 nov. 2021.

HJELSETH, Eilif; NISBET, Nick. Exploring semantic based model checking. In: **Proceedings of the 2010 27th CIB W78 international conference**. 2010.

HJELSETH, Eilif; NISBET, Nick. Capturing normative constraints by use of the semantic mark-up RASE methodology. In: **Proceedings of CIB W78-W102 Conference**. 2011. p. 1-10.

HJELSETH, E. **Foundations for BIM-based model checking systems: transforming regulations into computable rules in BIM-based model checking systems**. Philosophiae Doctor (PhD) Thesis. Department of Mathematical Sciences and Technology Norwegian University of Life Sciences. Ås, Norway, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11250/2579671>. Acesso em: 30 nov. 2021.

HJELSETH, Eilif. Classification of BIM-based model checking concepts. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 21, n. 23, p. 354-369, 2016.

İLAL, S. M.; GÜNAYDIN H. M. Computer representation of building codes for automated compliance checking. **Automation in Construction**, Volume 82, 2017, Pages 43-58, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.018>. Acesso em: 30 nov. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/itajai.html>. Acesso 04 abr. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 04 abr. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 12006-2:2001: **Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification of information**. Genebra, 2001.

ISMAIL, Aimi Sara; ALI, Kherun Nita; IAHAD, Noorminshah A. A review on BIM-based automated code compliance checking system. In: **2017 international conference on research and innovation in information systems (icriis)**. IEEE, 2017. p. 1-6, doi: 10.1109/ICRIIS .2017.8002486.

ITAJAÍ, Decreto nº 11.407, de 05 de setembro de 2018. **Regulamenta a Lei Complementar nº 215, de 31 de dezembro de 2012, no que tange aos recuos**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/i/itajai/decreto/2018/1140/11407/decreto-n-11407-2018-regulamenta-a-lei-complementar-n-215-de-31-de-dezembro-de-2012-no-que-tange-aos-recuos>. Acesso em: 10 out. 2021.

ITAJAÍ, Lei nº 2763, de 26 de outubro de 1992. **Institui o código de obras do município de Itajai, e dá outras providências**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/i/itajai/lei-ordinaria/1992/277/2763/lei-ordinaria-n-2763-1992-institui-o-codigo-de-obras-do-municipio-de-itajai-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 10 out. 2021.

ITAJAÍ, Lei nº 5859, 20 de setembro de 2011. **Estabelece parâmetros para a parte da edificação considerada "embasamento" no município de Itajaí.** Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/a/sc/i/itajai/lei-ordinaria/2011/586/5859/lei-ordinaria-n-5859-2011-estabelece-parametros-para-a-parte-da-edificacao-considerada-embasamento-no-municipio-de-itajai#:~:text=O%20PREFEITO%20DE%20ITAJA%C3%8D%20Fa%C3%A7o,usos%20estabelecidos%20pela%20Legisla%C3%A7%C3%A3o%20municipal.> Acesso em: 10 out. 2021.

ITAJAÍ, Lei Complementar nº 215, de 31 de dezembro de 2012. **Institui normas para o código de zoneamento, parcelamento e uso do solo no município de Itajaí.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/i/itajai/lei-complementar/2012/22/215/lei-complementar-n-215-2012-institui-normas-para-o-codigo-de-zoneamento-parcelamento-e-uso-do-solo-no-municipio-de-itajai#:~:text=9%C2%BA%20O%20uso%2C%20a%20ocupa%C3%A7%C3%A3o,ecoon%C3%B4mico%20e%20ao%20meio%20ambiente.> Acesso em: 10 out. 2021.

KATER, M.; RUSCHEL, R. C. O potencial da verificação automatizada baseada em regras para as medidas de segurança contra incêndio em BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 423-444, out./dez. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000400481>. Acesso em: 30 nov. 2021.

KEHL, Caroline; ISATTO, Eduardo Luíz. Barreiras e oportunidades para a verificação automática de regras da produção na fase de projeto com uso da tecnologia BIM. In: Encontro Brasileiro de tecnologia de informação e comunicação na construção, 7.; 2015, Recife. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, 2015.

KOVACS, Adam Tamas; MICSIK, Andras. BIM quality control based on requirement linked data. **International Journal of Architectural Computing**, v. 19, n. 3, p. 431-448, 2021. doi:10.1177/14780771211012175.

LAAKSO, M.; KIVINIEMI, A. The IFC Standard: a review of history, development, and standardization. **Journal of Information Technology in Construction**. ITcon, v. 17, p. 134-161, 2012. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2012/9>. Acesso em: 30 nov. 2021.

LECHEVALIER, D.J.; NARAYANAN, A.N.; REIDY, S.M.; MORRIS, K.C.; RACHURI, R. Ontological Visualization Interface for Standards: User's Guide. June 2013. **NIST Interagency/Internal Rep. (NISTIR)**, v. 7945, 2013, NIST, Gaithersburg, MD.

LIANG, Gin-Shuh; DING, Ji-Feng; WANG, Chun-Kai. **Applying fuzzy quality function deployment to prioritize solutions of knowledge management for an international port in Taiwan.** Knowledge-Based Systems, v. 33, 2012, Pages 83-91, ISSN 0950-7051. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.03.012>. Acesso em: 30 nov. 2021.

LIMA, M. S. B.; MOREIRA, E. V. **A Pesquisa qualitativa em geografia**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.37, v.2, p.27-55, ago./dez. 2015.

LOGOTHETIS, Sotiris; DELINASIOU, A.; STYLIANIDIS, Efstratios. **Building information modelling for cultural heritage: a review ISPRS Ann. Photogr. Remote Sens. Spatial Inform. Sci.**; v. 2 (2015), pp. 177-183, 10.5194/isprsannals-II-5-W3-177-2015.

MA, Z.; CAI, S.; MAO, N.; YANG, Q.; FENG, J.; WANG, P. Construction quality management based on a collaborative system using BIM and indoor positioning. **Automation in Construction**, Volume 92, 2018, Pages 35-45, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.027>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MAINARDI NETO, Antonio Ivo de Barros. **Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-24082016-075727/pt-br.php>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MALSANE, S.; MATTHEWS, J.; LOCKLEY, S.; LOVE, P. E.D.; GREENWOOD, D. Development of an object model for automated compliance checking. **Automation in Construction**, Volume 49, Part A, 2015, Pages 51-58, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.10.004>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MUSTAFFA, Nur Emma; SALLEH, Rozana Mohamed e ARIFFIN Hamizad Liyana T. **Experiences of Building Information Modelling (BIM) adoption in various countries**. 2017 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), 2017, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICRIIS.2017.8002508.

NAUMANN, Felix; ROLKER, Claudia. **Assessment methods for information quality criteria. German research society**, Berlin, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2817324_Assessment_Methods_for_Information_Quality_Criteria. Acesso em: 18 maio 2021.

NAWARI, Nawari O. **Building Information Modeling – Automated Code Checking and Compliance processes**, Boca Raton: CRC Press, ISBN-10:1498785336, 2018.

NYMAN, Douglas Jack. **An organizational model for design specifications**. University of Illinois at Urbana-Champaign, Ph.D.; 1974. Engineering, civil.

OLIVEIRA, Guilherme Galdino de. **A estabilidade do servidor público em confronto com o princípio da eficiência dentro da Administração Pública – Universidade Federal da Paraíba**. Departamento de Ciências Jurídicas, Santa Rita, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11354?locale=pt_BR. Acesso em: 30 nov. 2021.

PARK SeoKyung; LEE, Hyunsoo; LEE, Sang-Ik; SHIN, Jaeyoung; LEE, Jin-Kook. **Rule Checking Method-Centered Approach to Represent Building Permit Requirements**. Pages 1-8. 2015 Proceedings of the 32nd ISARC, Oulu, Finland, ISBN 978-951-758-597-2, ISSN 2413-5844. Disponível em: <https://doi.org/10.22260/ISARC2015/0049>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PAUWELS, P.; DEURSEN, D. V.; VERSTRAETEN, R.; ROO, J.; MEYER, R.; WALLE R. V.; CAMPENHOUT J. V. A semantic rule checking environment for building performance checking. **Automation in Construction**, Volume 20, Issue 5, 2011, Pages 506-518, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.11.017>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJAÍ. Disponível em: <https://itajai.prefeituras.net/login/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

PRETTO, Luana Siewert. **Modelo para a gestão de setores de aprovação de projetos em prefeituras: Estudo de caso na Cidade de Joinville**. Dissertação de Mestrados. Pós-graduação em engenharia civil. UFSC, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/175852>. Acesso em: 30 nov. 2021.

RIBEIRO, Romulo Luiz Pereira. **Análise automática de normas aplicada em projeto geométrico de superestrutura ferroviária**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B9EFJL>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ROTAVA R.; SILVA R. F.; ROMAN H.; MARCHIORI F. Análise de normativas de incêndio em BIM por verificação automática de regras. **Congresso Construção 2022**, dezembro de 2022, Guimarães, Portugal, vol. 1 p. 207.

KIA, S. Review of Building Information Modeling (BIM) Software Packages Based on Assets Management, **Amirkabir University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering**, v. 27, march 2013.

SACKS, R.; EASTMAN, C.M.; TEICHOLZ, P.; LEE, G. **BIM handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers**. 3rd ed., ISBN: 978-1-119-28755, 2018, 688 pgs Copyright © 2018 by John Wiley & Sons, Inc.

SANTOS, F.; BASTOS, L. C. Casa da qualidade e qualidade da informação: revisão sistemática. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.22, n.1, p.100-111, jan./mar. 2017

SANTOS, J. C.; VALENTIM, M. L. P. **Gestão da informação em ambientes organizacionais: em foco o setor têxtil e de vestuário**. Inf. Prof.; Londrina, v. 4, n. 1, p. 56-81, jan./jun. 2015.

SANTOS, R.; COSTA, A. A.; GRILLO, A. Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. **Automation in Construction**, v. 80, p. 118-136, ago. 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DE COMUNICAÇÃO DE SALVADOR. Disponível em: <https://comunicacao.salvador.ba.gov.br/prefeitura-licencia-primeiro-empresendimento-em-formato-bim/>. Acesso em: 03 abr. 2023.

SHILLITO, M. L. **Advanced QFD – Linking Technology to Market and Company Needs**, Wiley, New York, 1994.

SILVA, R. F. T.; MARCHIORI, F. F.; CORREIA, V. L.; ABREU, J. P. M. Recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 213-233. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212022000300616>. Acesso em: 25 nov. 2022.

SOLIHIN, W.; EASTMAN, C. Classification of rules for automated BIM rule checking development. **Automation in Construction**, Volume 53, 2015, Pages 69-82, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.003>. Acesso em: 27 maio 2023.

SOLIMAN, João. **Framework para suporte à verificação automatizada de requisitos regulamentares em projetos hospitalares**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: construção e infraestrutura, Porto Alegre, BR-RS, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/182369>. Acesso em: 27 maio 2023.

TAKAGAKI, Carolina Yumi Kubo. **Regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-23082016-152027/pt-br.php>. Acesso em: 27 maio 2023.

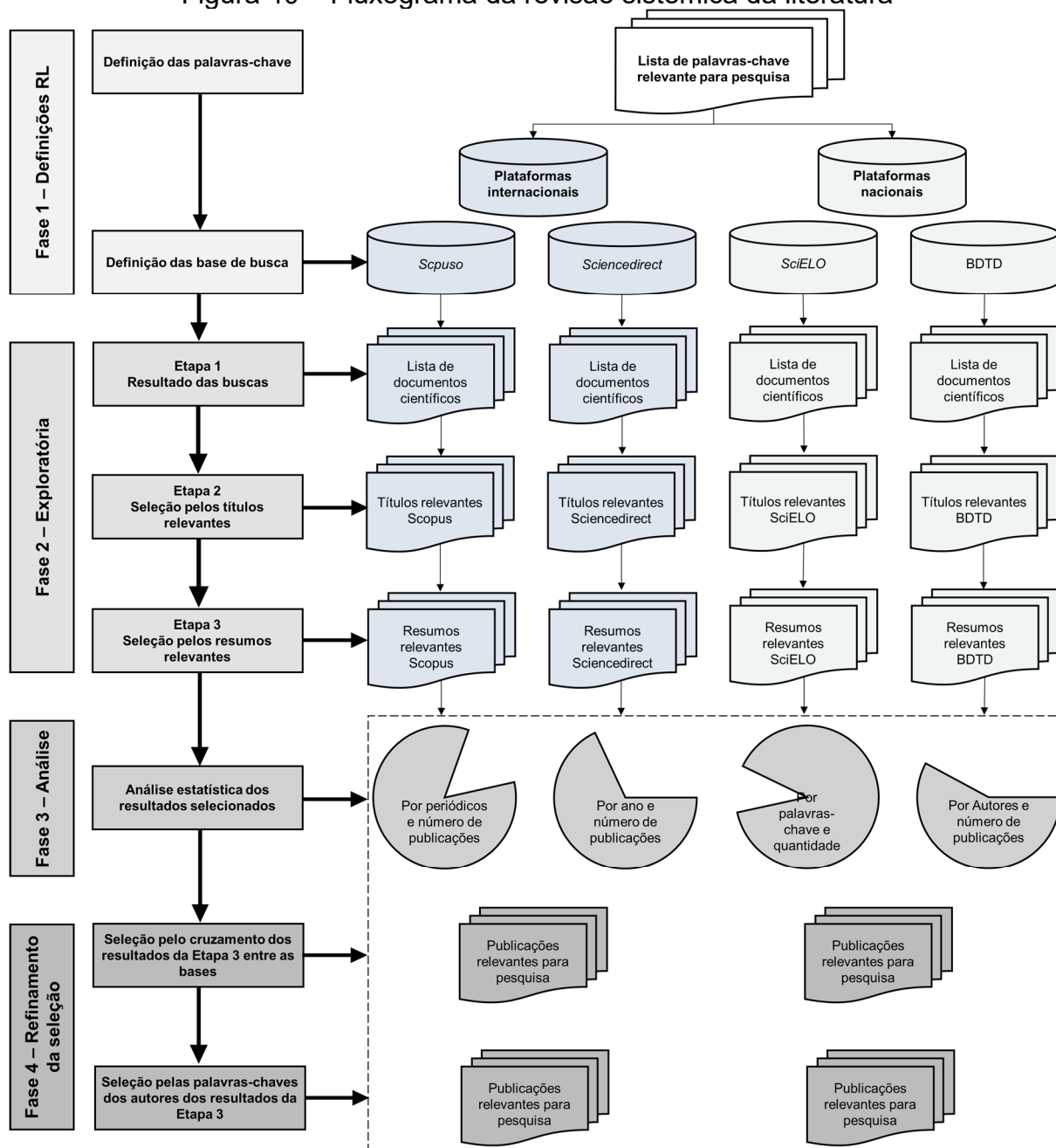
VERGARA, S. C.; CORRÊA, V. L. A. **Propostas para uma Gestão Pública Municipal Efetiva**. Rio de Janeiro: FGV, 2003. 188 p.

YING, H.; LEE S. A rule-based system to automatically validate IFC second-level space boundaries for building energy analysis. **Automation in Construction**, Volume 127, 2021, 103724, ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103724>. Acesso em: 10 nov. 2021.

APÊNDICE A – Levantamento bibliográfico nacional e internacional

A fundamentação teórica sobre o tema iniciou-se com uma Revisão da Literatura (RL), foi dividida em duas partes: nacional e internacional e foram utilizadas as mesmas palavras-chave para ambas as partes. O fluxograma utilizado na RL está ilustrado na Figura 40.

Figura 40 – Fluxograma da revisão sistêmica da literatura



Fonte: Autor (2021).

As bases internacionais utilizadas foram a *Scopus* e a *Scienndirect*. As bases nacionais foram a *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e a *Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)*. As palavras-chave utilizadas na busca internacional foram: *BIM*, *Analysis rules*, *Check rules*, *Rules check*, *Design analysis rules*, *Project check rules*, *Project check*, *Building permit*, *Information quality* e *Quality attributes*. As palavras-chave utilizadas na busca nacional foram: *BIM*, *Regras de*

análise, Checagem de regras, Verificação de regras, Regras de análise de projeto, Regras de verificação de projeto, Checagem de projeto, Licença de construção, Qualidade da informação e Atributos da qualidade.

Nos Quadros 6 e 7 estão as palavras-chave utilizadas na busca realizada nos sites dos repositórios internacionais, bem como o número de documentos retornados dessas bases.

Quadro 6 – Levantamento bibliográfico internacional – *Scopus*

Scopus (retorno da busca sem filtros)								
Palavras-chave		<i>Building permit</i>	<i>Information quality</i>	<i>Quality attributes</i>	<i>Building permit + Information quality</i>	<i>Building permit + Quality attributes</i>	<i>Information quality + Quality attributes</i>	<i>Building permit + Information quality + Quality attributes</i>
BIM	21.077	81	1.371 (1.184) ¹²	46	10	0	39	0
BIM + <i>Analysis rules</i>	181	4	22	1	1	0	1	0
BIM + <i>Check rules</i>	43	3	7	1	1	0	1	0
BIM + <i>Rules check</i>	43	3	7	1	1	0	1	0
BIM + <i>Design analysis rules</i>	145	4	20	1	1	0	1	0
BIM + <i>Project check rules</i>	23	1	5	1	0	0	1	0
BIM + <i>Project check</i>	115	1	27	1	0	0	1	0
Total com duplicidade	550	97	1.459	52	14	0	45	0
Total sem duplicidade	198	71	(847) ¹³	46	10	0	39	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título	58	36	(159) ¹⁴	14	7	0	11	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título + Leitura do Resumo	48	33	57	6	6	0	4	0
Total	154							

Fonte: Autor, busca no site <https://www.scopus.com/> - Levantado em 10/01/2022.

