

EDUARDO ALVES DE MENDONÇA

**CONVERSÃO DE REGRAS DE ACESSIBILIDADE PELA METODOLOGIA RASE
PARA VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA EM MODELO BIM**

São Paulo
2020

EDUARDO ALVES DE MENDONÇA

**CONVERSÃO DE REGRAS DE ACESSIBILIDADE PELA METODOLOGIA RASE
PARA VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA EM MODELO BIM**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Especialista em
Gestão de Projetos na Construção

Orientador:
Prof. Dr. Leonardo Manzione

São Paulo
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Mendonça, Eduardo Alves de
Conversão de Regras de Acessibilidade pela Metodologia RASE para
Verificação Automática em Modelo BIM / E. A. Mendonça -- São Paulo, 2020.
126 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Construção Civil [projeto] 2.Gestão de Projetos 3.Acessibilidade 4.BIM
5.RASE I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

DEDICATÓRIA

Ao meu pai “Léo” e ao meu irmão “Léo Mão Jr”, *in memoriam*.

AGRADECIMENTOS

À minha família, minha base e inspiração. Qualquer agradecimento será pouco para demonstrar minha gratidão pelos valores e apoio que recebo de vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leonardo Manzione. Você não me transmitiu “somente” conhecimento técnico, nem orientou “apenas” um trabalho acadêmico. Sua competência como professor e ética profissional me motivaram a buscar cada vez mais conhecimento, a reconhecer e valorizar o trabalho científico e a compartilhar o que realmente agrega valor à comunidade. Obrigado por contribuir intensamente para a minha formação profissional e despertar minha curiosidade científica.

Aos professores do GPC (Gestão de Projetos na Construção) que igualmente contribuíram para minha formação.

Aos funcionários e colaboradores do GPC, sempre prestativos e proativos.

Aos colegas do GPC turma 2017 que compartilharam os momentos difíceis com bom humor e companheirismo ao longo de todo o curso.

À CAD Technology pelo apoio e disposição em contribuir com o conhecimento, em especial ao Eng. David Oliveira por gentilmente ceder a licença do Solibri utilizada na pesquisa.

Aos colegas de profissão e de jornada Monique Gonzalez e Massayoshi Kamimura.

Aos amigos que, mesmo sem saber, me deram condições de concluir este trabalho, cada um à sua maneira: Fábio Martins, Joaquim Alexandre Junior e Adriana Domingues.

Por fim, não menos importante, à minha companheira Monique, pelo exemplo de coragem e determinação.

RESUMO

A indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção é altamente regulada por muitas regras dadas por leis, códigos e normas em níveis nacional e internacional. Normas regulamentadoras são escritas em linguagem humana. Amplas e complexas, elas requerem compreensão e conhecimento substanciais por parte dos usuários. Frequentemente as regras são pouco estruturadas e podem resultar inconsistentes, redundantes e contraditórias, e dependem da interpretação dos envolvidos. Há um profundo interesse histórico em estruturar códigos de construção em um formato adequado para interpretação e aplicação computacional. As informações relevantes destes documentos precisam ser captadas como regras aplicáveis em verificação de modelos BIM, dentro de prazo e custo eficazes. Entretanto, para aplicação do processo de verificação de regras, é necessário realizar inicialmente uma análise semântica do texto normativo, a fim de adaptar seu significado a uma linguagem passível de interpretação por softwares. Este trabalho, através da análise da norma brasileira de acessibilidade, ABNT NBR 9050, visa adaptá-la à interpretação por um software comercial de verificação de regras em modelos BIM. A metodologia RASE foi utilizada para esta adequação do texto normativo, reformulando suas regras em argumentos lógicos testáveis. A partir de um protótipo em modelo BIM de um edifício real, desenvolvido para este trabalho, foram realizados vários testes que mostraram resultados confiáveis. Entretanto foram observados resultados que demonstram a inadequação de parte dos textos originais para a verificação automática de regras. Estes resultados também permitem inferir a necessidade de pesquisas para mudança na metodologia de como as regras devem ser escritas para que possam ser interpretadas pelos softwares de verificação de regras.

Palavras chaves: Verificação automática de regras. BIM. RASE. Acessibilidade.

ABSTRACT

Architecture, Engineering and Construction industry is highly regulated by several rules given by laws, codes and standards in national and international levels. Regulatory standards are written in human language. Broad and complex they require substantial understanding and knowledge on the part of users. Often the rules are poorly structured and can be inconsistent, redundant and contradictory, and depend on the interpretation of those involved. There is a deep historical interest in structuring building codes in a format suitable for computational interpretation and application. Relevant information in these documents needs to be captured as applicable rules for verification of BIM models, on time and cost effectively. However, to apply the rule verification process, it is necessary to initially perform a semantic analysis of the normative text, in order to adapt its meaning to a language that can be interpreted by software. This paper, through the analysis of the Brazilian accessibility standard, ABNT NBR 9050, aims to adapt it to the interpretation by a commercial software for checking rules in BIM models. The RASE methodology was used to adapt the normative text, reformulating its rules in testable logical arguments. From a prototype in a BIM model of a real building, developed for this work, several tests were performed that showed reliable results. However, results were observed that demonstrate the inadequacy of part of the original texts for automatic verification of rules. These results also allow us to infer the need for research to change the methodology of how the rules should be written so that they can be interpreted by the rule checking software.

Key words: Code Checking. BIM. RASE. Accessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Questões a serem respondidas.....	6
Figura 2 – Linha do tempo da pesquisa Internacional sobre <i>Code Checking</i>	13
Figura 3 – Fases do processo de verificação de regras processadas por computador	14
Figura 4 – Classificação das metodologias de implementação de verificação de regras	15
Figura 5 – Fases do processo de verificação de regras	19
Figura 6 – Os quatro operadores RASE para marcação de regras	20
Figura 7 – Marcação RASE pelo aplicativo <i>Require1</i> ©AEC3 UK Ltda	21
Figura 8 – Classificação proposta dos requisitos de projeto da norma de desempenho	25
Figura 9 – Fases da pesquisa conforme metodologia <i>Design Science Research</i>	27
Figura 10 – Escola Estadual Prof. Cândido de Oliveira	29
Figura 11 – Modelo do edifício escolar.....	31
Figura 12 – Figura 72 da NBR 9050.....	35
Figura 13 – Planta do nível inferior, sem escala.....	41
Figura 14 – Planta do nível superior, sem escala.....	42
Figura 15 – Ambientes criados com a ferramenta Zona	43
Figura 16 – Classificação OmniClass nas Zonas do Modelo.....	44
Figura 17 – Identificação da rota acessível em Zona do modelo.....	45
Figura 18 –Espaços classificados como rota acessível.....	46
Figura 19 –Zonas do modelo classificadas conforme a função	46
Figura 20 – Rampa em “L” com patamar intermediário selecionado	47
Figura 21 – Parte do fluxograma de decisões para o objeto ‘pisso’	49
Figura 22 – Regras aninhadas	50
Figura 23 – Conjunto de regras criado para verificação do item 6.1 (Rota acessível)	53
Figura 24 – Tarefas preliminares associadas ao conjunto de regras.....	53
Figura 25 – Tela de configuração de tarefa preliminar	54
Figura 26 – To-Do List	54
Figura 27 – Janela de informações de uma regra filtro.....	55

Figura 28 – Parâmetros da regra filtro.....	56
Figura 29 – Parâmetros da regra “Espaços conectados a rota acessível”	57
Figura 30 – Parâmetros da regra “Nível de iluminância”	59
Figura 31 – Janela de comunicação dos resultados.....	61
Figura 32 – Janela 3D do modelo com uma ocorrência selecionada.....	62
Figura 33 – Resultados da regra “ <i>Accessible Route Rule</i> ”	63
Figura 34 – Janela 3D com visualização de ocorrência.....	64
Figura 35 – Figura 81 da NBR 9050:2015.....	65
Figura 36 – Trecho da planta do modelo.....	65
Figura 37 – Trecho da planta do modelo.....	66
Figura 38 – Ocorrência apontada no modelo	66
Figura 39 – Detalhes da ocorrência	67
Figura 40 – Dimensões do espaço “Escada Externa 05”	68
Figura 41 – Figura 80 da NBR 9050.....	70
Figura 42 – Antecâmara original e variação A.....	71
Figura 43 – Variações B e C da antecâmara.....	72
Figura 44 – Figura 81 da NBR 9050.....	73
Figura 45 – Adaptado da Figura 82 da NBR 9050.....	74
Figura 46 – Distribuição das informações da NBR 9050, Seção 6, conforme Tx3....	81
Figura 47 – Resultados da pesquisa	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das técnicas aplicadas à interpretação de regras	15
Tabela 2 – Resumo das frases métricas	22
Tabela 3 – Reestruturação do item 6.3.3 da NBR 9050	35
Tabela 4 – Frases métricas com objetos, propriedades e valores atribuídos	37
Tabela 5 – RASE aplicada ao item 6.3.3.....	38
Tabela 6 – RASE aplicada ao item 6.1.1.1	52
Tabela 7 – RASE aplicada ao item 6.1.2.....	59
Tabela 8 – Informações extraídas do texto normativo (metodologia Tx3)	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
BCF	<i>BIM Collaboration Format</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BMC	<i>BIM-based Model Checking</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i> ou <i>Computer Aided Drafting</i>
CSI	<i>Construction Specifications Institute, Inc.</i>
EUA	Estados Unidos da América
EAU	Emirados Árabes Unidos
DSR	<i>Design Science Research</i>
FDE	Fundação para o Desenvolvimento da Educação
GUID	<i>Global Unique Identifier</i>
ICC	<i>International Code Council</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFD	<i>International Framework for Dictionaries</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Técnica brasileira
NBR ISO	Tradução de Norma Técnica ISO adotada pela ABNT
OCCS	<i>OmniClass® Construction Classification System</i>
PCR	Pessoa em cadeira de rodas
RASE	<i>Requirement, Applicability, Selection, Exceptions</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
Tx3	<i>Transcribe, Transform, Transfer</i>
TIO	<i>Test Indicator Objectives</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	2
1.2 Definição do problema	4
1.3 Delimitação do tema	5
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo principal	5
1.4.2 Objetivos secundários.....	5
1.5 Estruturação do trabalho	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 Contexto histórico	8
2.2 Processo de verificação de regras	13
2.3 Metodologias existentes para classificação de regras.....	17
2.3.1 Classificação das regras.....	17
2.3.2 Metodologia Tx3	18
2.3.3 Metodologia RASE.....	19
2.3.4 Solibri Office	22
2.4 Abordagens semelhantes.....	24
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	26
4. DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO E RESULTADOS OBTIDOS.....	33
4.1 Etapa 1 – Conversão do texto normativo	33
4.1.1 Metodologia Tx3	33
4.1.2 Metodologia RASE.....	36
4.2 Etapa 2 – Preparação do Modelo.....	40
4.3 Etapa 3 – Configuração das regras.....	48
4.3.1 Processo de configuração de regras.....	51

4.4	Etapa 4 – Comunicação dos resultados da verificação	60
4.4.1	Ocorrência que aponta para falha na configuração da regra.....	63
4.4.2	Ocorrência que aponta para falha no projeto	64
4.4.3	Ocorrência que aponta para falha na interpretação da regra	67
4.5	Análise crítica da ABNT NBR 9050 Seção 6	69
4.5.1	Redação e informação gráfica	69
4.5.2	Subjetividade	74
4.5.3	Divergências	75
4.5.4	Dados ausentes	77
5.	RESULTADOS DA PESQUISA	78
5.1	Resultados da metodologia Tx3	78
5.2	Resultados da metodologia RASE	79
5.3	Resultados da verificação automática pelo Solibri	79
5.4	Resumo dos resultados da pesquisa	80
6.	CONCLUSÃO.....	82
6.1	Contribuições do trabalho	84
6.2	Trabalhos futuros	84
	REFERÊNCIAS	85
	Apêndice A – Planilha de conversão da ABNT NBR 9050, Seção 6, através da metodologia Tx3	89
	Apêndice B – Planilha de conversão da ABNT NBR 9050, Seção 6, através da metodologia RASE, a partir dos termos obtidos pela metodologia Tx3	102
	Anexo A – Prancha de desenho do contrato para desenvolvimento do Projeto Executivo para adaptação de acessibilidade.....	117
	Anexo B – Aprovação da FDE sobre o projeto apresentado	119
	Anexo C – Regras do Solibri Office.....	121

1. INTRODUÇÃO

Uma desejável e necessária industrialização da construção civil já se mostrou viável através da Modelagem da Informação da Construção, ou BIM (*Building Information Modeling*), segundo pesquisas na área e dados reais que demonstram o ganho de produtividade e confiabilidade no ciclo de vida de um empreendimento. Apesar da tendência positiva de crescimento do uso deste processo no Brasil, Santos (2019) alerta que a exploração do seu potencial ainda é reduzida, dada a adoção muitas vezes equivocada ou superficial por usuários e contratantes de projetos e obras, seja por desconhecimento, planejamento inadequado ou resistência ao processo colaborativo e ao uso de Tecnologia da Informação.