¹² Alguns arquivos não foram exportados para o Mendeley web, levando a uma quantidade menor. E não se tem ideia do motivo dessa quantidade menor.

¹³ Foram análise os documentos com publicação de 2017 em diante.

¹⁴ Foram análise os documentos com publicação de 2017 em diante.

Quadro 7 – Levantamento bibliográfico internacional – *Sciencedirect*

Sciencedirect								
(retorno da busca sem filtros)								
Palavras-chave		<i>Building permit</i>	<i>Information quality</i>	<i>Quality attributes</i>	<i>Building permit + Information quality</i>	<i>Building permit + Quality attributes</i>	<i>Information quality + Quality attributes</i>	<i>Building permit + Information quality + Quality attributes</i>
BIM	24.182	87	42	24	0	0	2	0
BIM + <i>Analysis rules</i>	7	3	0	0	0	0	0	0
BIM + <i>Check rules</i>	44	3	1	0	0	0	0	0
BIM + <i>Rules check</i>	157	10	3	0	0	0	0	0
BIM + <i>Design analysis rules</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
BIM + <i>Project check rules</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
BIM + <i>Project check</i>	6	2	0	0	0	0	0	0
Total com duplicidade	214	105	46	24	0	0	2	0
Total sem duplicidade	175	81	41	23 ¹⁵	0	0	2	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título	96	45	29	10	0	0	0	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título + Leitura do Resumo	57	24	12	4	0	0	0	0
Total	97							

Fonte: Autor, busca no site <https://www.sciencedirect.com/> - Levantado em 27dez. 2021.

¹⁵ Alguns arquivos não foram exportados para o Mendeley web, o que representou um número menor do que o esperado. E não se tem ideia do motivo.

Nos quadros 8 e 9 estão as palavras-chave utilizadas na busca efetuada nos sites dos repositórios nacionais, bem como o número de documentos retornados dessas bases.

Quadro 8 – Levantamento bibliográfico nacional – SciELO

SciELO – Scientific Electronic Library Online (retorno da busca sem filtros)								
Palavras-chave		Licença de construção	Qualidade da informação	Atributos da qualidade	Licença de construção + Qualidade da informação	Licença de construção + Atributos da qualidade	Qualidade da informação + Atributos da qualidade	Licença de construção + Qualidade da informação + Atributos da qualidade
BIM	86	0	3	0	0	0	0	0
BIM + Regras de análise	1	0	0	0	0	0	0	0
BIM + Checagem de regras	0	0	0	0	0	0	0	0
BIM + Verificação de regras	0	0	0	0	0	0	0	0
BIM + Regras de análise de projeto	0	0	0	0	0	0	0	0
BIM + Regras de verificação de projeto	1	0	0	0	0	0	0	0
BIM + Checagem de projeto	0	0	0	0	0	0	0	0
Total com duplicidade	2	0	3	0	0	0	0	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título	2	0	2	0	0	0	0	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título + Leitura do Resumo	2	0	1	0	0	0	0	0
Total					3			

Fonte: Autor, busca no site <https://search.scielo.org/> - Levantado em 28dez. 2021.

Quadro 9 – Levantamento bibliográfico nacional – BDTD

Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) (retorno da busca sem filtros)								
Palavras-chave		Licença de construção	Qualidade da informação	Atributos da qualidade	Licença de construção + Qualidade da informação	Licença de construção + Atributos da qualidade	Qualidade da informação + Atributos da qualidade	Licença de construção + Qualidade da informação + Atributos da qualidade
BIM	349	13	40	1	7	0	1	0
BIM + Regras de análise	11	1	2	0	1	0	0	0
BIM + Checagem de regras	1	0	1	0	0	0	0	0
BIM + Verificação de regras	8	0	1	0	0	0	0	0
BIM + Regras de análise de projeto	10	1	2	0	1	0	0	0
BIM + Regras de verificação de projeto	7	0	1	0	0	0	0	0
BIM + Checagem de projeto	2	0	1	0	0	0	0	0
Total com duplicidade	39	15	48	1	9	0	1	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título	8	7	19	0	3	0	0	0
Total sem duplicidade + Leitura do Título + Leitura do Resumo	6	0	1	0	0	0	0	0
Total					6			

Fonte: Autor, busca no site <https://bdtd.ibict.br/vufind/> - Levantado em 28dez. 2021.

Foi utilizada a mesma forma de levantamento para construção dos quatro quadros: combinação da palavra-chave de cada linha com a palavra-chave de cada coluna. Os resultados das buscas foram tratados no aplicativo *Mendeley*, de modo a excluir as duplicidades dos documentos; esta etapa foi realizada para cada coluna dos quatro quadros.

Após a retirada das duplicidades por coluna, foi realizada a leitura dos títulos, considerando os que possuíam aderência ao tema da dissertação e excluindo os sem aderência ao tema. Uma segunda leitura nos resumos dos que foram selecionados anteriormente também foi realizada, com o fim de obter uma melhor seleção dos documentos que poderiam servir de referencial teórico para a fundamentação teórica e para a construção do trabalho.

Repositório internacional - Scopus

Na pesquisa realizada no site da *Scopus* (ver Quadro 6), a combinação das palavras-chave BIM + *Information quality* levou a um retorno de 1.371 citações, no entanto, apenas 1.184 foram exportadas para o software Mendeley. Não foi possível identificar o motivo dessa diferença, sendo ainda um número grande de informações para serem tratadas e analisadas.

Dado o grande número de documentos levantados, um filtro foi aplicado antes da leitura dos títulos que puderam ser exportados para o Mendeley. Foram selecionados apenas os documentos científicos de 2017 em diante, nesse sentido, foram retirados da análise 337 documentos e analisados os títulos de 847 documentos.

Após a leitura dos títulos e do resumo, foi levantado um total de 154 documentos (Quadro 6) entre os documentos de cada linha e coluna, desses, 17 estavam repetidos, — sendo: 14 duplicados; 2 triplicados e 1 quadruplicado — os quais serão tratados como os mais aderentes ao tema de pesquisa dentre os 133 documentos científicos identificados no repositório da Scopus nesse processo de busca bibliográfica. Os 17 artigos repetidos no cruzamento das palavras-chave estão listados no Quadro 10, sendo que desses 7 são publicações em congressos e não serão priorizados na pesquisa, salvo necessidade de fundamentação. Os 10 artigos selecionados estão em itálico e negrito.

Quadro 10 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na Scopus

(continua)

Títulos repetidos na base Scopus	Citações	Ano	Periódico	Ocorrência
<i>Rule checking method-centered approach to represent building permit requirements</i>	8	2015	<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining: Connected to the Future, Proceeding</i>	2
<i>3D visualization for building information models based upon IFC and WebGL integration</i>	2	2016	<i>Image Processing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications</i>	2
<i>KBimCode-based applications for the representation, definition and evaluation of building permit rules</i>	4	2016	<i>ISARC 2016 - 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction</i>	2
<i>BIM-supported visual language to define building design regulations</i>	2	2017	<i>CAADRIA 2017 - 22nd International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Protocols, Flows and Glitches</i>	3
<i>The Role of BIM in Simplifying Construction Permits in Kuwait</i>	6	2017	<i>AEI 2017: Resilience of the Integrated Building - Proceedings of the Architectural Engineering National Conference 2017</i>	2
<i>Building permits as proof of concepts in merging GIS and BIM information: A case study</i>	2	2017	<i>WIT Transactions on the Built Environment</i>	4
<i>Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms</i>	34	2017	<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	2
<i>Reasoning about accessibility for disabled using building graph models based on BIM/IFC</i>	10	2017	<i>Visualization in Engineering</i>	2
<i>Building information modeling for quality management</i>	3	2018	<i>ICEIS 2018 - Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems</i>	2
<i>Classification of Types of Verification for Building Information Models</i>	0	2019	<i>2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019</i>	2
<i>Development of kbim e-submission prototypical system for the openbim-based building permit framework</i>	3	2020	<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	2
<i>Tools for BIM-GIS integration (IFC georeferencing and conversions): Results from the GeoBIM benchmark 2019</i>	19	2020	<i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i>	2

Quadro 10 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na *Scopus*

(conclusão)

Títulos repetidos na base Scopus	Citações	Ano	Periódico	Ocorrência
<i>Development of quality control requirements for improving the quality of architectural design based on bim</i>	2	2020	<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	2
<i>Model-based quality assurance in railway infrastructure planning</i>	6	2020	<i>Automation in Construction</i>	2
<i>BIM quality control based on requirement linked data</i>	0	2021	<i>International Journal of Architectural Computing</i>	2
<i>Virtual Permitting Framework for Off-site Construction Case Study: A Case Study of the State of Florida</i>	0	2021	<i>Lecture Notes in Civil Engineering</i>	3
<i>Designing for construction procurement: an integrated Decision Support System for Building Information Modelling</i>	0	2022	<i>Built Environment Project and Asset Management</i>	2

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Repositório internacional - *Sciencedirect*

Na plataforma da *Sciencedirect*, após a leitura dos títulos e do resumo, foi levantado um total de 97 documentos (Quadro 7). Desses, 9 estavam duplicados, conforme Quadro 11 e aderentes ao tema da pesquisa, contribuindo na construção do trabalho. Esses 9 documentos, em especial, servirão também de ponto de partida para a construção da fundamentação teórica.

Quadro 11 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na *Sciencedirect*

(continua)

Títulos repetidos na base Sciencedirect	Citações	Ano	Periódico	Ocorrência
<i>Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings</i>	83	2014	<i>Automation in Construction</i>	2
<i>Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project</i>	73	2016	<i>Automation in Construction</i>	2
<i>Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements</i>	0	2016	<i>Automation in Construction</i>	2

Quadro 11 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na *Sciencedirect*

(conclusão)

Títulos repetidos na base Sciencedirect	Citações	Ano	Periódico	Ocorrência
<i>3D urban data to assess local urban regulation influence</i>	6	2018	<i>Computers, Environment and Urban Systems</i>	2
<i>A meta-model approach for formal specification and consistent management of multi-LOD building models</i>	14	2019	<i>Advanced Engineering Informatics</i>	2
<i>Automatic rule-based checking of building designs</i>	0	2019	<i>Automation in Construction</i>	2
<i>Visual language approach to representing KBimCode-based Korea building code sentences for automated rule checking</i>	23	2019	<i>Journal of Computational Design and Engineering</i>	2
<i>Code compliance checking of railway designs by integrating BIM, BPMN and DMN</i>	9	2021	<i>Automation in Construction</i>	2
<i>Loose coupling of GIS and BIM data models for automated compliance checking against zoning codes</i>	2	2021	<i>Automation in Construction</i>	2

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Consolidação dos dados levantados nas bases internacionais para fundamentação teórica

Na sobreposição de todos os 205 resultados selecionados dos repositórios *Scopus* e *ScienceDirect*, 16 documentos se repetiram, e estão listados no Quadro 12, sendo que 2 já estavam no Quadro 10 e outros 2 já estavam no Quadro 11. Da lista do Quadro 8 dois artigos são de congressos e não serão priorizados na pesquisa.

Quadro 12 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das bases internacionais

(continua)

Títulos levantados	Citações	Ano	Periódico
<i>BIM-based Virtual Permitting Framework (VPF) for post-disaster recovery and rebuilding in the state of Florida</i>	8	2009	<i>International Journal of Disaster Risk Reduction</i>
<i>Development of space database for automated building design review systems</i>	53	2012	<i>Automation in Construction</i>
<i>Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings</i>	83	2014	<i>Automation in Construction</i>

Quadro 12 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das bases internacionais

(conclusão)

Títulos levantados	Citações	Ano	Periódico
<i>Development of an object model for automated compliance checking</i>	57	2015	<i>Automation in Construction</i>
<i>Requirements for computational rule checking of requests for proposals (RFPs) for building designs in South Korea</i>	19	2015	<i>Advanced Engineering Informatics</i>
<i>Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements</i>	49	2016	<i>Automation in Construction</i>
<i>BIM-based Code Checking for Construction Health and Safety</i>	41	2017	<i>Procedia Engineering</i>
<i>An approach to translate Korea building act into computer-readable form for automated design assessment</i>	-	2018	<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining</i>
<i>Logic for ensuring the data exchange integrity of building information models</i>	31	2018	<i>Automation in Construction</i>
<i>A rule-based system to automatically validate IFC second-level space boundaries for building energy analysis</i>	2	2019	<i>Automation in Construction</i>
<i>BIM-QA/QC in the architectural design process</i>		2019	<i>Architectural Engineering and Design Management</i>
<i>An Information Quality Assessment Framework for Developing Building Information Models</i>	-	2020	<i>Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2020</i>
<i>Model-based quality assurance in railway infrastructure planning</i>	6	2020	<i>Automation in Construction</i>
<i>BIM quality control based on requirement linked data</i>	0	2021	<i>International Journal of Architectural Computing</i>
<i>Automated BIM data validation integrating open-standard schema with visual programming language</i>	18	2019	<i>Advanced Engineering Informatics</i>

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Na consolidação das bases internacionais, dos 205 documentos científicos selecionados para fundamentar o trabalho, 133 eram da *Scopus*, enquanto que 88 eram da *ScienceDirect*.

Na análise dos 205 documentos, a revista com o maior número de publicações foi a *Automation in Construction*, com 48 publicações. A segunda, com 17 publicações, foi a *Advanced Engineering Informatics*. E a terceira, com 8, foi a *Land Use Policy* (Quadro 13). Dos 205 documentos analisados, 64 periódicos tinham apenas uma publicação sobre o tema.

Com o resultado obtido a respeito dos periódicos, pode-se confirmar a relevância acadêmica do tema de pesquisa, tendo em vista que estão sendo publicados trabalhos sobre esse tema nos periódicos mais importantes, a nível mundial, para a construção civil.

Quadro 13 – Lista dos periódicos internacionais com maior número de publicações
(continua)

Periódico	Quantidade
<i>Automation in Construction</i>	48
<i>Advanced Engineering Informatics</i>	17
<i>Land Use Policy</i>	8
<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	5
<i>Bautechnik</i>	4
<i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i>	4
<i>ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>	4
<i>Lecture Notes in Civil Engineering</i>	4
<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining: Connected to the Future, Proceedings</i>	3
<i>Buildings</i>	3
<i>Canadian Journal of Civil Engineering</i>	3
<i>Congress on Computing in Civil Engineering, Proceedings</i>	3
<i>E3S Web of Conferences</i>	3
<i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i>	3
<i>WIT Transactions on the Built Environment</i>	3
<i>20th Congress of IABSE, New York City 2019: The Evolving Metropolis – Report</i>	2
<i>Architectural Engineering and Design Management</i>	2

Quadro 13 – Lista dos periódicos internacionais com maior número de publicações
(conclusão)

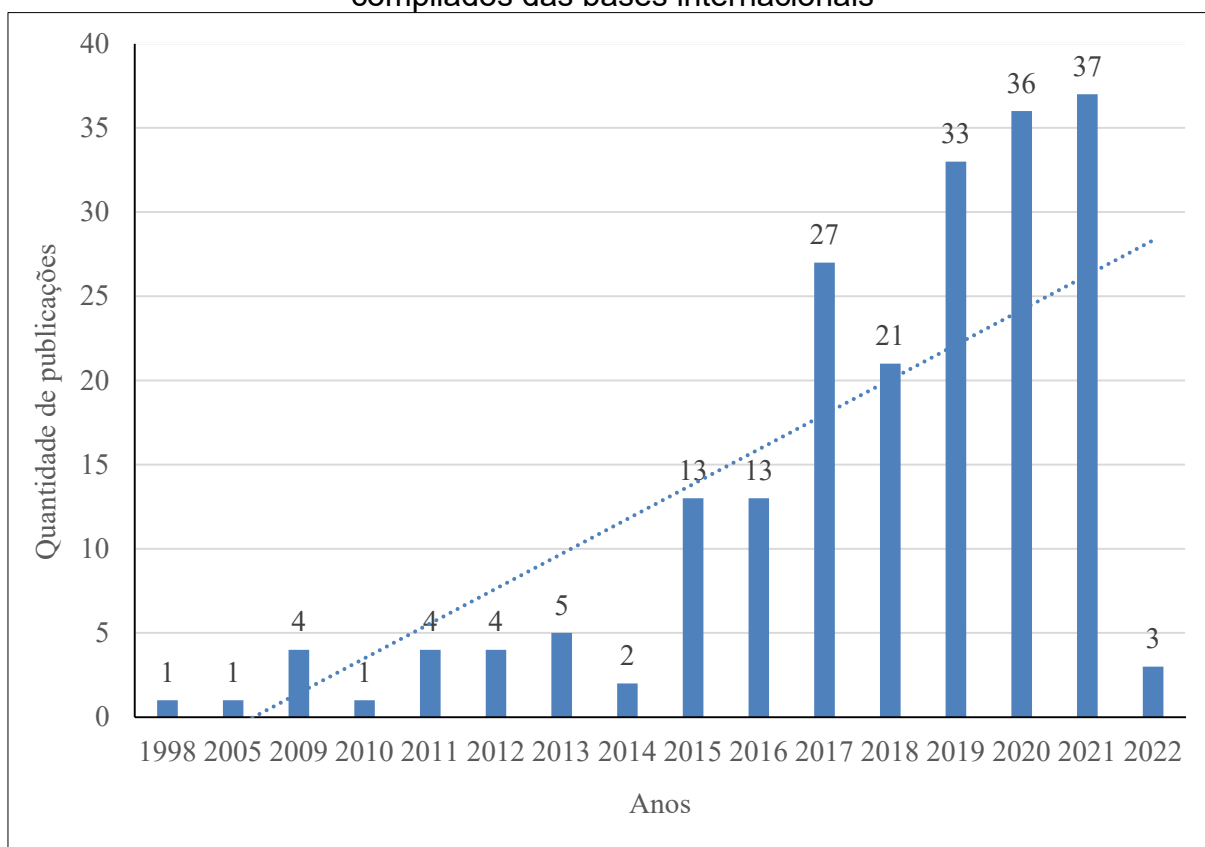
Periódico	Quantidade
<i>Engineering, Construction and Architectural Management</i>	2
<i>International Journal of Construction Management</i>	2
<i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i>	2
<i>Journal of Architectural Engineering</i>	2
<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	2
<i>Journal of Information Technology in Construction</i>	2
<i>Journal of Management in Engineering</i>	2
<i>Procedia Engineering</i>	2
<i>Proceedings - Winter Simulation Conference</i>	2
<i>Safety Science</i>	2
<i>Sustainable Civil Infrastructures</i>	2

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Analisando os documentos selecionados por ano, é possível identificar ainda um crescimento, com tendência de estabilidade para a quantidade de publicações por ano, como demonstrado no Gráfico 1, revelando também a importância do tema para a academia.