A importância da utilização do BIM na indústria de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) fica ainda mais evidente ao percebermos as ações do Governo Federal brasileiro. Em 2018 foi publicado o Decreto nº 9.377 que instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, denominada Estratégia BIM BR. Este Decreto foi revogado pelo Decreto 9.983 em 2019 para atualizações, cujos objetivos constam em seu Art. 2º:

- I - difundir o BIM e os seus benefícios;
- II - coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV - estimular a capacitação em BIM;
- V - propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII - desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e
- IX - incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM. (BRASIL, 2019)

Outro documento legislativo sobre o tema, o Decreto 10.306, de 2 de abril de 2020, estabelece a utilização do BIM “na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal” (BRASIL, 2020).

Dentre os muitos usos do BIM identificados por Succar (2015), a análise e verificação de atendimento a exigências e parâmetros de projeto, ou *Code Checking*, apresenta grande potencial de ganho de produtividade e confiabilidade.

1.1 Justificativa

Todo projeto para a AEC, qualquer que seja seu porte, necessita cumprir uma série de exigências. O próprio programa de necessidades do cliente é uma delas, que irá variar de um projeto para outro. Mas há conjuntos de exigências que se repetem para projetos diferentes, como o próprio Código de Obras e a Lei de Zoneamento de um município, que determinarão condições de habitabilidade, ocupação do solo, dimensões mínimas de cômodos e distâncias entre as edificações e o sistema viário. Há outros de âmbito nacional, a exemplo de programas habitacionais, como o Minha Casa Minha Vida, que financia empreendimento através da Caixa Econômica Federal desde que o projeto cumpra determinadas condições. Aos conjuntos de exigências de um projeto, neste trabalho denominamos regras.

A verificação de atendimento a regras feita por um humano demanda longos períodos e se sujeita às capacidades do analista e à qualidade de representação gráfica do projeto, entre outras variáveis. Este processo, além de demorado, é altamente suscetível a erros, omissões e falta de padronização. Segundo Mainardi Neto e Santos (2015), o processo de análise de cada revisão de projetos no Metrô de São Paulo, por exemplo, consome em média vinte e cinco dias para a primeira revisão e quinze dias para as demais revisões, alcançando a média de cinco revisões por projeto. Em um caso típico, seriam oitenta e cinco dias de análise.

Na última revisão do seu Código de Obras (Lei nº 16.642 de 2017), a Prefeitura de São Paulo adotou um processo simplificado de licenciamento. Segundo o portal Gestão Urbana SP, “um dos principais objetivos do novo Código de Obras e Edificações é tornar o processo de licenciamento de obras mais simples, tanto para o

cidadão que apresenta projetos, quanto para os técnicos que os analisam” (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2017a). De acordo com o texto, a Prefeitura “deixa de averiguar os detalhes internos das edificações e o proprietário será o responsável pelo atendimento da legislação no que diz respeito à parte interna do empreendimento”. Assim, “o arquiteto terá a responsabilidade legal de elaborar o projeto em conformidade com a legislação e com as normas técnicas vigentes”. Isto obviamente reforça a importância da verificação de regras não apenas pelos analistas.

Os projetos destinados ao território brasileiro, de acordo com a Lei Federal nº 10.098 de 2000, devem se submeter às regras de acessibilidade previstas na ABNT NBR 9050, intitulada “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”. Nela estão estabelecidos os “critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade” (ABNT, 2015).

Em janeiro de 2020 entrou em vigor o Decreto Federal nº 9.451/2018 que regulamenta o artigo 58 a Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/2015). Seu texto define os critérios de acessibilidade relativos ao projeto e à construção a serem apresentados para aprovação em prefeituras ou órgãos equivalentes, exigindo que todas as novas unidades habitacionais (exceto Habitação de Interesse Social que já conta com regramento específico) prevejam a possibilidade de adequação à acessibilidade a qualquer tempo. Na prática, “devem possuir características construtivas que permitam – a partir de alterações de layout, dimensões internas ou quantidade de ambientes – a adaptação para uma unidade internamente acessível, sem que sejam afetadas a estrutura da edificação e as instalações prediais” (FERREIRA, 2020).

Estas e outras regras em vigor atualmente, às quais se sujeitam todos os empreendimentos a construir ou reformar no Brasil e em grande parte do mundo, são formuladas em linguagem humana, para leitura e interpretação por humanos. O aperfeiçoamento da estrutura lógica para aplicações em máquinas já foi objeto de pesquisas, entretanto, este campo ainda não foi o bastante explorado a ponto de proporcionar o uso comercial e cotidiano da verificação automática para qualquer conjunto de regras.

Em Ciência da Computação, o termo *Model Checking* se refere ao teste feito em um modelo para verificar se ele cumpre determinadas especificações. A utilização de uma

ferramenta computacional que realize esta verificação em modelos computacionais de forma automática explora dois grandes potenciais do BIM: agilidade e confiabilidade. Há, porém, uma árdua tarefa que antecede esta automatização. Segundo processo proposto por Eastman, Lee, Jeong e Lee (2009), são 4 as fases de verificação de regras por computador: (i) interpretação e estruturação, ou seja, conversão das regras para linguagem computacional; (ii) preparação do modelo BIM para que ele seja corretamente interpretado pelo software de verificação; (iii) execução da regra; e (iv) comunicação, etapa na qual são apresentados os resultados, que ainda poderão necessitar de ações humanas, dependendo de sua classificação.

São possíveis interessados diretamente nos resultados desta pesquisa: técnicos, arquitetos e engenheiros projetistas, coordenadores de projeto, analistas, fiscais e gerenciadores de projetos, elaboradores de normas, desenvolvedores de softwares, além da comunidade acadêmica.