Em 2015, Hjelseth (2015) relatava que havia pouca atenção da academia em estudar a transformação dos códigos da construção civil em regras especificadas de forma eficiente e computáveis para *BIM-based model checking* (BMC).

Gráfico 1 – Quantidade de publicações por anos dos documentos científicos compilados das bases internacionais



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Após a análise dos documentos selecionados das duas bases internacionais, constatou-se que os autores com os maiores números de publicações tiveram 13 publicações cada, foram eles: *Charles Eastman* e *Jin Kook Jae min Lee*. Um pouco atrás, com 12 publicações, estava o autor *Yong Cheol Lee*, como mostra o Quadro 14.

Quadro 14 – Lista de autores com maior número de publicações por periódicos e congressos da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

(continua)

Autor	Quantidade	Periódico	Quantidade
<i>Eastman, Charles M.</i>	13	<i>Automation in Construction</i>	9
		<i>Congress on Computing in Civil Engineering, Proceedings</i>	1
		<i>Advanced Engineering Informatics</i>	3
<i>Lee, Jin Kook</i>	13	<i>Congress on Computing in Civil Engineering, Proceedings</i>	1
		<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining: Connected to the Future, Proceedings</i>	2

Quadro 14 – Lista de autores com maior número de publicações por periódicos e congressos da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

(continua)

Autor	Quantidade	Periódico	Quantidade
		<i>CAADRIA 2017 - 22nd International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Protocols, Flows and Glitches</i>	1
		<i>Journal of Information Technology in Construction</i>	1
		<i>ISARC 2016 - 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction</i>	1
		<i>Advanced Engineering Informatics</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	5
		<i>Journal of Computational Design and Engineering</i>	1
<i>Lee, Yong Cheol</i>	12	<i>Congress on Computing in Civil Engineering, Proceedings</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	7
		<i>Advanced Engineering Informatics</i>	3
		<i>Journal of Information Technology in Construction</i>	1
<i>Solihin, Wawan</i>	10	<i>Automation in Construction</i>	7
		<i>Advanced Engineering Informatics</i>	3
<i>Choi, Jungsik</i>	7	<i>ISARC 2017 - Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction</i>	1
		<i>CAADRIA 2017 - 22nd International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Protocols, Flows and Glitches</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	1
		<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	1
		<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	1
		<i>Information (Japan)</i>	1
		<i>Journal of Computational Design and Engineering</i>	1
<i>Nawari, Nawari O.</i>	7	<i>Congress on Computing in Civil Engineering, Proceedings</i>	1
		<i>International Journal of Disaster Risk Reduction</i>	1
		<i>Journal of Architectural Engineering</i>	2
		<i>AEI 2017: Resilience of the Integrated Building - Proceedings of the Architectural Engineering National Conference 2017</i>	1
		<i>Computing in Civil Engineering 2019: Visualization, Information Modeling, and Simulation - Selected Papers from the ASCE International Conference on Computing in Civil Engineering 2019</i>	1
		<i>Lecture Notes in Civil Engineering</i>	1
<i>Borrmann, André</i>	6	<i>Advanced Engineering Informatics</i>	3
		<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining: Connected to the Future, Proceedings</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	2
<i>Kim, Inhan</i>	6	<i>ISARC 2017 - Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction</i>	1

Quadro 14 – Lista de autores com maior número de publicações por periódicos e congressos da lista de documentos selecionados nas bases internacionais (conclusão)

		<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	1
		<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	1
		<i>Information (Japan)</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	2
Stoter, Jantien	6	<i>ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>	2
		<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	1
		<i>Journal of Spatial Science</i>	1
		<i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i>	1
Noardo, Francesca	5	<i>ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>	1
		<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	1
		<i>Journal of Spatial Science</i>	1
		<i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i>	1
Park, Seokyung	5	<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining: Connected to the Future, Proceedings</i>	2
		<i>Journal of Information Technology in Construction</i>	1
		<i>ISARC 2016 - 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction</i>	1
		<i>Automation in Construction</i>	1

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Na análise realizada com as 883 palavras-chave levantadas dos 205 documentos selecionados das bases internacionais, constatou-se que o acrônimo BIM é o termo mais utilizado. Foram convertidas as expressões *Building Information Modelling* e *Building Information Model(s)* para BIM, somando 129 ocorrências. Entretanto, 36 outras palavras-chave estão associadas ao acrônimo BIM, como, por exemplo, *Open BIM* e *BIM Adoption*, estas não foram somadas às 129 ocorrências. A segunda palavra mais usada, de acordo com a análise, é IFC (*Industry Foundation Classes*); a terceira é *Interoperability*; a quarta, *Rule checking*, seguida do acrônimo MVD (*Model view definition*), conforme Quadro 15. O somatório das principais palavras com pelo menos 4 ocorrências corresponde a 33% de todas as palavras-chave.

Quadro 15 – Lista de palavras-chave com maior número ocorrência da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

Palavra-Chave	Quantidade	%
<i>BIM</i>	129	14,61%
<i>IFC</i>	36	4,08%
<i>Interoperability</i>	17	1,93%
<i>Rule checking</i>	13	1,47%
<i>Model view definition (MVD)</i>	9	1,02%
<i>Construction</i>	8	0,91%
<i>Ontology</i>	7	0,79%
<i>Quality</i>	7	0,79%
<i>Building code</i>	6	0,68%
<i>Building permit</i>	6	0,68%
<i>Automated compliance checking</i>	5	0,57%
<i>Collaboration</i>	5	0,57%
<i>Compliance checking</i>	5	0,57%
<i>GIS</i>	5	0,57%
<i>Model checking</i>	5	0,57%
<i>Reasoning</i>	5	0,57%
<i>Automated code compliance checking</i>	4	0,45%
<i>Code checking</i>	4	0,45%
<i>Open BIM</i>	4	0,45%
<i>Quality control</i>	4	0,45%
<i>Semantic web</i>	4	0,45%
<i>Sustainability</i>	4	0,45%
<i>Total</i>	292	33,07%

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Também foi realizado um levantamento das palavras-chave por termos relevantes para a pesquisa, com os termos *check* ou *checking* (Quadro 16), *quality* (Quadro 17), *permit* (Quadro 18) e com *automated*, *automatic* ou *automation* (Quadro 19).

No Quadro 16, pode-se verificar que, de um total de 70 ocorrências, 35 palavras-chave contêm os termos *check* ou *checking*. Também é possível verificar que os termos *check* ou *checking* aparecem combinados com os termos: *automated*, 9 vezes; *rule*, 9 vezes; *compliance*, 9 vezes; *code*, 5 vezes e *quality*, 3 vezes.

Quadro 16 – Lista de palavras-chave associadas aos termos *check* ou *checking* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

(continua)

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Automated building compliance checking</i>	Verificação automatizada de conformidade de edifício	1
<i>Automated checking system</i>	Sistema de verificação automatizado	1
<i>Automated code checking</i>	Verificação automatizada de código	2
<i>Automated code checking system</i>	Sistema automatizado de verificação de código	1
<i>Automated code compliance checking</i>	Verificação automatizada de conformidade de código	4
<i>Automated compliance checking</i>	Verificação automatizada de conformidade	5
<i>Automated rule checking</i>	Verificação automatizada de regras	3
<i>Automated rule-based checking system</i>	Sistema automatizado de verificação baseado em regras	1
<i>Automated safety checking</i>	Verificação automatizada de segurança	1
<i>Automatic rule checking</i>	Verificação automática de regras	2
<i>BIM data checking</i>	Verificação de dados BIM	1
<i>BIM model checking</i>	Verificação do modelo BIM	1
<i>Building code checking</i>	Verificação de código de construção	1
<i>Checking</i>	Verificação	1
<i>Code checking</i>	Verificação de código	4
<i>Code compliance checking</i>	Verificação de conformidade de código	1
<i>Compliance check</i>	Verificação de conformidade	1
<i>Compliance checking</i>	Verificação de conformidade	5
<i>Content checking</i>	Verificação de conteúdo	1
<i>Design compliance checking</i>	Verificação de conformidade de projeto	1
<i>Design rule checking</i>	Verificação de regras de projeto	2
<i>Model checking</i>	Verificação de modelos	5
<i>Plan check process</i>	Processo de verificação de planos	1
<i>Pre-checking</i>	Pré-verificação	1
<i>Quality check</i>	Verificação de qualidade	2
<i>Quality check criteria</i>	Critérios de verificação de qualidade	1
<i>Regulatory compliance check</i>	Verificação de conformidade regulatória	1
<i>Rule checking</i>	Verificação de regras	13
<i>Rule checking method classification</i>	Classificação do método de verificação de regras	1
<i>Rule checking methods</i>	Métodos de verificação de regras	1
<i>Rule-based checking</i>	Verificação baseada em regras	1
<i>Rule-based quality checking system</i>	Sistema de verificação de qualidade baseado em regras	1

Quadro 16 – Lista de palavras-chave associadas aos termos *check* ou *checking* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

(conclusão)

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Solibri Model Checker</i>	Solibri Model Checker	1
<i>Utility compliance checking</i>	Verificação de conformidade de serviços públicos	1
<i>Validation checking</i>	Verificação de validação	1
Total		70

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No Quadro 17 pode-se verificar que entre as palavras-chave levantadas 23 delas contém o termo *quality*, de um total de 37 ocorrência.

Quadro 17 – Lista de palavras-chave associadas ao termo *quality* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

(continua)

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Construction quality</i>	Qualidade da construção	1
<i>Construction quality management</i>	Gestão da qualidade da construção	2
<i>Construction quality standard</i>	Padrão de qualidade de construção	1
<i>Data quality</i>	Qualidade dos dados	1
<i>Design information quality</i>	Qualidade das informações de projeto	1
<i>Design quality</i>	Qualidade do projeto	2
<i>Design quality management</i>	Gerenciamento da qualidade do projeto	1
<i>Features of quality issues</i>	Características de problemas de qualidade	1
<i>Information quality</i>	Qualidade da informação	1
<i>Information quality assessment</i>	Avaliação da qualidade da informação	1
<i>nD modeling quality assurance</i>	Garantia de qualidade de modelagem nD	1
<i>Projects documentation quality</i>	Qualidade da documentação dos projetos	1
<i>Quality</i>	Qualidade	7
<i>Quality assurance</i>	Garantia da qualidade	2
<i>Quality assurance</i>	Garantia de qualidade	1
<i>Quality check</i>	Verificação de qualidade	2
<i>Quality check criteria</i>	Critérios de verificação de qualidade	1
<i>Quality control</i>	Controle de qualidade	4

Quadro 17 – Lista de palavras-chave associadas ao termo *quality* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

(conclusão)

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Quality control requirements</i>	Requisitos de controle de qualidade	1
<i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	Desdobramento da função de qualidade (QFD)	1
<i>Quality management</i>	Gestão da qualidade	2
<i>Quality supervision</i>	Supervisão de qualidade	1
<i>Rule-based quality checking system</i>	Sistema de verificação de qualidade baseado em regras	1
Total		37

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No Quadro 18, pode-se verificar que entre as palavras-chave levantadas, 9 delas contêm os termos *permit* ou *permitting*, de um total de 17 ocorrências. Também é possível verificar que o termo *building* aparece combinado com *permit* em 4 palavras-chave, que representam 11 ocorrências, representando uma importante relação com o tema da pesquisa.

Quadro 18 – Lista de palavras-chave associadas ao termo *permit* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Automated building permit system</i>	Sistema automatizado de licenças de construção	2
<i>Building permit</i>	Licença de construção	6
<i>Building permit review process</i>	Processo de revisão de licenças de construção	1
<i>Construction permit</i>	Licença de construção	1
<i>Digital building permit</i>	Licença de construção digital	1
<i>e-Government Building Permit</i>	Licença de construção do governo eletrônico	1
<i>Permit process post-disasters</i>	Processo de permissão pós-desastres	1
<i>Planning Permit</i>	Licença de Planejamento	1
<i>Virtual permitting</i>	Permissão virtual	3
Total		17

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No Quadro 19, pode-se verificar que entre as palavras-chave levantadas, 9 delas contêm os termos *automated*, *automatic* ou *automation*, já excluindo a

combinação com os termos *check* ou *checking* (Quadro 16), de um total de 17 ocorrências.

Quadro 19 – Lista de palavras-chave associadas aos termos *automated*, *automatic* ou *automation* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Automated building permit system</i>	Sistema automatizado de licenças de construção	2
<i>Automated construction management systems</i>	Sistemas automatizados de gestão da construção	1
<i>Automated design assessment</i>	Avaliação automatizada de design	3
<i>Automated design process</i>	Processo de design automatizado	1
<i>Automated information extraction</i>	Extração automatizada de informações	1
<i>Automated reasoning</i>	Raciocínio automatizado	1
<i>Automated regulatory compliance</i>	Conformidade regulatória automatizada	1
<i>Automated verification of information models</i>	Verificação automatizada de modelos de informações	1
<i>Automatic</i>	Automático	1
<i>Automatic design validation</i>	Validação automática de projeto	1
<i>Automatic mapping</i>	Mapeamento automático	1
<i>Automatic validation</i>	Validação automática	1
<i>Automation</i>	Automação	1
<i>Design automation</i>	Automação de projeto	1
Total		17

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No Quadro 20, pode-se verificar que entre as palavras-chave levantadas, 10 delas contêm o termo *rule*, já excluindo a combinação com os termos *check*, *checking* (Quadro 16) e com os termos *automated*, *automatic* ou *automation* (Quadro 19), totalizando 12 ocorrências.

Quadro 20 – Lista de palavras-chave associadas ao termo *rule* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

(continua)

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Logic rule</i>	Regra lógica	2
<i>Rule logic</i>	Lógica de regras	2
<i>Construction rules</i>	Regras de construção	1
<i>EXPRESS rules</i>	Regras EXPRESS	1

Quadro 20 – Lista de palavras-chave associadas ao termo *rule* da lista de documentos selecionados nas bases internacionais

Palavras-chave	Tradução	Quantidade
<i>Geospatial rules</i>	Regras geoespaciais	1
<i>Rule extraction</i>	Extração de regras	1
<i>Rule-based</i>	Baseado em regras	1
<i>Rule-based reasoning</i>	Raciocínio baseado em regras	1
<i>Rulemaking</i>	Formulação de regras	1
<i>Rule-making</i>	Criação de regras	1
Total		12

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Com base na análise dos Quadros 16, 17, 18, 19 e 20, viabilizou-se a seleção de mais artigos aderentes ao tema da pesquisa (como apresentado no Quadro 21), gerando um total de 36 documentos com pelo menos dois termos presentes nas seleções dos Quadros 16 a 20. Desse total de 36 documentos selecionados, 9 estão listados no Quadro 10; 4 estão listados no Quadro 18 e todos estão marcados em negrito no Quadro 21. Da mesma forma, dos 36 documentos selecionados, 7 estão também no Quadro 12.

Desta forma, considerando os documentos selecionados nos Quadros 6, 7, 8 e 21, retirando as duplicidades, tem-se, dos 205 documentos científicos analisados nas duas bases internacionais (*Scopus* e *ScienceDirect*), 53 documentos aderentes ao tema da pesquisa. Desses 53 documentos principais para a pesquisa, 19 foram publicados na *Automation in Construction*; 5, na *Advanced Engineering Informatics*; 3, na *WIT Transactions on the Built Environment* e 2 foram publicados na *Journal of Civil Engineering and Management*. Esse número de publicações demonstra a relevância do tema entre os maiores periódicos internacionais ligados à construção civil.