1.2 Definição do problema

A principal questão a ser respondida é: a partir de ferramentas e métodos disponíveis atualmente, o quanto é possível verificar de forma automática o atendimento em um modelo BIM às regras brasileiras de acessibilidade para circulação e acessos, através de uma metodologia de conversão destas regras para uma linguagem lógica computacional?

O presente trabalho visa interpretar e estruturar regras de acessibilidade, preparar um modelo BIM para verificação, alimentar e configurar um software de uso comercial, executar a verificação automática, comunicar os resultados e analisar o processo. Para isso serão aplicadas as metodologias Tx3 e RASE, propostas por Hjelseth e Nisbet (2011) para conversão do texto normativo em afirmações lógicas testáveis. O projeto a ser verificado será o modelo BIM de uma edificação existente, cuja proposta de acessibilidade já fora submetida à verificação humana de atendimento à NBR 9050. A partir das afirmações lógicas resultantes da conversão do texto em regras será construído um artefato tecnológico de verificação automática através do software *Solibri Office* versão 9.10.5.18, neste trabalho referenciado como *Solibri*. Por fim, os resultados obtidos serão descritos e analisados criticamente.

1.3 Delimitação do tema

A fim de delimitar a extensão da pesquisa, o levantamento de regras de acessibilidade ficará restrito à Seção 6 da NBR 9050:2015, que trata de acessos e circulação. O edifício em estudo é de uma escola em São Paulo e o software de modelagem será o ArchiCAD versão 22. Como mencionado, o software para verificação das regras a serem convertidas será o Solibri.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é identificar o quanto é possível realizar de forma automática a verificação de conformidade de um modelo BIM com as regras de acessibilidade para acessos e circulação, e revelar os motivos que levam a partes não verificáveis do texto normativo. É importante destacar que o Solibri oferece um pacote de regras de acessibilidade parametrizáveis para verificação automática. Estas porém apresentam algumas limitações que serão detalhadas no trabalho.

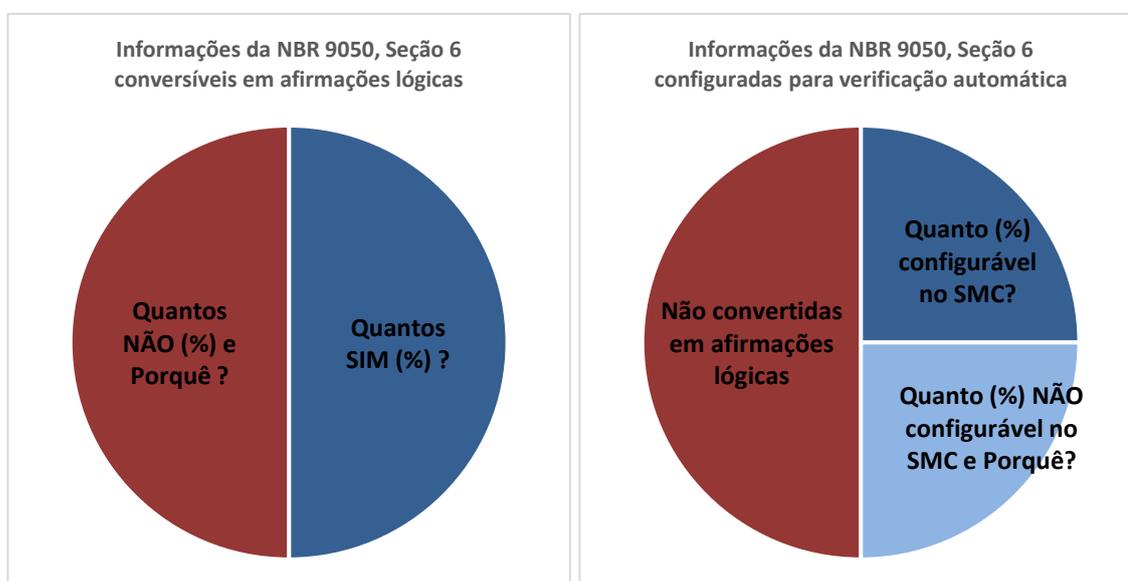
Para isso será utilizada a NBR-9050 “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, que será preparada para a verificação através das metodologias Tx3 e RASE, e executada a verificação através do software *Solibri Office* (Solibri).

1.4.2 Objetivos secundários

- Identificar quais regras de acessibilidade são passíveis de verificação por computador e quais não são (metodologia Tx3);
- Converter as regras de acessibilidade passíveis de verificação automática para um padrão compreensível por computador (metodologia RASE);
- Configurar o software Solibri para leitura das regras convertidas;

Os resultados serão apresentados quantitativamente para responder às perguntas formuladas na Figura 1: quanto do texto normativo é possível converter em afirmações lógicas verificáveis por computador (gráfico da esquerda); e o quanto destas afirmações é possível de fato ser verificado através do Solibri (gráfico da direita).

Figura 1 – Questões a serem respondidas



Fonte: Autor (2020)

1.5 Estruturação do trabalho

Este trabalho está organizado em um volume, com o conteúdo distribuído em 6 capítulos, além das Referências Bibliográficas, Apêndices e Anexos.:

O **primeiro capítulo** traz a introdução da pesquisa, com sua justificativa, definição do problema, delimitação do tema e objetivos.

O **segundo capítulo** apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema da pesquisa, a fim de fornecer uma base teórica que suportará o experimento. Nela são citados os trabalhos publicados ou em andamento sobre o tema, e contextualizado o assunto geográfica e historicamente.

O **terceiro capítulo** descreve a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa, a *Design Science Research*, e descreve passo a passo como foi realizada.

O **quarto capítulo** relata a pesquisa propriamente dita, separada em cinco sessões. As quatro primeiras são o desenvolvimento do trabalho (conversão do texto normativo,

preparação do modelo, configuração de regras e comunicação dos resultados), e a última apresenta uma análise crítica da norma NBR 9050:2015, com questões percebidas durante o experimento, que poderão ser úteis tanto para a revisão desta norma, como para a elaboração de novas normas.

O **quinto capítulo** apresenta quantitativamente os resultados da pesquisa.

Cabe aqui fazer uma distinção entre dois tópicos do trabalho: a Seção 4.4 apresenta os resultados obtidos no software de verificação de regras. Já o Capítulo 5 apresenta quantitativamente os resultados da pesquisa.