Quadro 21 – Lista de documentos científicos selecionados com os termos *check*, *checking*, *quality*, *permit*, *permitting*, *automated*, *automatic*, *automation* e *rule* que compõem palavras-chaves nas bases internacionais

(continua)

Título	Periódico	Palavras-Chave	Ano
<i>A rule-based system to automatically validate IFC second-level space boundaries for building energy analysis</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Automated rule-based checking system</i>	2021
		<i>Quality check</i>	2021
<i>An approach to translate Korea building act into computer-readable form for automated design assessment</i>	<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining</i>	<i>Automated design assessment</i>	2015
		<i>Logic rule</i>	2015
		<i>Rule-checking</i>	2015
<i>An Information Quality Assessment Framework for Developing Building Information Models</i>	<i>Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2020</i>	<i>Features of quality issues</i>	2020
		<i>Information quality assessment</i>	2020
<i>Automated BIM data validation integrating open-standard schema with visual programming language</i>	<i>Advanced Engineering Informatics</i>	<i>BIM Data Checking</i>	2019
		<i>LegalRuleML (LRML)</i>	2019
<i>BIM quality control based on requirement linked data</i>	<i>International Journal of Architectural Computing</i>	<i>Compliance check</i>	2021
		<i>Quality assurance</i>	2021
		<i>Quality control</i>	2021
<i>BIM-based Virtual Permitting Framework (VPF) for post-disaster recovery and rebuilding in the state of Florida</i>	<i>International Journal of Disaster Risk Reduction</i>	<i>Permit process post-disasters</i>	2020
		<i>Virtual permitting</i>	2020
<i>BIM-QA/QC in the architectural design process</i>	<i>Architectural Engineering and Design Management</i>	<i>Design quality</i>	2018
		<i>Quality assurance</i>	2018
		<i>Quality control</i>	2018
<i>BIM-supported visual language to define building design regulations</i>	<i>CAADRIA 2017 - 22nd International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia</i>	<i>Automated design process</i>	2017
		<i>Rulemaking</i>	2017
<i>Building information modeling for quality management</i>	<i>ICEIS 2018 - Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems</i>	<i>Quality control (QA)</i>	2018
		<i>Quality management (QM)</i>	2018
<i>Classification of rules for automated BIM rule checking development</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Code checking</i>	2015
		<i>Rule checking</i>	2015
<i>Code compliance checking of railway designs by integrating BIM, BPMN and DMN</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Code compliance checking</i>	2021
		<i>Quality</i>	2021
<i>Construction quality management based on a collaborative system using BIM and indoor positioning</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Construction quality management</i>	2018
		<i>Construction quality standard</i>	2018

Quadro 21 – Lista de documentos científicos selecionados com os termos *check*, *checking*, *quality*, *permit*, *permitting*, *automated*, *automatic*, *automation* e *rule* que compõem palavras-chaves nas bases internacionais

(continua)

Título	Periódico	Palavras-Chave	Ano
<i>Definition of a domain-specific language for Korean building act sentences as an explicit computable form</i>	<i>Journal of Information Technology in Construction</i>	<i>Automated building permit system</i>	2016
		<i>Automated design assessment</i>	2016
		<i>Rule checking</i>	2016
		<i>Rule-making</i>	2016
<i>Developing an automated safety checking system using BIM: a case study in the Bangladeshi construction industry</i>	<i>International Journal of Construction Management</i>	<i>Automated safety checking</i>	2019
		<i>Solibri Model Checker (SMC)</i>	2019
<i>Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Automated checking system</i>	2014
		<i>Quality check</i>	2014
<i>Development of kbim e-submission prototypical system for the openbim-based building permit framework</i>	<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	<i>Automated code compliance checking</i>	2020
		<i>Pre-checking</i>	2020
<i>Development of model checking rules for validation and content checking</i>	<i>WIT Transactions on the Built Environment</i>	<i>Content checking</i>	2019
		<i>Model checking</i>	2019
		<i>Validation checking</i>	2019
<i>Development of quality control requirements for improving the quality of architectural design based on bim</i>	<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	<i>Quality check criteria</i>	2020
		<i>Quality control requirements</i>	2020
		<i>Rule-based quality checking system</i>	2020
<i>Erratum: Logic for ensuring the data exchange integrity of building information models</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Rule checking</i>	2018
		<i>Rule logic</i>	2018
<i>From standards and regulations to executable rules: A case study in the Building Accessibility domain</i>	<i>CEUR Workshop Proceedings</i>	<i>Regulatory compliance check</i>	2017
		<i>Rule extraction</i>	2017
<i>Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Code Checking</i>	2016
		<i>Model Checking</i>	2016
<i>Integrating semantic NLP and logic reasoning into a unified system for fully-automated code checking</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Automated code checking</i>	2017
		<i>Automated construction management systems</i>	2017
		<i>Automated information extraction</i>	2017
		<i>Automated reasoning</i>	2017
<i>KBimCode-based applications for the representation, definition and evaluation of building permit rules</i>	<i>ISARC 2016 - 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction</i>	<i>Automated Building Permit System</i>	2016
		<i>Automated code compliance checking</i>	2016

Quadro 21 – Lista de documentos científicos selecionados com os termos *check*, *checking*, *quality*, *permit*, *permitting*, *automated*, *automatic*, *automation* e *rule* que compõem palavras-chaves nas bases internacionais

(continua)

Título	Periódico	Palavras-Chave	Ano
<i>Model-based quality assurance in railway infrastructure planning</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>nD modeling quality assurance</i>	2020
		<i>Quality</i>	2020
<i>Multi-ontology fusion and rule development to facilitate automated code compliance checking using BIM and rule-based reasoning</i>	<i>Advanced Engineering Informatics</i>	<i>Automated compliance checking</i>	2022
		<i>Rule-based reasoning</i>	2022
<i>Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Compliance checking</i>	2012
		<i>Construction quality</i>	2012
<i>Parametric modelling in construction: Investigating the quality of rule-based checking</i>	<i>WIT Transactions on the Built Environment</i>	<i>Automatic</i>	2019
		<i>Checking</i>	2019
		<i>Quality</i>	2019
		<i>Rule-based</i>	2019
<i>Requirements for computational rule checking of requests for proposals (RFPs) for building designs in South Korea</i>	<i>Advanced Engineering Informatics</i>	<i>Design compliance checking</i>	2015
		<i>Design rule checking</i>	2015
<i>Rule checking Interface development between building information model and end user</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Construction rules</i>	2019
		<i>Rule checking</i>	2019
<i>Rule checking method-centered approach to represent building permit requirements</i>	<i>32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining</i>	<i>Automated building compliance checking</i>	2015
		<i>Rule checking method classification</i>	2015
		<i>Rule checking methods</i>	2015
<i>The building permit - How to standardize traditionally established processes</i>	<i>20th Congress of IABSE, New York City 2019: The Evolving Metropolis - Report</i>	<i>Automated Code Compliance Checking (ACCC)</i>	2019
		<i>Building Permit</i>	2019
		<i>Model Checking</i>	2019
<i>Toward robust and quantifiable automated IFC quality validation</i>	<i>Advanced Engineering Informatics</i>	<i>Automatic validation</i>	2015
		<i>Quality</i>	2015
<i>Towards the adoption of automated regulatory compliance checking in the built environment</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Automated regulatory compliance</i>	2020
		<i>Compliance checking</i>	2020
<i>Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Automated design assessment</i>	2016
		<i>Logic rule</i>	2016
		<i>Rule checking</i>	2016
<i>Virtual Permitting Framework for Off-site Construction Case Study: A Case Study of the State of Florida</i>	<i>Lecture Notes in Civil Engineering</i>	<i>Construction permit</i>	2021
		<i>Virtual Permitting</i>	2021

Quadro 21 – Lista de documentos científicos selecionados com os termos *check*, *checking*, *quality*, *permit*, *permitting*, *automated*, *automatic*, *automation* e *rule* que compõem palavras-chaves nas bases internacionais

(conclusão)

Título	Periódico	Palavras-Chave	Ano
<i>XPDRL project: Improving the project documentation quality in the Spanish architectural, engineering and construction sector</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>e-Government Building Permit</i>	2010
		<i>Projects documentation quality</i>	2010

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Analisando o Quadro 21, percebe-se que foi possível identificar apenas 8 documentos científicos (Quadro 22) que associam os termos *checagem/verificação* ou *regras à qualidade* com o termo BIM, o que representa a necessidade de se expandir os estudos em direção, e incorporar o conhecimento sobre qualidade da informação e sobre atributos da qualidade da informação ao BIM e à verificação de regras.

Quadro 22 – Lista de documentos científicos selecionados com os termos *check*, *checking*, *quality*, *permit*, *permitting*, *automated*, *automatic*, *automation* e *rule* que compõem palavras-chaves nas bases internacionais

Título	Periódico	Palavras-Chave	Ano
<i>BIM quality control based on requirement linked data</i>	<i>International Journal of Architectural Computing</i>	<i>Compliance check</i>	2021
		<i>Quality assurance</i>	2021
		<i>Quality control</i>	2021
<i>Code compliance checking of railway designs by integrating BIM, BPMN and DMN</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Code compliance checking</i>	2021
		<i>Quality</i>	2021
<i>Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Automated checking system</i>	2014
		<i>Quality check</i>	2014
<i>Development of quality control requirements for improving the quality of architectural design based on bim</i>	<i>Applied Sciences (Switzerland)</i>	<i>Quality check criteria</i>	2020
		<i>Quality control requirements</i>	2020
		<i>Rule-based quality checking system</i>	2020
<i>Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>Compliance checking</i>	2012
		<i>Construction quality</i>	2012
<i>Parametric modelling in construction: Investigating the quality of rule-based checking</i>	<i>WIT Transactions on the Built Environment</i>	<i>Automatic</i>	2019
		<i>Checking</i>	2019
		<i>Quality</i>	2019
		<i>Rule-based</i>	2019
<i>Toward robust and quantifiable automated IFC quality validation</i>	<i>Advanced Engineering Informatics</i>	<i>Automatic validation</i>	2015
		<i>Quality</i>	2015
<i>XPDRL project: Improving the project documentation quality in the Spanish architectural, engineering and construction sector</i>	<i>Automation in Construction</i>	<i>e-Government Building Permit</i>	2010
		<i>Projects documentation quality</i>	2010

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Repositório nacional - SciELO

Na pesquisa realizada no site da *SciELO – Scientific Electronic Library Online* (Quadro 8), apenas três artigos foram identificados como relevantes para a pesquisa, e todos foram publicados na revista *Ambiente Construído*: 2 em 2018 e 1 em 2020; um tema recente, pode-se dizer, baseado nas datas.

Dos 3 documentos científicos levantados, um estava relacionado à busca dos termos BIM + Regras de análise; outro aos termos BIM + Regras de verificação de projeto e o terceiro aos termos BIM + Qualidade da informação. Esse levantamento evidencia um tema novo e pouco estudado no Brasil, que merece, por isso, mais

atenção da academia. A lista completa com os títulos dos artigos levantados está no Quadro 23.

Quadro 23 – Documentos científicos repetidos no cruzamento das opções de busca na *SciELO*

Títulos levantados na base SciELO	Citações	Ano	Fonte
Método para verificação automatizada de requisitos em empreendimentos Habitacionais de Interesse Social	1	2018	Ambiente Construído
Aspecto prescritivo das normas de sistemas prediais hidráulicos e sanitários e sua relação com a verificação automática de modelos BIM	1	2018	Ambiente Construído
O potencial da verificação automatizada baseada em regras para as medidas de segurança contra incêndio em BIM	1	2020	Ambiente Construído

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Repositório nacional - BDTD

Na pesquisa efetuada na plataforma Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) (Quadro 9), alguns documentos não foram baixados; foi apresentada a mensagem de “404 - Arquivo ou diretório não encontrado” para os documentos descritos abaixo:

- a) KATER, Marcel. BIM na verificação automatizada baseada em regras para norma de segurança contra incêndio de habitação multifamiliar. 2020. 1 recurso online (390 p.) Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.
- b) GASPAR, João Alberto da Motta. O significado atribuído a BIM ao longo do tempo. 2019. 1 recurso online (238 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.
- c) BRÍGITTE, Giovanna Tomczinski Novellini. Parâmetros de projeto, BIM e aprendizado de máquina no suporte à decisão projetual. 2019. 1 recurso

online (161 p.). Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.

- d) GARBINI, Marcele Ariane Lopes. Proposta de modelo para implantação e processo de projeto utilizando a tecnologia Bim. 2012. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, 2012.

No Quadro 24, estão listados os títulos das dissertações selecionadas, após a leitura dos resumos, por apresentarem aderência ao tema da pesquisa.

Quadro 24 – Dissertações selecionadas após a leitura dos resumos extraídos da base de busca BDTD e que estavam disponíveis para leitura

Títulos levantados na base BDTD	Ano	Fonte
Regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários	2016	Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo . Departamento de Engenharia de Construção Civil
Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô	2016	Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo . Departamento de Engenharia de Construção Civil
Verificação automática dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma BIM <i>Solibri Model Checker</i>	2017	Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais , Escola de Engenharia
Análise automática de normas aplicada em projeto geométrico de superestrutura ferroviária	2018	Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais , Escola de Engenharia
Framework para suporte à verificação automatizada de requisitos regulamentares em projetos hospitalares	2018	Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Método para verificação automática de regras utilizando bim aplicado ao código de segurança contra incêndio e pânico do Paraná (CSCIP-PR)	2018	Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Consolidação dos dados levantados nas bases nacionais para fundamentação teórica

Na busca por referências nacionais nas bases *Scielo* e BDTD, foi possível levantar 9 referências que serviram para a fundamentação teórica sobre BIM e

verificação de regras. Desses 9 documentos científicos, 3 foram publicados na *Ambiente Construído*, e os outros 6 são dissertações de mestrado.

No entanto, a associação do BIM e verificação de regras com as palavras-chave *qualidade da informação* ou *atributos da qualidade da informação* não foi identificada, demonstrando uma lacuna de estudos a ser preenchida no Brasil.

Devido à lacuna nas pesquisas brasileiras, o uso de referências internacionais, como as listadas no Quadro 22, serão a base para preencher essa lacuna de conhecimento.

APÊNDICE B – Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

Recomendações para a parametrização de leis municipais visando o licenciamento de edificações a partir de análises computacionais – estudo de caso Prefeitura de Itajaí

Questionário aplicado aos analistas de projeto da Prefeitura de Itajaí

Legislação vigente no Município de Itajaí referente ao uso e ocupação do solo e ato administrativo de aprovação de projeto:

Lei Complementar nº 215, de 31 de dezembro de 2012 - Institui normas para o Código de Zoneamento, Parcelamento e Uso do Solo no Município de Itajaí.

Lei Complementar nº 94, de 22 de dezembro de 2006 - Institui o Plano Diretor de Gestão e Desenvolvimento Territorial De Itajaí.

Lei nº 2763, de 26 de outubro de 1992 - Institui o Código de Obras do Município de Itajaí, e dá outras providências.

Parte 1

Pergunta 1: qual a sua formação profissional?

Pergunta 2: a quantos anos atua na área de análise de projetos?

Pergunta 3: qual a sua função dentro do departamento em que atua?

Pergunta 4: qual tipo de projeto você analisa? () Unifamiliar, () Multifamiliar ou () Ambos.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

Parte 2

As perguntas 5 e 6 serão respondidas juntas

Pergunta 5: Considerando a Legislação vigente no Município de Itajaí, referente ao ato administrativo de aprovação de projeto na Zona Urbana 3 (ZU3) para os tipos Habitação unifamiliar (H1) e Habitação multifamiliar (H2), assinale com um "X" uma das opções de probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação abaixo listados.

Opções de probabilidade percebida para ocorrência de erros em projeto:

- = 0% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto;
- < 0% ≤ 33,33% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto;
- < 33,33% ≤ 66,67% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto;
- < 66,67% < 100% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto.
- = 100% de probabilidade de ocorrência de erros em projeto.

Pergunta 6: Considerando a sua resposta na Pergunta 6, relacionada a probabilidade de ocorrência de erros em projeto, indique um número da escala abaixo, para aos atributos da qualidade (Compleitude, Compreensividade e Facilidade de uso) para sua relação com a ocorrências de erros em projeto.

- 0 – Sem relação com a ocorrência de erros em projeto;
- 1 – Pouca relação com a ocorrência de erros em projeto;
- 3 – Média relação com a ocorrência de erros em projeto;
- 9 – Muita relação com a ocorrência de erros em projeto.

Significado dos atributos da qualidade:

Compleitude - A informação contém todos os dados importantes?

Compreensividade - Esta informação é de fácil compreensão por aqueles que dela necessitarão?

Facilidade de uso - Esta informação é fácil de ser usada?



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

54. Adega								
55. Atelier								
56. Atico								
57. Banheiro								
58. Casa de máquinas								
59. Central de gás								
60. Copa								
61. Corredor								
62. Corredor principal								
63. Cozinha								
64. Demais quartos								
65. Dependência								
66. Dependências destinadas ao zelador								
67. Depósito								
68. Despensa								
69. Escada								
70. Escadas - partes comuns								
71. Escadas em leque								
72. Escritório								
73. Hall da unidade residencial								
74. Hall do prédio								
75. Jirau / mezzanino								
76. Lavanderia								
77. Porão								
78. Quarto								
79. Quarto de empregada								
80. Rampa								



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

81. Sala								
82. Sala de estudo								
83. Sótão								
84. Vestibulo								
Ambientes, espaços ou local	Assinale com um "X" a probabilidade de ocorrência de erros em projeto					Dê uma nota para a relação dos Atributos da qualidade (completez, compreensividade e facilidade de uso) com os erros encontrados e no projeto.		
	= 0%	< 0% ≤ 33,33%	< 33,33% ≤ 66,67%	< 66,67% < 100%	= 100%	0 – Sem relação 1 – Pouca relação 3 – Média relação 9 – Muita relação	0 – Sem relação 1 – Pouca relação 3 – Média relação 9 – Muita relação	0 – Sem relação 1 – Pouca relação 3 – Média relação 9 – Muita relação
85. Área aberta								
86. Área construída								
87. Área de construção								
88. Área da abertura								
89. Área da porta								
90. Área de acervo cultural e histórico								
91. Área de acesso								
92. Área de estacionamento								
93. Área de preservação permanente (A.P.P.)								
94. Área de projeção								



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGE
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

95. Área de uso comum								
96. Área de ventilação								
97. Área do piso								
98. Área edificada								
99. Área fechada								
100. Área livre - superfície do lote não ocupada pela edificação, considerada em sua projeção horizontal.								
101. Área livre - área igual à área de projeção da moradia, descontada a área de uso comum.								
102. Área mínima								
103. Área proteção paisagística								
104. Área útil								
105. Áreas não edificáveis (<i>non aedificandi</i>)								
106. Balanço								
107. Calçada								
108. Compartimentos conjugados								
109. Construção de subsolo								
110. Dependências e instalações de uso comum								
111. Dependências e instalações de uso privativo								
112. Dutos horizontais								
113. Embasamento								



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGE
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

114. Estacionamentos								
115. Galeria								
116. Galeria pública								
117. Galpão								
118. Garagem								
119. Garagens particulares coletivas								
120. Guarita								
121. Laje do piso do térreo								
122. Leito								
123. Lixeira								
124. Parte superior da unidade duplex								
125. Passeio								
126. Pérgola								
127. Playground								
128. Poço de ventilação								
129. Rampa - partes comuns								
130. Rampa de acesso								
131. Sacada								
132. Sobreloja								
133. Subsolo								
134. Telheiro								
135. Terraço								
136. Terraço-jardim								
137. Terreno em aclive								
138. Térreo								
139. Torre								

APÊNDICE C – Modelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar.