O **sexto capítulo** apresenta as conclusões do trabalho, com recomendações para pesquisas futuras.

Os **apêndices** contêm as planilhas elaboradas durante o trabalho, que registram o processo de conversão e elaboração das regras Tx3→RASE→Solibri.

Os **anexos** do trabalho apresentam o projeto real utilizado como objeto de estudo, e sua aprovação pelo respectivo contratante, a fim de ilustrar o método tradicional de verificação de regras utilizado naquele projeto, e sua validação pelo cliente. É apresentado também uma relação das regras padrão do Solibri.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Códigos de obras, Leis de Uso e Ocupação do Solo, Normas Técnicas e Códigos sanitários e civis são alguns dos regulamentos impostos à indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção. Desde níveis internacionais e mais abrangentes como as boas práticas de conforto ambiental, até os mais locais e restritos, como detalhes-padrão ou técnicas construtivas de uma empresa, são muitas as regras a serem observadas em um empreendimento de construção civil. Complexos e extensos, e muitas vezes subjetivos, contraditórios, redundantes ou incompletos, estes regulamentos exigem intenso esforço e conhecimento do usuário para compreensão, seja para aplicá-los ou verificar sua conformidade em projetos.

Além de extenso e árduo, o processo de verificação tradicional é baseado na cognição humana, portanto heterogêneo e sujeito a erros e omissões. Mainardi Neto (2016) cita um estudo em que um mesmo projeto foi submetido à verificação de conformidade (com padrões bem definidos) por analistas (humanos) de quatorze órgãos diferentes nos Estados Unidos, cujo resultado apontou diferença de quarenta vezes o número de comentários de um órgão para outro. Segundo Eastman et al. (2009), “como a verificação de códigos de obras costuma ser um gargalo oneroso no processo de entrega de uma construção, as verificações automáticas têm o potencial de economizar significativamente tempo e custo”. Por esses motivos, a automatização da verificação dos códigos, onde regras bem definidas podem ser aplicadas automaticamente, com a mínima intervenção do usuário, se faz cada vez mais necessária (NAWARI, 2012).

2.1 Contexto histórico

Há um longo interesse histórico em estruturar códigos de construção em um formato adequado para a interpretação e aplicação da máquina. A ideia de automatizar o processo de verificação de atendimentos de requisitos de código tem sido explorada desde a década de 1960 (MANZIONE, 2019). O trabalho inicial foi realizado por Fenves (1966) que estruturou códigos regulatórios em matrizes de decisão. As disposições do código de obras foram representadas em uma concisa e inequívoca

tabela (MACIT İLAL e GÜNAYDIN, 2017). Mais tarde, Nyman, Fenves e Wright (1973 *apud* EASTMAN, LEE, *et al.*, 2009) aplicaram árvores de decisão em projeto de aço estrutural. Ferramentas de software foram desenvolvidas para apoiar o gerenciamento de regulamentos em diferentes jurisdições. Alunos de Fenves seguiram com uma estruturação de regulamentos em uma estrutura lógica predicada. Um sistema chamado SASE (*Standards Analysis, Synthesis and Expression*) foi desenvolvido para fornecer uma estrutura abrangente para famílias de códigos relacionados, como existe em muitas jurisdições dos EUA (EASTMAN, LEE, *et al.*, 2009).

Este sistema visava fornecer ferramentas para a criação de tabelas de decisão e para a estruturação de representações de códigos de obras. Muitos pesquisadores propuseram métodos de representação de códigos de obras baseada em regras para sistemas de processamento, na forma de IF (condição) – THEN (ação), ao invés de tabelas de decisão.

Outros esforços se concentraram em estruturar códigos de obras em uma lógica de predicados¹. Um sistema comercial foi desenvolvido na Austrália pela *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), chamado BCAider, que ficou em uso entre 1991 e 2005 (MACIT İLAL e GÜNAYDIN, 2017). Kerrigan e Law (2003 *apud* EASTMAN, LEE, *et al.*, 2009) desenvolveram o aplicativo REGNET para determinar, para certas condições de construção, a aplicabilidade de vários códigos, com base em uma interface de usuário de perguntas e respostas.

Esses esforços iniciais estabeleceram a estrutura lógica dos códigos, de uma perspectiva organizacional e baseada em regras. Segundo Eastman et al. (2009), eles não trataram de maneira significativa a aplicação automatizada de regras a uma representação digital de edifícios.

No final dos anos 1980, vários esforços foram realizados para aplicar a verificação de regras às representações de construção, usando estruturas de desenho especialmente codificadas ou descrições textuais. Waard (1992) propôs uma abordagem de modelo orientada a objeto. Neste estudo, um objeto residencial de um modelo era alimentado com propriedades específicas e confrontado com outro objeto alimentado com dados do código de obras. No final era produzido um relatório de

¹ Em lógica matemática, são argumentos formalizados através de conectivos lógicos (se, e, ou, se então) e compostas de objetos, predicados, variáveis e quantificadores.

conformidades (e não conformidades). Eastman et al. (2009) citam outros estudos aplicados a rotas de fuga e evacuação e outras formas de requisitos prescritivos e padrões baseados em desempenho.

Ao longo da década de 1990, o desenvolvimento do IFC levou a pesquisas sobre o uso desse modelo de dados para verificação de código de obras entre modelos de diferentes ferramentas. Han, Kunz e Law (1998) identificaram a necessidade de múltiplas vistas de objetos do modelo para verificação de diferentes tipos de regras. Mais tarde, equipes lideradas por Han traçaram uma abordagem para verificação de regras de circulação de cadeiras de rodas (o conceito de desenho universal aplicado a acessibilidade ainda não era utilizado). “Esses esforços preparam o terreno para esforços maiores, mais baseados na indústria” (EASTMAN, LEE, *et al.*, 2009).

Neste sentido, a literatura aponta para quatro marcos desta aplicação em larga escala. O esforço inicial foi liderado pelo Ministério do Desenvolvimento de Cingapura e conduzido pela CORENET: *The Singapore Construction and Real State NETWORK*. Em 1995, a CORENET desenvolveu um sistema de verificação de código de obras em desenhos 2D. Com o IFC, em 1998, este projeto evoluiu para trabalhar em modelos mais complexos, batizado de *e-PlanCheck*. O sistema combina desenhos 2D com informações fornecidas em arquivos IFC complementares, submetidos para avaliação pela internet.

Segundo Malsane, Matthews, Lockley, Love e Greenwood (2014), enquanto a implementação do IFC, liderada inicialmente pelos vendedores de sistemas CAD, era focada em dados geométricos, muitos dos requisitos necessários para avaliação dos códigos não estavam disponíveis. O *e-PlanCheck* solucionou esta questão contratando uma plataforma independente, a FORNAX, originalmente baseada no então existente Jotne EDM (*Express Data Manager Model Checker*). Depois evoluiu para uma biblioteca de objetos escrita em C++. Com o uso, surgiram relatos de dificuldade na verificação da qualidade dos dados e a incapacidade de suportar a verificação nos diferentes estágios do projeto. Apesar do desenvolvimento lento, atribuído ao atraso no uso do BIM, o *e-PlanCheck* ainda se encontrava operacional em 2014 (MALSANE, MATTHEWS, *et al.*, 2014).

A configuração extensível dos objetos do *e-PlanCheck* permitiu a aplicação em códigos de outros países, o que proporcionou as bases para um projeto piloto na

Noruega. Desenvolvido pela *Norwegian Statsbygg*, e apoiado pela indústria da construção e pela *Standards Norway and Norwegian buildingSMART*, o projeto HITOS é baseado em IFC, através do *Solibri Office* (Solibri), e foi inicialmente focado em acessibilidade. Em 2014 o sistema estava em desenvolvimento, e muitas tentativas foram feitas em projetos reais para abranger todo o ciclo de vida de um empreendimento (MALSANE, MATTHEWS, *et al.*, 2014).

Em 2006, o sistema *DesignCheck* foi iniciado na Austrália, apoiado nas plataformas EDM e Solibri e também focado em regras de acessibilidade (MACIT İLAL e GÜNAYDIN, 2017). O sistema utiliza objetos baseados em regras, e os modelos são importados em IFC pelas plataformas e convertidos em um modelo interno DesignCheck. Este modelo interno contém informações específicas dos regulamentos. Ele tem a possibilidade de poder ser aplicado a diversas fases do projeto, porém seus resultados são baseados em texto, sem a capacidade de visualização no modelo (MALSANE, MATTHEWS, *et al.*, 2014).

Nos anos 2000, nos Estados Unidos, trabalhos semelhantes sobre verificação de código foram iniciados, com ênfase inicial em segurança, meio-ambiente e saúde (área no Brasil, conhecida como SMS). Embora vários projetos importantes tenham sido realizados nesta área pela *General Services Administration* (GSA), autores consideram a iniciativa mais interessante o *SmartCodes*, devido à acessibilidade à criação de regras por não programadores.

Este projeto, orientado pelo *International Code Council* (ICC) em conjunto com as empresas AEC3 e *Digital Alchemy*, concentrou-se amplamente em resolver o problema de transformar códigos baseados em papel em regras interpretáveis por máquina, geralmente um processo demorado que requer muita iteração entre especialistas em códigos de obras e desenvolvedores de software (MALSANE, MATTHEWS, *et al.*, 2014).

A metodologia utilizada é de “marcação” eletrônica dos códigos de construção usando um “dicionário de tags”. Segundo Nisbet, Wix e Conover (2008), a abordagem do ICC com os SmartCodes chacoalhou² o método de Cingapura: ao invés dos elaboradores de códigos explicarem cláusula por cláusula para os especialistas em modelagem

² Traduzido de “*turned upside down*”

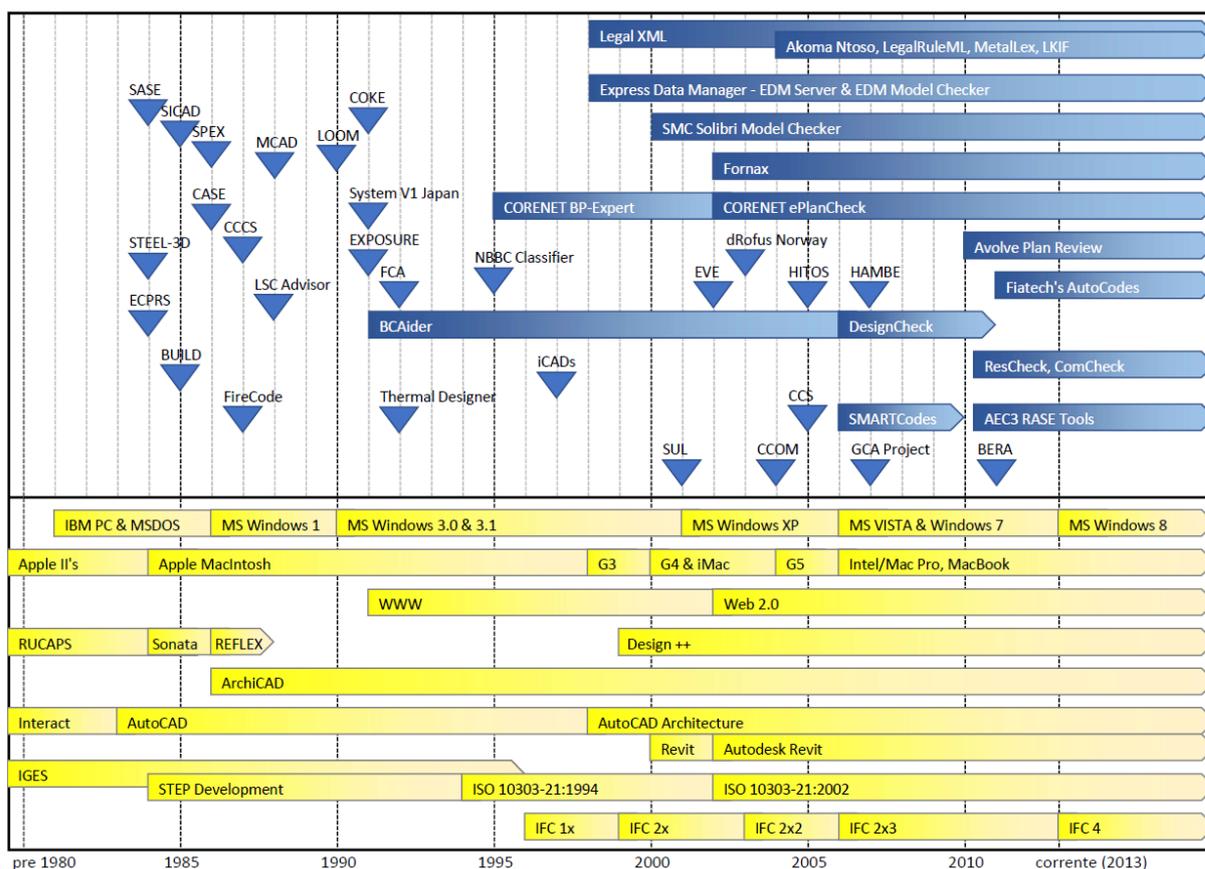
como elas foram escritas, eles trabalharam com um conjunto de ferramentas que os permitiu trabalhar diretamente sobre os códigos e marcarem especificamente suas interpretações. Um editor XML³ personalizado permite que o especialista no código destaque objetos, suas propriedades e restrições com as tags apropriadas. As regras são extraídas automaticamente deste conteúdo “marcado”, seguindo um padrão matemático estrito, para formar o "modelo de requisitos", codificado de acordo com as restrições IFC. As regras podem ser executadas através do Solibri (com o código aberto para este projeto) ou o AEC3 XABIO (AEC3 LTD., 2007).