Você está sendo convidado(a) a participar do Projeto de pesquisa intitulado **Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar**, de responsabilidade do pesquisador **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**.

Leia cuidadosamente o que se segue e questione se houver quaisquer dúvidas. Caso sinta-se esclarecido(a) sobre as informações contidas neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peça que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

Local da pesquisa: Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

Pesquisador Responsável: Rafael Fernandes Teixeira da Silva.

Resolução: esta pesquisa atende todas as especificações da Resolução 510/2016.

Objetivo: contribuir para o aperfeiçoamento de parâmetros e termos da legislação municipal exigidos na elaboração de projetos de edificação, e que são submetidos à análise para o licenciamento urbanístico, permitindo a aplicação computacional, e automatização da análise desses projetos na Prefeitura Municipal de Itajaí.

Procedimentos: a participação nesta pesquisa consistirá em responder 6 perguntas divididas em 3 partes. Na primeira parte, constam três perguntas para caracterização dos participantes, abordando aspectos profissionais, como formação, tempo de atuação e área de atuação. A segunda parte está relacionada à pergunta 4, que consiste em assinalar com “X” a probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os elementos gráficos. A terceira parte está relacionada às perguntas 5 e 6, onde a pergunta 5 consiste em assinalar com “X” a

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA-95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA-95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:24 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____ Página 1 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação, enquanto que a pergunta 6 consiste na indicação da relação entre os atributos de qualidade (completude, compreensividade e facilidade de uso) e as respostas da pergunta 5, através de uma escala, sendo: **0** – Sem relação, **1** – Pouca relação, **3** – Média relação e **9** – Muita relação.

Riscos e desconfortos: durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos e desconfortos. O maior risco e desconforto possível aos participantes da pesquisa está relacionado à imagem negativa que pode ser passada à sociedade, decorrente da indicação de erros na legislação municipal e, por consequência, da identificação de uma das origens da lentidão na análise dos projetos.

Minimização de riscos e/ou desconfortos: para minimização de riscos aos participantes, os dados não serão publicados individualmente, será publicada apenas a compilação de todos os dados.

Benefícios: a participação nesta pesquisa trará como benefício aos participantes uma reflexão sobre a ocorrência de erros, e ao que ela pode estar relacionada quanto aos atributos da qualidade, além de motivá-los para o uso da tecnologia, tanto ao submeter quanto ao aprovar projetos.

Voluntariedade/direito à desistência: os participantes poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento e não haverá nenhum prejuízo ao atendimento.

Custos, compensação financeira e ressarcimento: os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa, também não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação, devidamente fundamentada, o pesquisador fará o ressarcimento.

Direito à indenização: caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Privacidade, sigilo e confidencialidade: o nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, a todas as

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA-95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA-95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:53 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____ Página 2 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

informações que desejarem saber antes, durante e depois da sua participação.

Acesso a resultados parciais ou finais da pesquisa: os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Informações para contato: qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: **(48) 98413-6417**, e-mail: **rfs2574@gmail.com**; com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) da Universidade Federal de Santa Catarina, órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, localizado na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis, telefone: (48) 3721-6094, e-mail: **cep.propesq@contato.ufsc.br**, atendimento de segunda a sexta-feira das 08h00min às 12h00min, e das 14h00min às 18h00min; e/ou com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, localizada na Esplanada dos Ministérios, Bloco G, Anexo B, 1º Andar, Brasília (DF), CEP: 70058-900, telefone (61) 3315-2150/3821, e-mail: **cns@saude.gov.br**.

Eu, _____,
declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade: _____, _____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do participante

Rubrica do pesquisador: **RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA DA SILVA-95055878991** Assinado de forma digital por RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA DA SILVA-95055878991 Data: 2022.01.10 09:13:15 -03'00' Rubrica do participante: _____, Página 3 de 3

**APÊNDICE D – Quadro 25 – Dados tratados que foram analisados na pesquisa
que apresentavam a maior probabilidade de erro**

Termos ou Requisitos	Probabilidade de Erro	Compleitude	Compreensividade	Facilidade de uso	Média da qualidade
6. Coeficiente-leito	63,3	4,2	4,2	3,8	4,1
5. Coeficiente de aproveitamento	53,3	2,4	3,2	3,2	2,9
18. Taxa de ocupação do embasamento	50,0	3,8	3,8	3,2	3,6
12. Número máximo pavimentos	50,0	1,8	1,6	1,8	1,7
16. Taxa de ocupação	50,0	3,2	3,2	3,2	3,2
75. Jirau / mezzanino	46,7	5,4	5,4	4,2	5,0
56. Ático	46,7	3,6	2,0	2,0	2,5
1. Aproveitamento do lote - Média	43,3	2,6	3,2	2,8	2,9
92. Área de estacionamento	43,3	3,0	3,4	3,0	3,1
4. Altura máxima do embasamento	43,3	3,4	4,6	3,4	3,8
17. Taxa de ocupação da torre	40,0	3,6	3,6	3,0	3,4
93. Área de preservação permanente (A.P.P.)	40,0	3,8	3,0	2,6	3,1
94. Área de projeção	40,0	2,6	3,0	2,6	2,7
9. Índices urbanísticos	36,7	4,2	3,0	3,0	3,4
20. Vaga/área construída (m ²)	36,7	1,2	1,2	1,2	1,2
2. Altura máxima da edificação	36,7	3,4	4,4	3,2	3,7
47. Gabarito - altura de edificações	33,3	1,8	1,8	1,8	1,8
40. Recuo lateral da torre	33,3	4,4	3,2	3,2	3,6
43. Recuo de fundos da torre	33,3	4,4	3,2	3,2	3,6
171. Pavimentação permeável ou drenante	30,0	3,0	3,0	2,6	2,9

Quadro 25 – Dados tratados que foram analisados na pesquisa que apresentavam a maior probabilidade de erro

				(conclusão)	
13. Relação entre a área da abertura e a área do piso	30,0	2,2	3,0	3,0	2,7
95. Área de uso comum	30,0	2,6	3,0	2,6	2,7
14. Taxa de intervenção	30,0	2,6	2,2	2,2	2,3
80. Rampa	30,0	2,8	2,8	2,8	2,8
21. Ventilação mínima	30,0	0,8	0,8	0,8	0,8

**APÊNDICE E – Quadro 26 – Dados tratados que foram analisados na pesquisa
que apresentavam a melhor média da qualidade da informação e a menor
probabilidade de erro**

Termos ou Requisitos	Probabilidade de Erro	Completo	Compreensividade	Facilidade de uso	Média da qualidade
31. Gabarito - largura de logradouros.	10,0	0,6	0,6	0,6	0,6
83. Sótão	6,7	1,0	0,6	0,4	0,7
84. Vestíbulo	6,7	1,0	0,6	0,4	0,7
53. Abrigo	6,7	0,8	0,4	1,0	0,7
54. Adega	6,7	0,8	0,4	1,0	0,7
55. Atelier	6,7	0,8	0,4	1,0	0,7
32. Largura da via	10,0	0,6	1,0	0,6	0,7
33. Largura mínima do degrau	10,0	0,6	1,0	0,6	0,7
34. Largura mínima do piso	10,0	0,6	1,0	0,6	0,7
28. Divisa	10,0	1,0	0,6	0,6	0,7
35. Profundidade máxima	16,7	0,6	1,0	0,6	0,7
26. Caixa da via	20,0	1,0	0,6	0,6	0,7
25. Alinhamento de muro	20,0	0,8	0,6	1,0	0,8
21. Ventilação mínima	30,0	0,8	0,8	0,8	0,8
52. 1º Quarto	12,5	0,5	1,0	1,0	0,8
51. Pé-direito	13,3	0,6	1,0	1,0	0,9
30. Frente ou testada	13,3	1,0	1,0	0,6	0,9
27. Círculo inscrito diâmetro mínimo	10,0	1,0	0,8	1,0	0,9

**APÊNDICE F – Quadro 27 – Termos com maior probabilidade de erro aplicados
a RASE**

Metodologia RASE aplicada aos termos com maior probabilidade de erro e outros termos associados aos termos com maior probabilidade de erro			
Coeficiente-leito			
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
63,3	4,1	Art. 51 - Parágrafo Único Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	<p>Art. 51 - Consideram-se casas populares as edificações destinadas a residência, cujo coeficiente-leito seja igual ou inferior a 10 (dez).</p> <p>Parágrafo Único. Entende-se por coeficiente-leito a relação entre a área total de cada moradia e o número de leitos que esta poderá abrigar.</p> <p>Art. 52 - As casas populares deverão conter, no mínimo, os seguintes compartimentos: cozinha (4,00m²), banheiro (1,50m²), quarto (6,00m²) e sala (6,00m²).</p> <p>Art. 53 - Os diversos compartimentos das casas populares deverão obedecer às disposições contidas na Tabela I, anexa à presente Lei.</p> <p>Art. 65 - Consideram-se residências isoladas as habitações com um ou dois pavimentos, cujo coeficiente-leito seja superior a 10 (dez).</p> <p>Art. 66 - As residências serão constituídas, no mínimo, os seguintes compartimentos: cozinha (4,00m²), banheiro (1,50m²), quarto (10,00m²) e sala (12,00m²).</p> <p>Art. 67 - Os diversos compartimentos das residências deverão obedecer às condições contidas na Tabela II, anexa à presente Lei.</p>
Coeficiente de aproveitamento			
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
53,3	2,9	Art. 11 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 11 - São índices urbanísticos reguladores da ocupação do solo: II - Coeficiente de aproveitamento;
		Art. 12 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: IX - Coeficiente de aproveitamento (C.A.): É o número pelo qual se deve multiplicar a área do lote, para se obter a área máxima de construção nesse lote;
		Art. 69 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 69 - Coeficiente de aproveitamento do lote é o número pelo qual se deve multiplicar a área do lote, para se obter a área máxima de construção nesse lote. § 1º Não serão computadas, no cálculo do coeficiente de aproveitamento

		<p>do lote, as seguintes áreas das edificações: (Redação dada pela Lei Complementar nº 320/2017)</p> <p>I - parque infantil, jardins e outros equipamentos de lazer em espaço aberto, implantados no nível natural do terreno ou nos terraços de edificação;</p> <p>II - centrais de ar condicionado, caixas d'água, casas de máquinas e de bombas, levantadas no plano da cobertura do ático, heliponto e áreas de concentração;</p> <p>III - a área de pavimento térreo, quando este for deixado inteiramente livre e ajardinado, sendo ocupado apenas pelos acessos verticais;</p> <p>IV - a área de galerias comerciais cobertas, de largura não inferior a 4,00 m (quatro metros), e ligando dois ou mais logradouros públicos;</p> <p>V - as áreas de estacionamento compreendendo as vagas, boxes, e áreas de circulação destinadas aos veículos, em edificações multifamiliares e comerciais.</p> <p>VI - dutos destinados à iluminação e ventilação natural e dutos de exaustão, churrasqueira e assemelhados e elevadores. Os dutos terão suas áreas computadas em apenas 1 (um) pavimento da edificação (térreo).</p> <p>VII - central de gás, central elétrica (de transformadores) e central de ar condicionado, cisternas e casas de bombas;</p> <p>VIII - sacadas, balcões e varandas com balanço máximo de 1,20 m (um metro e vinte centímetros);</p> <p>IX - até 100% (cem por cento) da área mínima exigida em regulamento específico para áreas de recreação e lazer, tais como: salão de festas, salão de jogos, churrasqueiras, piscinas e similares, desde que de uso comum;</p> <p>X - as áreas ocupadas com casas de máquinas, caixa d'água e barrilete;</p> <p>XI - as áreas dos pavimentos situados em subsolo destinadas ao uso estacionamento exclusivo da edificação;</p> <p>XII - o ático - projeção da área coberta sobre a laje da cobertura do último pavimento, sendo no ático permitido todos os compartimentos necessários para a instalação de casa de máquinas, caixa d'água, áreas de circulação comum do edifício, dependências destinadas ao zelador, área comum de recreação ou lazer nos edifícios de habitação coletiva ou comercial;</p> <p>XII - o sótão - em habitação unifamiliar, desde que esteja totalmente contido no volume do telhado e caracterizado como aproveitamento deste espaço;</p> <p>XIII - salas comerciais térreas com frente para logradouro público nos empreendimentos multifamiliares e comerciais. (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 320/2017)</p> <p>§ 2º Não será exigido vaga de estacionamento para as salas comerciais térreas com frente para logradouro público nos empreendimentos</p>
--	--	---

			multifamiliares e comerciais. (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 320/2017)	
		Anexo II - Tabela A - ZU3 – H Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Coeficiente de aproveitamento = 3	
Taxa de ocupação do embasamento				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	Relações
50,0	3,6	Art. 11 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 11 - São índices urbanísticos reguladores da ocupação do solo: III - Taxa de ocupação do embasamento e da torre;	
		Anexo II - Tabela A - ZU3 – H Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Taxa de ocupação - Embasamento = 80% Não tem definição, tem valores (Tabela A)	
Embasamento (termo associado)				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
20,0	3,1	Art. 1 Lei Ordinária nº 5859/2011	Art. 1 - Fica definido como embasamento o conjunto de andares destinados a servirem de base para a edificação e que estejam de acordo com os usos estabelecidos pela Legislação municipal.	
		Art. 2 Lei Ordinária nº 5859/2011	Art. 2 - A altura do embasamento será medida a partir do nível mais baixo do meio-fio até a parte superior da cobertura de acordo com os anexos A e B.	
		Art. 3 Lei Ordinária nº 5859/2011	Art. 3 - Fica definida a altura máxima do embasamento de 16,40 metros, com no máximo 05 (cinco) pavimentos de acordo com o anexo A para as seguintes zonas: ZU1, ZC2, ZC1, CCS1, CCS2, CCS3. (Redação dada pela Lei nº 6248/2012)	
		Art. 4 Lei Ordinária nº 5859/2011	Art. 4 - Fica definida a altura máxima do embasamento de 12,80 metros, com no máximo 04(quatro) pavimentos de acordo com o anexo B para as zonas ZU2, ZU3, ZU4, ZU5, ZIP, ZPN, ZAP, ZSI, ZEU.	

		Parágrafo Único. Ficam excluídas da presente lei as seguintes zonas: ZT, ZPA1, ZPA2, ZPA3, ZTRU, ZTRA, ZR, ZEA, ZR1, ZR2 e ZR3. (Redação dada pela Lei nº 6248/2012)
	Art. 6 Lei Ordinária nº 5859/2011	Art. 6 - Quando o embasamento for utilizado para habitação multifamiliar , sua altura será reduzida para 03 (três) pavimentos para os imóveis localizados nas zonas especificadas de acordo com o art. 3º e 02 (dois) pavimentos para os imóveis localizados nas zonas especificadas de acordo com o art. 4º.
	Art. 7 Lei Ordinária nº 5859/2011	Art. 7 - Deverá ser respeitado o pé-direito mínimo de 2,20 m entre o piso e elementos estruturais, como Altura mínima de pavimento para o embasamento quando utilizado para garagens e estacionamentos. § 1º Quando os pavimentos do embasamento forem destinados aos demais usos previstos em lei, deverão ser respeitadas as alturas mínimas definidas pelo Código de Obras do Município (Lei nº 2.763/92). § 2º Em caso de existência de pisos intermediários ou mezaninos estes poderão ser utilizados como garagem. § 3º Serão considerados pisos intermediários ou mezaninos os pisos que atingirem uma área total inferior à área de projeção do maior piso do embasamento. § 4º Todos os pisos intermediários ou mezaninos serão considerados como pavimento, independentemente de sua área de projeção e de seu uso.
	Art. 11 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 11 - São índices urbanísticos reguladores da ocupação do solo: III - Taxa de ocupação do embasamento e da torre;
	Art. 12 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: XVII - Embassamento : para efeitos desta lei, embassamento constitui a parte da edificação formada pelos primeiros pavimentos, que pode ou não ser construído sobre as divisas laterais e/ou de fundos, em conformidade com a zona e via em questão . Será medido do nível do ponto médio do alinhamento frontal do lote até o seu ponto mais alto (platibanda)
	Art. 72 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 72 - Para os efeitos da presente Lei, considera-se embassamento a parte da edificação conformada pelo pavimento térreo e seus pavimentos auxiliares (até a altura da platibanda ou cumeeira) que estejam compreendidos dentro das alturas determinadas nesta lei e na Lei nº 5859 de 2011 (Estabelece parâmetros para a parte da edificação considerada "embassamento" no município de Itajaí). Parágrafo Único - Os pavimentos de subsolo não serão considerados parte do embassamento .