Dimyadi e Amor (2013) descrevem estes esforços iniciais mais significativos e suas influências em uma linha do tempo, paralela à evolução dos computadores pessoais, da tecnologia da internet e dos programas CAD (Figura 2).

Macit İlal e Günaydın (2017) concluem que ainda há muitas limitações na implementação da verificação automática na construção, devidas principalmente às deficiências (já mencionadas) no conteúdo dos códigos e na forma de construção dos modelos baseados nestes códigos. Segundo os autores, este processo necessita de esforços unificados.

³ XML, do inglês *eXtensible Markup Language*, é uma linguagem de marcação recomendada pela W3C (W3C, ou *World Wide Web Consortium*: consórcio de empresas de tecnologia que visa padronizar a criação e interpretação de conteúdos para websites) para a criação de documentos com dados organizados hierarquicamente, tais como textos, banco de dados ou desenhos vetoriais. A linguagem XML é classificada como extensível porque permite definir os elementos de marcação. (PEREIRA, 2009)

Figura 2 – Linha do tempo da pesquisa Internacional sobre *Code Checking*



Fonte: Adaptado de Dimyadi e Amor (2013)

2.2 Processo de verificação de regras

Ao aprofundar estes estudos, Eastman et al. (2009) estruturaram o processo de verificação automática de regras em quatro estágios: (1) interpretação de regras e estruturação lógica para sua aplicação; (2) preparação do modelo de construção, onde são preparadas as informações necessárias para a verificação; (3) a fase de execução da regra, que realiza a verificação; e (4) a divulgação dos resultados da verificação. Dentro de cada uma dessas fases, identificamos um conjunto de questões funcionais mais detalhadas. Manzione (2019) ilustrou estas fases na Figura 3.

Muitos autores perceberam que a deficiência dos processos atuais reside na Fase 1. Pauwels et al. (2010) destacam que o produto desta fase é um certo conteúdo de códigos computacionais, cujo nível de flexibilidade, modularidade e funcionalidade depende largamente da metodologia escolhida para interpretação.

Figura 3 – Fases do processo de verificação de regras processadas por computador



Fonte: Extraído de Manzione (2019)

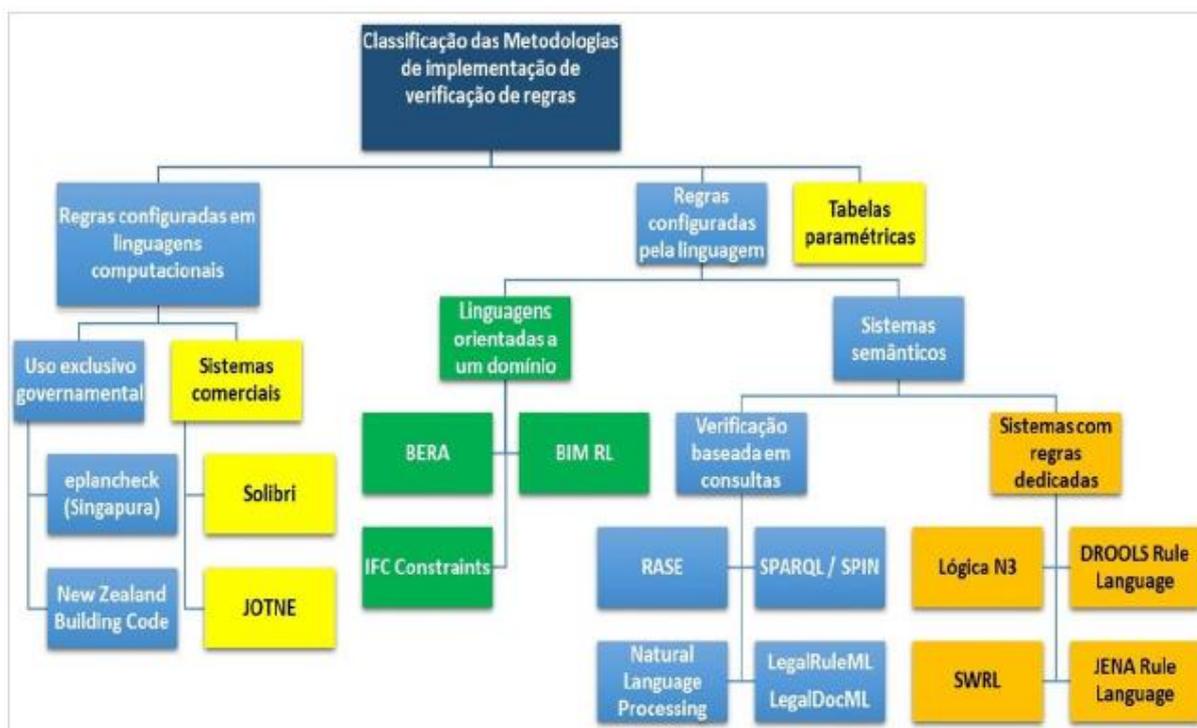
Ismail, Kherun e Noorminshah (2017) fazem uma revisão sobre os trabalhos realizados nesta fase F1, de interpretação das regras e estruturação lógica. Segundo os autores, de forma geral, há duas formas de realizar esta tarefa: as regras são transcritas para linguagem computacional por um especialista em programação, ou as regras são convertidas pelos usuários, através de lógica para formato computacional.