Número máximo pavimentos						
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições			
50,0	1,7	Art. 11 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 11 - São índices urbanísticos reguladores da ocupação do solo: VII - Número máximo pavimentos;			
		Anexo II - Tabela A - Parâmetros de zoneamento e uso do solo / lei	Zonas = ZU1 – ZU2 – ZU3 – ZC2			
			Altura máxima ^{2*}	Largura da via (m)	Até 8,00	4 pavimentos
					8,01 até 9,99	2,5 x largura da via
					10,00 até 12,00	4,5 x largura da via
					12,01 até 15,00	6 x largura da via
> 15,00	7 x largura da via					
2* Ao norte da Av. Adolfo Konder e Heitor Liberato e Rua Silva a Altura Máxima é de 55,00m * No térreo com altura de 6,20m com mezanino, o mezanino não é considerado pavimento.						
Altura máxima da edificação (termo associado)						
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições			
36,7	3,7	Art. 12 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: II - Altura máxima : a dimensão vertical máxima da edificação, expressa respectivamente em quantidade de pavimentos(torre) e metros (altura da cumeeira ou do embasamento), medidos de seu ponto mais alto até o nível do ponto médio do alinhamento frontal do lote.			
		Art. 70 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 70 - A altura das edificações , dependendo das zonas e das vias em que estiverem localizadas, não poderá ultrapassar o número máximo de pavimentos definidos nas tabelas em anexo desta lei. § 1º A altura é medida a partir do nível do meio fio de cota mais baixa, até o ponto mais elevado da edificação (cumeeira ou nível superior da platibanda), não sendo computadas as casas de máquinas, instalações de condicionamento de ar, chaminés e demais instalações implantadas na cobertura, além do ático.			

			<p>§ 2º Os terrenos em active serão escalonados em seções planas e contínuas de 15 m (quinze metros), no sentido da inclinação, para efeito do cálculo da altura máxima das edificações.</p> <p>§ 3º Para efeito do cálculo do número máximo de pavimentos, a distância máxima entre os pisos é fixada em 3,60 m (três metros e sessenta centímetros), com exceção do pavimento térreo, que poderá ter a altura máxima de 6,20 m (seis metros e vinte centímetros).</p> <p>§ 4º Quando ocorrerem, entre os pisos, alturas maiores que as referidas neste artigo, a soma dos excessos será considerada como um ou mais pavimentos, de acordo com o valor obtido.</p>
		<p>Art. 75</p> <p>Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo</p>	<p>Art. 75 - Nos terrenos de esquina ou com duas frentes, a altura máxima da edificação será pelo índice de maior altura.</p>
Altura=h (termo associado)			
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
	Termo não analisado	<p>Art. 12</p> <p>Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo</p>	<p>Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se:</p> <p>XXIII - Altura=h: altura medida entre a cota mais baixa do passeio e o piso do último pavimento.</p>
Gabarito - altura de edificações (termo associado)			
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
33,3	1,8	<p>Art. 1</p> <p>Lei nº 2763/1992 - Código de Obras</p>	<p>Art. 1º - Para os efeitos da presente Lei, deverão ser admitidas as seguintes definições técnicas:</p> <p>39. Gabarito: medida que limita ou determina a largura de logradouros e altura de edificações;</p>
Taxa de Ocupação / Taxa de Ocupação dos Lotes			
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
50,0	1,7	<p>Art. 12</p> <p>Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo</p>	<p>Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se:</p> <p>XLI - Taxa de ocupação (T.O.): é a relação percentual entre a área da projeção horizontal da edificação e a área do lote;</p>

		<p>Art. 68 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo</p>	<p>Art. 68 - Por taxa de ocupação dos lotes entende-se o quociente expresso em percentagem, entre a área ocupada pela projeção vertical de todas as partes edificadas de todos os pavimentos e a área do lote em que estão localizadas.</p> <p>Parágrafo Único - Não serão computadas, no cálculo da taxa de ocupação do lote, as projeções das seguintes áreas e dependências:</p> <ul style="list-style-type: none">I - beiral, até 1,20 m (um metro e vinte centímetros);II - pérgula;III - marquise até 1,20 m (um metro e vinte centímetros);IV - pára-sol, brises.V - sacadas, balcões e varandas com balanço máximo de 1,20 m (um metro e vinte centímetros);VI - elementos decorativos independentes da estrutura da edificação.
--	--	--	---

APÊNDICE G – Quadro 28 – Termos com a melhor qualidade da informação aplicados a RASE

Metodologia RASE aplicada aos termos com melhor qualidade da informação				
Gabarito - largura de logradouros				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
10,0	0,6	Art. 1º Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 1º - Para os efeitos da presente Lei, deverão ser admitidas as seguintes definições técnicas: 39. Gabarito : medida que limita ou determina a largura de logradouros e altura de edificações;	
Sótão				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
6,7	0,7	Art. 69 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 69 - § 1º: XII - o sótão - em habitação unifamiliar, desde que esteja totalmente contido no volume do telhado e caracterizado como aproveitamento deste espaço.	
		Art. 1º Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 1º 69. Sótão : espaço situado entre o forro e a cobertura, aproveitável como dependência de uso comum de uma edificação.	
		Art. 70 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 70 - Será permitida a utilização de ventilação e iluminação zenital nos seguintes compartimentos: vestíbulos, banheiros, corredores, depósitos, lavanderias e sótãos.	
		Tabela I - Casas populares Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Sótão	
			Círculo inscrito – Diâmetro mínimo	1,60m
			Área mínima	4,00m
			Iluminação mínima	1/6
			Ventilação mínima	1/12
		Tabela II B - Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Sótão	
			Círculo inscrito – Diâmetro mínimo	2,00m
			Área mínima	6,00m
			Iluminação mínima	1/10
			Ventilação mínima	1/20
			Pé-direito mínimo	Mínimo 1,80m Médio 2,20m
	Profundidade máxima	3 x pé-direito		
	Verga máxima	1/8 pé-direito		
Vestíbulo				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
6,7	0,7	Art. 70 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 70 - Será permitida a utilização de ventilação e iluminação zenital nos seguintes compartimentos: vestíbulos, banheiros, corredores, depósitos, lavanderias e sótãos.	

		<p>Art. 90 § 2º Lei nº 2763/1992 - Código de Obras</p>	<p>Art. 90 - Os compartimentos dos edifícios poderão ser iluminados e ventilados mediante aberturas para áreas de iluminação e ventilação. § 2º - As empenas que contenham aberturas de vestíbulos, copas, cozinha, lavanderia, banheiro, corredores, quarto de empregada e antesalas, são consideradas secundárias, e as áreas de iluminação e ventilação deverão obedecer às seguintes condições:</p>	
		<p>Art. 101 Inciso IV Lei nº 2763/1992 - Código de Obras</p>	<p>Art. 101 - As edificações destinadas a hotéis e congêneres, além das disposições do presente Código que lhes forem aplicáveis, deverão: IV. possuir uma sala de estar com o mínimo de 1,00 m² (um metro quadrado) por hóspede, e vestíbulo de entrada, com portaria, com área mínima de 12,00 m² (doze metros quadrados);</p>	
		<p>Tabela II B - Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras</p>	Vestíbulo	
			Círculo inscrito – Diâmetro mínimo	0,80m
			Área mínima	1,00m
			Pé-direito mínimo	2,20m
			Profundidade máxima	3 x pé-direito
			Verga máxima	1/8 pé-direito
			Sem definição específica nos códigos estudados.	
Abrigo				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
6,7	0,7	<p>Art. 114 Inciso III. Lei nº 2763/1992 - Código de Obras</p>	<p>Art. 114 - As edificações destinadas a asilos, orfanatos, albergues e congêneres, além das disposições do presente Código que lhes forem aplicáveis, deverão: III. ter, quando se destinarem a abrigo de menores, salas de aula, pátio para recreação, aplicando-se para tais dependências as prescrições referentes a escolas;</p>	
		<p>Art. 75 Incisos I Lei Complementar nº 94/2017 - Plano Diretor</p>	<p>Art. 75 - São diretrizes do Plano de Transporte Coletivo: I - Priorizar ações direcionadas ao conjunto de equipamentos urbanos vinculados ao serviço público de transporte coletivo, entendido como abrigos, terminais de transporte, estações de integração, veículos de comunicação visual e auditiva específica; V - Implantar, manter e padronizar os abrigos e pontos de parada, visando melhorar a segurança e o conforto da população;</p>	
		<p>Art. 81 Incisos IV Lei Complementar nº 94/2017 - Plano Diretor</p>	<p>Art. 81 - São diretrizes de acessibilidade: IV - Promover a acessibilidade para pessoas portadoras de deficiência ou com restrição de mobilidade aos equipamentos e serviços públicos, priorizando ações direcionadas ao sistema de transporte público, entendido como abrigos, terminais, veículos, serviços ou comunicação específica;</p>	
			Sem definição específica nos códigos estudados.	
Adega				

% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
6,7	0,7	Art. 1º Inciso 3 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 1º - Para os efeitos da presente Lei, deverão ser admitidas as seguintes definições técnicas: 3. Adega : compartimento , geralmente subterrâneo , que serve, por suas condições de temperatura, para armazenar bebidas ;	
Atelier				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
6,7	0,7	Art. 90 § 1º Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 90 - Os compartimentos dos edifícios poderão ser iluminados e ventilados mediante aberturas para áreas de iluminação e ventilação. § 1º - As empenas que contenham aberturas de salas, quartos, estúdios, bibliotecas e "ateliers" são consideradas principais, e as áreas de iluminação e ventilação deverão obedecer às seguintes condições:	
		Tabela II B - Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Atelier	
			Círculo inscrito – Diâmetro mínimo	2,40m
			Área mínima	6,00m
			Iluminação mínima	1/6
			Ventilação mínima	1/12
			Pé-direito mínimo	2,40m
		Profundidade máxima	3 x pé-direito	
Verga máxima	1/8 pé-direito			
Art. 78 Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 78 - As empenas são classificadas em: I - Empena principal: é a que contém abertura para iluminação e ventilação dos pavimentos de permanência prolongada, tais como: sala, quarto, biblioteca, estúdio, atelier e salas comerciais;			
	Sem definição específica nos códigos estudados.			
Largura da via				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
10,0	0,7	Anexo II – Tabela A Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Sem definição específica nos códigos estudados. Apenas referências de medidas presentes no Anexo II – Tabela A.	
Largura mínima do degrau				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
10,0	0,7	Tabela II B - Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	I - Nas escadas em leque , a largura mínima do degrau deverá ser de 0,07 m devendo a 0,50 m do bordo interno , o degrau apresentar a largura mínima do piso de 0,25 m. III - A largura mínima do degrau será de 0,25 m .	

		Tabela III - Edifícios de habitação coletiva - partes comuns Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	II - Nas escadas em leque , a largura mínima do degrau deverá ser de 0,07 m devendo a 0,50 m do bordo interno , o degrau apresentar a largura mínima do piso de 0,25 m. V - A largura mínima do degrau será de 0,25 m .
		Tabela IV – Edifícios comerciais Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	II - Nas escadas em leque , a largura mínima do degrau deverá ser de 0,07 m devendo a 0,50 m do bordo interno , o degrau apresentar a largura mínima do piso de 0,25 m. V - A largura mínima do degrau será de 0,25 m .
			Sem definição específica nos códigos estudados.

Largura mínima do piso

% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
10,0	0,7	Tabela III - Edifícios de habitação coletiva - partes comuns Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Escadas II - Nas escadas em leque , a largura mínima do degrau deverá ser de 0,07 m devendo a 0,50 m do bordo interno, o degrau apresentar a largura mínima do piso de 0,25 m .
			Sem definição específica nos códigos estudados.

Divisa

% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
10,0	0,7	Art. 1º Inciso 32 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 1º - Para os efeitos da presente Lei, deverão ser admitidas as seguintes definições técnicas: 32. Divisa : linha que separa o lote das propriedades confinantes ;
		Art. 1º Inciso 38 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 1º - Para os efeitos da presente Lei, deverão ser admitidas as seguintes definições técnicas: 38. Frente ou Testada: divisa do lote que coincide com o alinhamento do logradouro público;
		Art. 12 Inciso XIV Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: XIV - Divisa : linha que separa o lote das propriedades confinantes ;
		Art. 12 Inciso XVII Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: XVII - Embasamento: para efeitos desta lei, embasamento constitui a parte da edificação formada pelos primeiros pavimentos, que pode ou não ser construído sobre as divisas laterais e/ou de fundos, em conformidade com a zona e via em questão. Será medido do nível do ponto médio do alinhamento frontal do lote até o seu ponto mais alto (platibanda);
		Art. 12 Inciso XXXVII	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se:

		Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	XXXVII - Recuos: representam as distâncias mínimas que devem ser observadas entre as edificações e as divisas do lote, constituindo-se em recuo frontal, lateral e de fundos;
		Art. 12 Inciso XLIII Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: XLIII - Testada: comprimento da frente do lote, expressa em metros, medida entre as divisas laterais do lote, que coincide com o alinhamento do logradouro público;
Profundidade máxima			
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
16,7	0,7	Tabela I - Casas populares Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	A profundidade máxima será de para os cômodos: Sala, Cozinha, N° Quarto, Demais Quartos e Banheiros = 3 x pé-direito.
		Tabela II A e B - Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	A profundidade máxima será de para os cômodos: Vestíbulo, Sala, 1º Quarto, Demais Quartos, Copa, Cozinha, Lavanderia, Banheiros, Garagem, Quarto de empregada, Sótão e Escritório/Atelier = 3 x pé-direito.
		Tabela III - Edifícios de habitação coletiva - partes comuns Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	A profundidade máxima será de para os cômodos: Hall do Prédio = 4 x pé-direito, Para: Hall da Unidade Residencial = 3 x pé-direito.
		TABELA IV - Edifícios Comerciais Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	A profundidade máxima será de para os cômodos: Ante-salas, Salas Sanitários, Kit, Sobre-lojas = 3 x pé-direito.
			Sem definição específica nos códigos estudados.
Caixa da via			
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
20,0	0,7	Art. 10 Inciso I Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 10 - O uso, a ocupação e o parcelamento do solo passam a ser disciplinados por normas referentes: I - à zona e a caixa da via em que o lote se situa;
		Art. 11 Inciso I Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 11 - São índices urbanísticos reguladores da ocupação do solo: I - Caixa da via;
		Art. 12 Inciso VIII	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: VIII - Caixa da Via: distância em metros entre alinhamentos de muros.

		Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	
		Art. 1º Incisos 38, 39, 48 e 55 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 1º - Para os efeitos da presente Lei, deverão ser admitidas as seguintes definições técnicas: 38. Frente ou Testada: divisa do lote que coincide com o alinhamento do logradouro público ; 39. Gabarito: medida que limita ou determina a largura de logradouros e altura de edificações; 48. Logradouro Público: lugar destinado, pela Prefeitura, ao uso comum do povo; 55. Passeio: parte do logradouro público destinada ao trânsito de pedestres;
		Art. 12 Incisos I, XXVI, XXVII e XLIII Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: I - Alinhamento de muro: limite entre o lote e o logradouro público locada pelas autoridades municipais competentes; XXVI - Logradouro Público: parte da superfície da cidade destinada ao trânsito e ao uso público, oficialmente reconhecida e designada por um nome, de acordo com a legislação em vigor. XXVII - Lote: é o terreno resultante de loteamento, desmembramento ou englobamento para fins urbanos, com pelo menos uma divisa com logradouro público; XLIII - Testada: comprimento da frente do lote, expressa em metros, medida entre as divisas laterais do lote, que coincide com o alinhamento do logradouro público;

Alinhamento de muro

% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
20,0	0,8	Art. 12 Inciso I Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: I - Alinhamento de muro: limite entre o lote e o logradouro público locada pelas autoridades municipais competentes;

Ventilação mínima

% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições
30,0	0,8	Tabela I - Casas populares Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	1. As linhas Iluminação mínima e Ventilação mínima referem-se à relação entre a área da abertura e a área do piso; A Ventilação mínima será de 1/12 para os cômodos: Sala, Nº Quarto, Demais Quartos e Sótão. A Ventilação mínima será de 1/16 para os cômodos: Cozinha e Banheiros.

		Tabela II A e B - Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	<p>1. As linhas Iluminação mínima e Ventilação mínima referem-se à relação entre a área da abertura e a área do piso;</p> <p>A Ventilação mínima será de 1/10 para os cômodos: Garagem.</p> <p>A Ventilação mínima será de 1/12 para os cômodos: Sala, 1º Quarto, Demais Quartos, Quarto de Empregada e Escritório/Atelier/Sala de Estudo.</p> <p>A Ventilação mínima será de 1/16 para os cômodos: Copa, Cozinha, Lavanderia e Banheiro.</p> <p>A Ventilação mínima será de 1/20 para os cômodos: Depósito e Sótão.</p>	
		TABELA IV - Edifícios Comerciais Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	<p>1. As linhas Iluminação mínima e Ventilação mínima referem-se à relação entre a área da abertura e a área do piso;</p> <p>A Ventilação mínima será de 1/12 para os cômodos: Ante-salas, Salas, Sanitários e Kit.</p> <p>A Ventilação mínima será de 1/16 para os cômodos: Lojas e Sobre-lojas.</p> <p>A Ventilação mínima será de 1/20 para os cômodos: Hall dos pavimentos.</p>	
1º Quarto				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
12,5	0,8	Tabela II A - Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	1º Quarto	
			Círculo inscrito	2,40m
			Área mínima	10,00m
			Iluminação mínima	1/6
			Ventilação mínima	1/12
			Pé-direito mínimo	2,40m
			Profundidade máxima	3 x pé-direito
		Verga máxima	1/8 pé-direito	
		Art. 78 Inciso I Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 78 - As empenas são classificadas em: I - Empena principal: é a que contém abertura para iluminação e ventilação dos pavimentos de permanência prolongada , tais como: sala, quarto , biblioteca, estúdio, atelier e salas comerciais;	
			Sem definição específica nos códigos estudados.	
Pé-direito				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
13,3	0,9	Art. 1º Inciso 58 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 1º - Para os efeitos da presente Lei, deverão ser admitidas as seguintes definições técnicas: 58. Pé-Direito : distância vertical entre o piso e o forro de um compartimento ;	
		Art. 98	Art. 98 - As galerias de passagem internas, a rés do chão, através de edifícios, deverão ter largura correspondente, no mínimo, a 1/25 (um	

	Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	vinte e cinco avos) do seu comprimento, observando-se os mínimos de 2,80 m. (dois metros e oitenta centímetros) de largura e 2,80 m. (dois metros e oitenta centímetros) de pé-direito . Parágrafo Único. Quando as galerias derem acesso a estabelecimentos comerciais, terão, no mínimo, largura livre correspondente a 1/20 (um vinte avos) do seu comprimento, observando-se o mínimo de 4,00 m. (quatro metros) de largura e 2,80 m. (dois metros e oitenta centímetros) de pé-direito .
	Art. 107 Inciso III Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 107 - As salas de aula deverão satisfazer as seguintes condições: III. Pé-direito mínimo de 2,60 m. (dois metros e sessenta centímetros), sendo que, no caso da existência de vigas , estas deverão ter a face inferior com altura mínima de 2,40 m. (dois metros e quarenta centímetros);
	Art. 115 Inciso II Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Art. 115 - As edificações destinadas a estabelecimentos hospitalares e congêneres , além das disposições do presente Código que lhes forem aplicáveis, deverão: II. Ter pé-direito mínimo de 3,00 m. (três metros) em todas as dependências , com exceção de corredores e sanitários ;
	Tabela I - Casas populares Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Pé-Direito Mínimo de 1,50m e médio de 2,00m para o cômodo: Sótão . Pé-Direito Mínimo de 2,00m para o cômodo: Abrigo . Pé-Direito Mínimo de 2,20m para os cômodos: Sala, Cozinha, N° Quarto, Demais Quartos, Banheiros e Corredores . Pé-Direito Mínimo de Altura mínima livre de 2,00m para o cômodo: Escada .
	Tabela II A e B – Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Pé-Direito Mínimo de 1,80m e médio de 2,20m para os cômodo: Sótão . Pé-Direito Mínimo de Altura mínima livre de 2,00m para o cômodo: Escada . Pé-Direito Mínimo de 2,20m para os cômodos: Vestíbulo, Copa, Cozinha, Lavanderia, Banheiro, Depósito e Corredor . Pé-Direito Mínimo de 2,40m para os cômodos: Sala, 1° Quarto, Demais Quartos, Quarto de Empregada e Escritório/Atelier/Sala de Estudo .
	Tabela III - Edifícios de Habitação Coletiva - Partes Comuns Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Pé-Direito Mínimo de Altura mínima livre de 2,00m para os cômodos: Escada e Rampa . Pé-Direito Mínimo de 2,40m para os cômodos: Hall Do Prédio, Hall Da Unidade Residencial e Corredores Principais .
	TABELA IV - Edifícios Comerciais Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Pé-Direito Mínimo de Altura mínima livre de 2,20m para o cômodo: Escada . Pé-Direito Mínimo de 2,20m para os cômodos: Corredores secundários, Sanitários e Kit . Pé-Direito Mínimo de 2,40m para os cômodos: Hall dos Pavimentos, Corredores Principais, Ante-salas, Salas e Sobre-lojas . Pé-Direito Mínimo de 2,80m para os cômodos: Hall do prédio e Lojas .

		Art. 12 Inciso XXXIV Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: XXXIV - Pé-direito : para efeitos desta lei, a distância vertical entre pisos de um compartimento com o seu superior, suas dimensões máximas e mínimas são regulamentadas pelo Código de Obras;	
Frente ou testada				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
13,3	0,9	Art. 12 Inciso XLIII Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	Art. 12 - Para efeitos dessa lei, considera-se: XLIII - Testada : comprimento da frente do lote, expressa em metros, medida entre as divisas laterais do lote, que coincide com o alinhamento do logradouro público;	
		Art. 107 Inciso 38 Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	38. Frente ou Testada : divisa do lote que coincide com o alinhamento do logradouro público;	
		Anexo II – Tabela A Lei Complementar nº 215/2012 - Código de Zonea, Parc. E Uso do Solo	LOTE - Dimensões mínimas: Testada de 12m para os zoneamentos: ZU1, ZU2, ZU3, ZC2, ZC1, ZU4, ZU5 e ZEU . Testada de 15m para os zoneamentos: ZIP, ZPN, ZAP, ZSI e ZIT . Testada de 20m para os zoneamentos: ZPA1, ZPA2, ZPA3, ZTRU, ZTRA e ZR .	
Círculo inscrito diâmetro mínimo				
% Erro	Média Qualidade	Artigos e Legislação	Definições	
10,0	0,9	Tabela I - Casas populares Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Círculo inscrito diâmetro mínimo	
			Corredores e Escadas	0,80m
			Banheiros	0,90m
			Cozinha	1,50m
			Demais Quartos e Sótão	1,60m
			Sala, N° Quarto e Abrigo	2,00m
		Tabela II A e B – Residências Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Círculo inscrito diâmetro mínimo	
			Vestíbulo, Corredor e Escada	0,80m
			Banheiro	1,00m
			Lavanderia	1,20m
			Cozinha e Copa	1,50m
			Depósito e Quarto de Empregada	1,60m
			Demais Quartos e Sótão	2,00m
		Tabela III - Edifícios de Habitação Coletiva - Partes Comuns Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Círculo inscrito diâmetro mínimo	
			Corredores Principais, Escadas e Rampa	1,20m
Hall da Unidade Residencial	1,50m			
Hall do Prédio	2,00m			

		Círculo inscrito diâmetro mínimo	
	TABELA IV - Edifícios Comerciais Lei nº 2763/1992 - Código de Obras	Sanitários e Kit	0,90m
		Corredores secundários	1,00m
		Escadas	1,20m
		Hall dos Pavimentos e Corredores Principais	1,50m
		Ante-salas	1,80m
		Hall do prédio, Lojas e Sobre-lojas	3,00m
			Sem definição específica nos códigos estudados.

ANEXO A – Declaração da Instituição - Resolução CNS 510/16**DECLARAÇÃO****Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e
Habitação de Itajaí**

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação de Itajaí**, tomei conhecimento do projeto de pesquisa: **Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar**, sob responsabilidade de **Rafael Fernandes Teixeira da Silva** e cumprirei os termos da Resolução CNS 510/16 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para o desenvolvimento deste projeto, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Itajaí, 01 de dezembro de 2021

Rodrigo Lamim
Secretário Municipal de Desenvolvimento
Urbano e Habitação

Art. Rodrigo Lamim
Secretário Municipal de
Desenvolvimento Urbano e
Habitação

CARIMBODO/ARESPONSÁVEL

ANEXO B – Parecer consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais e Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar

Pesquisador: RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA DA SILVA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 54359421.3.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.228.903

Apresentação do Projeto:

Projeto de mestrado de Rafael Fernandes Teixeira da Silva no PPG em Engenharia Civil da UFSC, orientado por Fernanda Fernandes Marchiori.

Segundo os pesquisadores, no formulário de informações básicas na PB:

Desenho:

O projeto de pesquisa será aplicado em profissionais de arquitetura e engenharia sendo um grupo formado pelos servidores públicos municipais da Prefeitura de Itajaí que trabalham na análise e aprovação de projetos de edificação e o segundo grupo pelos profissionais que elaboram projetos de arquitetura e engenharia que são submetidos à análise para o devido licenciamento e obtenção do direito de construir.

Resumo:

Um dos serviços públicos prestados que impactam diretamente no desempenho das empresas do setor da construção civil é o de Licenciamento para Construção. E a falta da qualidade das informações nos instrumentos legais para o licenciamento de edificações é provavelmente um dos

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 5.228.903

fatores para a morosidade nas análises, sendo um dos motivos para uma crescente pressão, principalmente sobre os órgãos públicos como as Prefeituras Municipais, para que seus processos se tornem mais ágeis e transparentes. Por outro lado, com a ampliação do desenvolvimento tecnológico para a cadeia produtiva da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação - AECO, em especial pela adoção dos conceitos associados à modelagem da informação na construção, - Building Information Modelling -, o setor de AECO vem se transformando num grande banco de dados, demandando a gestão de tantas informações e como elas podem ampliar o valor do setor.

As prefeituras municipais que possuem legislação de uso e ocupação do solo, são responsáveis pela definição dos termos e requisitos de projetos que serão analisados para obtenção do direito de construir. Entende-se que esses termos e requisitos legais, devem estar contidos nos modelos em BIM, poderiam ser verificados computacionalmente para uma análise automatizada de regras com o BIM para obtenção de direito de construir. O presente estudo se vale do viés da qualidade da informação para identificar as dimensões da qualidade que impactam na celeridade e qualidade as análises de projetos de edificação, com o objetivo de propor o aperfeiçoamento da legislação de uso e ocupação do solo, com uma aplicação ao caso da cidade catarinense de Itajaí, no contexto da verificação automática sobre projetos em BIM.

Diante deste contexto, a presente pesquisa se faz necessária porque é preciso entender, a partir da avaliação dos profissionais auditores de projetos na prefeitura de Itajaí e dos profissionais que elaboram os projetos de edificações seguindo a legislação do município, se as informações que são necessárias para aprovar um projeto decorrem principalmente da falta/baixa qualidade da informação aos termos e requisitos descritos na legislação de uso e ocupação do solo. E como base nos resultados propor o aperfeiçoamento da legislação para o uso computacional de verificação de regras a partir de modelos em BIM.

Hipótese:

A hipótese principal da presente pesquisa é que a verificação automática de regras em projetos de edificações pelos municípios que possuam legislação para esse fim, resulta na redução do tempo de análise realizada por analistas municipais. A partir desta, tem-se hipóteses secundárias, a serem testadas:

a) A lentidão das análises se deve à subjetividade na atividade de análise. b) A subjetividade de

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 5.228.903

análise é principalmente decorrente da falta/baixa qualidade da informação aos termos e requisitos descritos na legislação de uso e ocupação do solo. c) A verificação automática de regras reduz a subjetividade da análise.

Coleta de dados: A pesquisa será aplicada a dois grupos, sendo o primeiro, profissionais da prefeitura de Itajaí que analisam os projetos de edificações para a devido licenciamento e o segundo, os profissionais (arquitetos e/ou engenheiros) que elaboram os projetos de edificações, seguindo a legislação do município, para submissão dos seus projetos aos analistas do município.

Pergunta 1: Qual a sua formação profissional?

Pergunta 2: A quantos anos atua na área de análise de projetos?

Pergunta 3: Qual a sua função dentro do departamento em que atua?

Pergunta 4: Analistas - Considerando os materiais gráficos (projetos e desenhos 2D) dos documentos técnicos de arquitetura e engenharia apresentados para a análise e aprovação, e considerando a Zona Urbana 3 (ZU3) para os tipos Habitação unifamiliar (H1) e Habitação multifamiliar (H2), assinale com um "X" uma das opções de probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os elementos gráficos. Projetistas: Idem analista.

Pergunta 5 Analistas: Considerando a Legislação vigente no Município de Itajaí, referente ao ato administrativo de aprovação de projeto na Zona Urbana 3 (ZU3) para os tipos Habitação unifamiliar (H1) e Habitação multifamiliar (H2), assinale com um "X" uma das opções de probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação. Projetistas: Idem analista.

Pergunta 6

Analista: Considerando a sua resposta na Pergunta 4, relacionada a probabilidade de ocorrência de erros em projeto, indique um número da escala abaixo, para aos atributos da qualidade (Completeness, Compreensibilidade e Facilidade de uso) para sua relação com a ocorrências de erros em projeto. Projetista: Idem a anterior.

0 – Sem relação com a ocorrência de erros em projeto;

1 – Pouca relação com a ocorrência de erros em projeto;

3 – Média relação com a ocorrência de erros em projeto;

9 – Muita relação com a ocorrência de erros em projeto.

Estão previstos 20 participantes (5 analistas e 15 projetistas), que responderão a um questionário.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 5.228.903

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores, no formulário de informações básicas na PB:

Objetivo Primário:

Aperfeiçoar os parâmetros e termos da legislação municipal exigidos na elaboração de projetos de edificação e que são submetidos a análise para o licenciamento urbanístico, permitindo a aplicação computacional automatizada na análise desses projetos na prefeitura municipal de Itajaí.

Objetivo Secundário:

Avaliar o quanto a falta de qualidade da informação associada aos termos e requisitos da legislação de uso e ocupação do solo de Itajaí estão relacionadas com a morosidade da análise. Avaliar o quanto a falta de qualidade da informação associada aos termos e requisitos da legislação de uso e ocupação do solo, com maior ocorrência de erros, podem ser minimizadas com o uso computacional para análise dos projetos a partir de modelos em BIM. A partir da análise computacional dos termos e requisitos da legislação de uso e ocupação do solo com maior ocorrência de erros a legislação precisaria ser adaptada para minimização de erros e análise computacional pelo uso do BIM.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores, no formulário de informações básicas na PB:

Riscos:

O maior risco possível aos participantes da pesquisa está relacionado a imagem negativa que podem passar a sociedade, decorrente da indicação de erros na legislação municipal e por consequência uma das origens da lentidão na análise dos projetos.

Benefícios:

Um benefício esperado é o de trazer aos participantes uma reflexão sobre a ocorrência de erros e ao que elas podem estar relacionadas quanto aos atributos da qualidade, além de motivá-los para o uso de tecnologia para tanto ao submeter quanto ao aprovar projetos.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 5.228.903

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

V. campo de conclusões.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

V. campo de conclusões.

Recomendações:

V. campo de conclusões.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Folha de rosto assinada pelo pesquisador responsável e pela coordenação do curso ao qual o estudante está vinculado.

Consta do protocolo declaração de anuência das instituições a que os participantes estão eventualmente ligados.

O cronograma informa que a coleta de dados ocorrerá a partir de 01/03/2022.

O orçamento informa recursos de R\$ 11.446,15, com financiamento próprio.

Constam do protocolo os questionários detalhados a serem respondidos pelos participantes.

O TCLE está adequado ao que preconizam as resoluções sobre pesquisas com seres humanos

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1869163.pdf	13/01/2022 11:15:17		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_da_Instituicao_Resolucao_510_16.pdf	13/01/2022 11:13:12	RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA DA SILVA	Aceito
Brochura Pesquisa	Questionario_Projetistas_Rafael_Fernandes.pdf	10/01/2022 17:46:22	RAFAEL FERNANDES	Aceito
Brochura Pesquisa	Questionario_Analistas_Rafael_Fernandes.pdf	10/01/2022 17:46:10	RAFAEL FERNANDES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Rafael_Fernandes.pdf	10/01/2022 17:45:37	RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Rafael_Fernandes.pdf	10/01/2022 09:48:23	RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Assinada_Rafael_Fer	10/01/2022	RAFAEL	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 5.228.903

Folha de Rosto	nandes.pdf	09:46:02	TEIXEIRA DA SILVA	Aceito
----------------	------------	----------	-------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 08 de Fevereiro de 2022

Assinado por:
Luciana C Antunes
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE - Assinado



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGE
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar.

Você está sendo convidado(a) a participar do Projeto de pesquisa intitulado **Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar**, de responsabilidade do pesquisador **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**.

Leia cuidadosamente o que se segue e questione se houver quaisquer dúvidas. Caso sinta-se esclarecido(a) sobre as informações contidas neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peço que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

Local da pesquisa: Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGE.

Pesquisador Responsável: Rafael Fernandes Teixeira da Silva.

Resolução: esta pesquisa atende todas as especificações da Resolução 510/2016.

Objetivo: contribuir para o aperfeiçoamento de parâmetros e termos da legislação municipal exigidos na elaboração de projetos de edificação, e que são submetidos à análise para o licenciamento urbanístico, permitindo a aplicação computacional, e automatização da análise desses projetos na Prefeitura Municipal de Itajaí.

Procedimentos: a participação nesta pesquisa consistirá em responder 6 perguntas divididas em 3 partes. Na primeira parte, constam três perguntas para caracterização dos participantes, abordando aspectos profissionais, como formação, tempo de atuação e área de atuação. A segunda parte está relacionada à pergunta 4, que consiste em assinalar com “X” a probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os elementos gráficos. A terceira parte está relacionada às perguntas 5 e 6, onde a pergunta 5 consiste em assinalar com “X” a

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA-95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA-95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:24 -03'00'

Rubrica do pesquisador:

Rubrica do participante:

Página 1 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação, enquanto que a pergunta 6 consiste na indicação da relação entre os atributos de qualidade (completude, compreensibilidade e facilidade de uso) e as respostas da pergunta 5, através de uma escala, sendo: **0** – Sem relação, **1** – Pouca relação, **3** – Média relação e **9** – Muita relação.

Riscos e desconfortos: durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos e desconfortos. O maior risco e desconforto possível aos participantes da pesquisa está relacionado à imagem negativa que pode ser passada à sociedade, decorrente da indicação de erros na legislação municipal e, por consequência, da identificação de uma das origens da lentidão na análise dos projetos.

Minimização de riscos e/ou desconfortos: para minimização de riscos aos participantes, os dados não serão publicados individualmente, será publicada apenas a compilação de todos os dados.

Benefícios: a participação nesta pesquisa trará como benefício aos participantes uma reflexão sobre a ocorrência de erros, e ao que ela pode estar relacionada quanto aos atributos da qualidade, além de motivá-los para o uso da tecnologia, tanto ao submeter quanto ao aprovar projetos.

Voluntariedade/direito à desistência: os participantes poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento e não haverá nenhum prejuízo ao atendimento.

Custos, compensação financeira e ressarcimento: os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa, também não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação, devidamente fundamentada, o pesquisador fará o ressarcimento.

Direito à indenização: caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Privacidade, sigilo e confidencialidade: o nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, a todas as

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Data: 2022.01.10
09:12:53 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Página 2 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

informações que desejarem saber antes, durante e depois da sua participação.

Acesso a resultados parciais ou finais da pesquisa: os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Informações para contato: qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: **(48) 98413-6417**, e-mail: **rfs2574@gmail.com**; com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) da Universidade Federal de Santa Catarina, órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, localizado na Rua Desembargador Vítor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis, telefone: (48) 3721-6094, e-mail: **cep.propesq@contato.ufsc.br**, atendimento de segunda a sexta-feira das 08h00min às 12h00min, e das 14h00min às 18h00min; e/ou com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, localizada na Esplanada dos Ministérios, Bloco G, Anexo B, 1º Andar, Brasília (DF), CEP: 70058-900, telefone (61) 3315-2150/3821, e-mail: **cns@saude.gov.br**.

Eu, _____

declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade: _____

Florianópolis, *29* de *Novembro* de 20*22*

Assinatura do participante

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma digital por
RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Data: 2022.01.10 09:13:15
+03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____, Página 3 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar.

Você está sendo convidado(a) a participar do Projeto de pesquisa intitulado **Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar**, de responsabilidade do pesquisador **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**.

Leia cuidadosamente o que se segue e questione se houver quaisquer dúvidas. Caso sinta-se esclarecido(a) sobre as informações contidas neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peço que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

Local da pesquisa: Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

Pesquisador Responsável: Rafael Fernandes Teixeira da Silva.

Resolução: esta pesquisa atende todas as especificações da Resolução 510/2016.

Objetivo: contribuir para o aperfeiçoamento de parâmetros e termos da legislação municipal exigidos na elaboração de projetos de edificação, e que são submetidos à análise para o licenciamento urbanístico, permitindo a aplicação computacional, e automatização da análise desses projetos na Prefeitura Municipal de Itajaí.

Procedimentos: a participação nesta pesquisa consistirá em responder 6 perguntas divididas em 3 partes. Na primeira parte, constam três perguntas para caracterização dos participantes, abordando aspectos profissionais, como formação, tempo de atuação e área de atuação. A segunda parte está relacionada à pergunta 4, que consiste em assinalar com "X" a probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os elementos gráficos. A terceira parte está relacionada às perguntas 5 e 6, onde a pergunta 5 consiste em assinalar com "X" a

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA-95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA-95055878991
Data: 2022.01.10
09:12:24 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: . Página 1 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação, enquanto que a pergunta 6 consiste na indicação da relação entre os atributos de qualidade (completude, compreensividade e facilidade de uso) e as respostas da pergunta 5, através de uma escala, sendo: **0** – Sem relação, **1** – Pouca relação, **3** – Média relação e **9** – Muita relação.

Riscos e desconfortos: durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos e desconfortos. O maior risco e desconforto possível aos participantes da pesquisa está relacionado à imagem negativa que pode ser passada à sociedade, decorrente da indicação de erros na legislação municipal e, por consequência, da identificação de uma das origens da lentidão na análise dos projetos.

Minimização de riscos e/ou desconfortos: para minimização de riscos aos participantes, os dados não serão publicados individualmente, será publicada apenas a compilação de todos os dados.

Benefícios: a participação nesta pesquisa trará como benefício aos participantes uma reflexão sobre a ocorrência de erros, e ao que ela pode estar relacionada quanto aos atributos da qualidade, além de motivá-los para o uso da tecnologia, tanto ao submeter quanto ao aprovar projetos.

Voluntariedade/direito à desistência: os participantes poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento e não haverá nenhum prejuízo ao atendimento.

Custos, compensação financeira e ressarcimento: os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa, também não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação, devidamente fundamentada, o pesquisador fará o ressarcimento.

Direito à indenização: caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Privacidade, sigilo e confidencialidade: o nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, a todas as

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA-95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA-95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:53 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante:  _____, Página 2 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

informações que desejarem saber antes, durante e depois da sua participação.

Acesso a resultados parciais ou finais da pesquisa: os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Informações para contato: qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: **(48) 98413-6417**, e-mail: **rfs2574@gmail.com**; com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) da Universidade Federal de Santa Catarina, órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, localizado na Rua Desembargador Vítor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis, telefone: (48) 3721-6094, e-mail: **cep.propesq@contato.ufsc.br**, atendimento de segunda a sexta-feira das 08h00min às 12h00min, e das 14h00min às 18h00min; e/ou com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, localizada na Esplanada dos Ministérios, Bloco G, Anexo B, 1º Andar, Brasília (DF), CEP: 70058-900, telefone (61) 3315-2150/3821, e-mail: **cns@saude.gov.br**.

Eu, _____

declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade: Itajaí, 28 de novembro de 2012

Assinatura do participante

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma digital por
RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Data: 2012.11.10 09:13:15
+03'02'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____ Página 3 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar.

Você está sendo convidado(a) a participar do Projeto de pesquisa intitulado **Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar**, de responsabilidade do pesquisador **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**.

Leia cuidadosamente o que se segue e questione se houver quaisquer dúvidas. Caso sinta-se esclarecido(a) sobre as informações contidas neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peço que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

Local da pesquisa: Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

Pesquisador Responsável: Rafael Fernandes Teixeira da Silva.

Resolução: esta pesquisa atende todas as especificações da Resolução 510/2016.

Objetivo: contribuir para o aperfeiçoamento de parâmetros e termos da legislação municipal exigidos na elaboração de projetos de edificação, e que são submetidos à análise para o licenciamento urbanístico, permitindo a aplicação computacional, e automatização da análise desses projetos na Prefeitura Municipal de Itajaí.

Procedimentos: a participação nesta pesquisa consistirá em responder 6 perguntas divididas em 3 partes. Na primeira parte, constam três perguntas para caracterização dos participantes, abordando aspectos profissionais, como formação, tempo de atuação e área de atuação. A segunda parte está relacionada à pergunta 4, que consiste em assinalar com "X" a probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os elementos gráficos. A terceira parte está relacionada às perguntas 5 e 6, onde a pergunta 5 consiste em assinalar com "X" a

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Data: 2022.01.10
09:12:24 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____  Página 1 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGE
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação, enquanto que a pergunta 6 consiste na indicação da relação entre os atributos de qualidade (completude, compreensividade e facilidade de uso) e as respostas da pergunta 5, através de uma escala, sendo: **0** – Sem relação, **1** – Pouca relação, **3** – Média relação e **9** – Muita relação.

Riscos e desconfortos: durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos e desconfortos. O maior risco e desconforto possível aos participantes da pesquisa está relacionado à imagem negativa que pode ser passada à sociedade, decorrente da indicação de erros na legislação municipal e, por consequência, da identificação de uma das origens da lentidão na análise dos projetos.

Minimização de riscos e/ou desconfortos: para minimização de riscos aos participantes, os dados não serão publicados individualmente, será publicada apenas a compilação de todos os dados.

Benefícios: a participação nesta pesquisa trará como benefício aos participantes uma reflexão sobre a ocorrência de erros, e ao que ela pode estar relacionada quanto aos atributos da qualidade, além de motivá-los para o uso da tecnologia, tanto ao submeter quanto ao aprovar projetos.

Voluntariedade/direito à desistência: os participantes poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento e não haverá nenhum prejuízo ao atendimento.

Custos, compensação financeira e ressarcimento: os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa, também não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação, devidamente fundamentada, o pesquisador fará o ressarcimento.

Direito à indenização: caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Privacidade, sigilo e confidencialidade: o nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, a todas as

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA-95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA-95055878991
Data: 2022.01.10
09:12:53 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante:  _____, Página 2 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

informações que desejarem saber antes, durante e depois da sua participação.

Acesso a resultados parciais ou finais da pesquisa: os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Informações para contato: qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: **(48) 98413-6417**, e-mail: **rfs2574@gmail.com**; com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) da Universidade Federal de Santa Catarina, órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, localizado na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis, telefone: (48) 3721-6094, e-mail: **cep.propesq@contato.ufsc.br**, atendimento de segunda a sexta-feira das 08h00min às 12h00min, e das 14h00min às 18h00min; e/ou com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, localizada na Esplanada dos Ministérios, Bloco G, Anexo B, 1º Andar, Brasília (DF), CEP: 70058-900, telefone (61) 3315-2150/3821, e-mail: **cns@saude.gov.br**.

Eu, [REDACTED],
declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade: ITAJAI, 25 de NOVEMBRO de 2022.

Assinatura do participante

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma digital por
RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Data: 2022.01.10 09:13:15
+03'00'

Rubrica do pesquisador: SILVA:95055878991, Rubrica do participante: Página 3 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar.

Você está sendo convidado(a) a participar do Projeto de pesquisa intitulado **Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar**, de responsabilidade do pesquisador **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**.

Leia cuidadosamente o que se segue e questione se houver quaisquer dúvidas. Caso sinta-se esclarecido(a) sobre as informações contidas neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peça que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

Local da pesquisa: Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

Pesquisador Responsável: Rafael Fernandes Teixeira da Silva.

Resolução: esta pesquisa atende todas as especificações da Resolução 510/2016.

Objetivo: contribuir para o aperfeiçoamento de parâmetros e termos da legislação municipal exigidos na elaboração de projetos de edificação, e que são submetidos à análise para o licenciamento urbanístico, permitindo a aplicação computacional, e automatização da análise desses projetos na Prefeitura Municipal de Itajaí.

Procedimentos: a participação nesta pesquisa consistirá em responder 6 perguntas divididas em 3 partes. Na primeira parte, constam três perguntas para caracterização dos participantes, abordando aspectos profissionais, como formação, tempo de atuação e área de atuação. A segunda parte está relacionada à pergunta 4, que consiste em assinalar com “X” a probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os elementos gráficos. A terceira parte está relacionada às perguntas 5 e 6, onde a pergunta 5 consiste em assinalar com “X” a

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:24 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante:  _____, Página 1 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGE
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação, enquanto que a pergunta 6 consiste na indicação da relação entre os atributos de qualidade (completude, compreensividade e facilidade de uso) e as respostas da pergunta 5, através de uma escala, sendo: **0** – Sem relação, **1** – Pouca relação, **3** – Média relação e **9** – Muita relação.

Riscos e desconfortos: durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos e desconfortos. O maior risco e desconforto possível aos participantes da pesquisa está relacionado à imagem negativa que pode ser passada à sociedade, decorrente da indicação de erros na legislação municipal e, por consequência, da identificação de uma das origens da lentidão na análise dos projetos.

Minimização de riscos e/ou desconfortos: para minimização de riscos aos participantes, os dados não serão publicados individualmente, será publicada apenas a compilação de todos os dados.

Benefícios: a participação nesta pesquisa trará como benefício aos participantes uma reflexão sobre a ocorrência de erros, e ao que ela pode estar relacionada quanto aos atributos da qualidade, além de motivá-los para o uso da tecnologia, tanto ao submeter quanto ao aprovar projetos.

Voluntariedade/direito à desistência: os participantes poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento e não haverá nenhum prejuízo ao atendimento.

Custos, compensação financeira e ressarcimento: os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa, também não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação, devidamente fundamentada, o pesquisador fará o ressarcimento.

Direito à indenização: caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Privacidade, sigilo e confidencialidade: o nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, a todas as

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:53 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____ Página 2 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

informações que desejarem saber antes, durante e depois da sua participação.

Acesso a resultados parciais ou finais da pesquisa: os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Informações para contato: qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: (48) 98413-6417, e-mail: rfs2574@gmail.com; com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) da Universidade Federal de Santa Catarina, órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, localizado na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis, telefone: (48) 3721-6094, e-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br, atendimento de segunda a sexta-feira das 08h00min às 12h00min, e das 14h00min às 18h00min; e/ou com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, localizada na Esplanada dos Ministérios, Bloco G, Anexo B, 1º Andar, Brasília (DF), CEP: 70058-900, telefone (61) 3315-2150/3821, e-mail: cns@saude.gov.br.

Eu, _____,

declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade: Itapirí, 25 de Novembro de 2022.

Assinatura do participante

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma digital por
RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Data: 2022.01.11 09:33:15
-03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____ Página 3 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto de pesquisa: Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar.

Você está sendo convidado(a) a participar do Projeto de pesquisa intitulado **Recomendações para a parametrização de leis municipais relacionadas ao licenciamento de edificações para adoção de análises computacionais – Estudo de caso Prefeitura de Itajaí para habitações unifamiliar e multifamiliar**, de responsabilidade do pesquisador **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**.

Leia cuidadosamente o que se segue e questione se houver quaisquer dúvidas. Caso sinta-se esclarecido(a) sobre as informações contidas neste Termo e aceite fazer parte do estudo, peço que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

Local da pesquisa: Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

Pesquisador Responsável: Rafael Fernandes Teixeira da Silva.

Resolução: esta pesquisa atende todas as especificações da Resolução 510/2016.

Objetivo: contribuir para o aperfeiçoamento de parâmetros e termos da legislação municipal exigidos na elaboração de projetos de edificação, e que são submetidos à análise para o licenciamento urbanístico, permitindo a aplicação computacional, e automatização da análise desses projetos na Prefeitura Municipal de Itajaí.

Procedimentos: a participação nesta pesquisa consistirá em responder 6 perguntas divididas em 3 partes. Na primeira parte, constam três perguntas para caracterização dos participantes, abordando aspectos profissionais, como formação, tempo de atuação e área de atuação. A segunda parte está relacionada à pergunta 4, que consiste em assinalar com “X” a probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os elementos gráficos. A terceira parte está relacionada às perguntas 5 e 6, onde a pergunta 5 consiste em assinalar com “X” a

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:24 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante:  _____, Página 1 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGE
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
Centro Tecnológico - CTC/UFSC
Departamento de Engenharia Civil

probabilidade percebida para ocorrências de erros em projeto sobre os termos ou requisitos da legislação, enquanto que a pergunta 6 consiste na indicação da relação entre os atributos de qualidade (completude, compreensividade e facilidade de uso) e as respostas da pergunta 5, através de uma escala, sendo: **0** – Sem relação, **1** – Pouca relação, **3** – Média relação e **9** – Muita relação.

Riscos e desconfortos: durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos e desconfortos. O maior risco e desconforto possível aos participantes da pesquisa está relacionado à imagem negativa que pode ser passada à sociedade, decorrente da indicação de erros na legislação municipal e, por consequência, da identificação de uma das origens da lentidão na análise dos projetos.

Minimização de riscos e/ou desconfortos: para minimização de riscos aos participantes, os dados não serão publicados individualmente, será publicada apenas a compilação de todos os dados.

Benefícios: a participação nesta pesquisa trará como benefício aos participantes uma reflexão sobre a ocorrência de erros, e ao que ela pode estar relacionada quanto aos atributos da qualidade, além de motivá-los para o uso da tecnologia, tanto ao submeter quanto ao aprovar projetos.

Voluntariedade/direito à desistência: os participantes poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento e não haverá nenhum prejuízo ao atendimento.

Custos, compensação financeira e ressarcimento: os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa, também não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação, no entanto, caso haja qualquer despesa decorrente desta participação, devidamente fundamentada, o pesquisador fará o ressarcimento.

Direito à indenização: caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Privacidade, sigilo e confidencialidade: o nome dos participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem terão livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, a todas as

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA:95055878991

Assinado de forma
digital por RAFAEL
FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA:95055878991
Dados: 2022.01.10
09:12:53 -03'00'

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Página 2 de 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC
 Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – Trindade
 Centro Tecnológico - CTC/UFSC
 Departamento de Engenharia Civil

informações que desejarem saber antes, durante e depois da sua participação.

Acesso a resultados parciais ou finais da pesquisa: os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Informações para contato: qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com **Rafael Fernandes Teixeira da Silva**, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: **(48) 98413-6417**, e-mail: **rfs2574@gmail.com**; com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) da Universidade Federal de Santa Catarina, órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos, localizado na Rua Desembargador Vítor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis, telefone: (48) 3721-6094, e-mail: **cep.propesq@contato.ufsc.br**, atendimento de segunda a sexta-feira das 08h00min às 12h00min, e das 14h00min às 18h00min; e/ou com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, localizada na Esplanada dos Ministérios, Bloco G, Anexo B, 1º Andar, Brasília (DF), CEP: 70058-900, telefone (61) 3315-2150/3821, e-mail: **cns@saude.gov.br**.

Eu, _____

declaro ter sido informado e concordo em ser participante do Projeto de pesquisa acima descrito.

Cidade: Itajaí, 25 de novembro de 2022

Assinatura do participante

RAFAEL
FERNANDES
TEIXEIRA DA
SILVA-95055878991

Assinado de forma digital por
RAFAEL FERNANDES TEIXEIRA
DA SILVA-95055878991
Data: 2022.01.10 09:13:15
+03'00'

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____, Página 3 de 3