Eastman et al. (2009) utilizaram ainda uma terceira classificação, as tabelas paramétricas. Todos estes autores concordam que o primeiro método (regras codificadas em linguagem computacional) é comparativamente mais complexo, uma vez que precisa ser definido, elaborado e mantido em alto nível por especialistas em programação.

Por outro lado, o método de regras convertidas pelos usuários oferece uma forma de interpretação lógica simples, executável pelos habilitados em construção civil, sem profundos conhecimentos em programação. Considerando que os códigos de edificação atuais são resultantes de anos de experiência construtiva, de ensaios, erros e de uma série de acidentes (SOLIHIN, 2016), e ainda, que estão sempre em revisões e processos de melhoria, deduz-se que o método de interpretação de regras pela linguagem amplia o espectro de aplicação, e conseqüentemente leva ao seu aperfeiçoamento, como visto no contexto histórico acima. Eastman (2009) subdividem este método em (i) orientado a um domínio e (ii) sistemas semânticos.

Manzione (2019) organizou estas classificações e citou as metodologias existentes para cada uma na Figura 4.

Figura 4 – Classificação das metodologias de implementação de verificação de regras



Fonte: Extraído de Manzione (2019)

Ismail et al. (2017) concluem que a verificação depende das regras a serem atendidas e do modelo a ser verificado. Os autores lembram que diferentes fases de um empreendimento podem requerer diferentes abordagens, por terem diferentes características. Entretanto, o desafio não é como desenvolver novas abordagens, mas como selecionar e integrar estas técnicas já pesquisadas. Um resumo dos principais trabalhos realizados, em ordem cronológica das publicações, é feito na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo das técnicas aplicadas à interpretação de regras

Técnica(s) e ano da publicação	País(es)	Regulamentos envolvidos
Matriz (ou tabela) de decisão (1969)	EUA	Especificações de projeto em aço
Baseada em objeto (2001)	Cingapura	Áreas livres em abrigos domésticos
Baseada em objeto (2004, 2006 e 2013)	Austrália	Acessibilidade
Baseada em objeto (2005 e 2009)	Cingapura	Planos e serviços em edifícios

Abordagem ontológica (2008)	França	Códigos de obras
Solibri (2009)	Noruega	Acessibilidade em edifícios
Abordagem ontológica & Solibri (2009)	EUA	Códigos de conservação de energia
Solibri (2009, 2010 e 2015)	EUA	Regras de circulação dos ocupantes
RASE (2010 e 2011)	Noruega, EAU e EUA	Acessibilidade, construção de espaços habitáveis e regras de circulação de ocupantes
Matriz (ou tabela) de decisão (2010)	Canadá	Desempenho higratérmico de paredes exteriores
Baseada em lógica (2010)	EUA	Regras de circulação dos ocupantes
Autodesk Revit (Plug-in) (2011)	EUA	Requisitos de segurança contra incêndio
Baseada em objeto (2012)	Turquia	Requisitos de segurança contra incêndio
Abordagem ontológica (2012)	França	Guias técnicos de telhados
Abordagem ontológica (2012)	China	Inspeção e avaliação da qualidade da construção
Baseada em objeto e lógica (2013)	EUA	Proteção contra queda e regras de segurança
SQL (2013)	Portugal	Regulamentos de sistemas de água residenciais
RASE (2013)	EUA	Sustentabilidade e requisitos ambientais
RASE e linguagem de diálogo (2013)	Austrália	Requisitos de segurança contra incêndio
Baseada em objeto (2015)	Reino Unido	Requisitos de segurança contra incêndio em habitações
RASE e decisão lógica (2015)	Reino Unido	Requisitos de sustentabilidade
Baseada em lógica (2016)	Coreia	Requisitos de licença de construção
Baseada em lógica (2016)	EUA & Cingapura	Regras de visibilidade, meio ambiente e segurança de hospital, proteção contra incêndio e acessibilidade

Fonte: Adaptado de Ismail et al. (2017)

Ismail et al. (2017) argumentam que o termo “verificação automática de conformidade” já foi tão intensamente utilizado que acabou se tornando muito vago. Então, o próximo passo é criar colaboração entre diferentes pesquisadores e as várias técnicas, para um objetivo comum.

Neste sentido, Hjelseth e Nisbet (2010) passaram a estudar os conceitos gerais da verificação automática e desenvolveram as metodologias utilizadas nesta pesquisa. Hjelseth (2012) aplicou esta abordagem a normas de desempenho europeias a fim de ampliar a forma de conversão dos textos normativos à verificação automática.

2.3 Metodologias existentes para classificação de regras

Esta seção descreve as pesquisas que levaram aos métodos utilizados neste trabalho, a fim de estabelecer a conexão que os integra em um processo único, e como ele conduzirá aos resultados procurados.

2.3.1 Classificação das regras

Com objetivo de captar informações em regulamentos escritos, estruturar o processo de conversão das regras para linguagem computacional e aplicar a verificação automática de modelos em grande escala, Hjelseth (2015) desenvolveu as metodologias Tx3 e RASE (descritas a seguir). Em sua tese, o autor procura responder a três questões: (i) como os regulamentos de construção podem ser estruturados para suportar a BMC (*BIM-based Model Checking*, ou verificação baseada em modelos BIM)? (ii) como os regulamentos estruturados podem ser interpretados para suportar a BMC? e (iii) como a BMC pode ser desenvolvida, mantida e aplicada em grande escala?

Os métodos desenvolvidos por Hjelseth (2015) fazem parte do desenvolvimento do *ByggNett*: um programa norueguês que se encontrava em andamento em 2015, gerenciado pela *Norwegian Building Authority* para proporcionar a colaboração digital entre autoridades públicas e atores comerciais e privados durante todo o projeto e ciclo de vida do edifício. “O desenvolvimento de soluções para verificação de modelo baseado em BIM é incluído como uma contribuição significativa no programa *ByggNett*” (HJELSETH, 2015).

2.3.2 Metodologia Tx3

Esta metodologia, desenvolvida por Hjelseth (2015), propõe três ações a serem tomadas conforme a classificação das informações presentes nos regulamentos escritos:

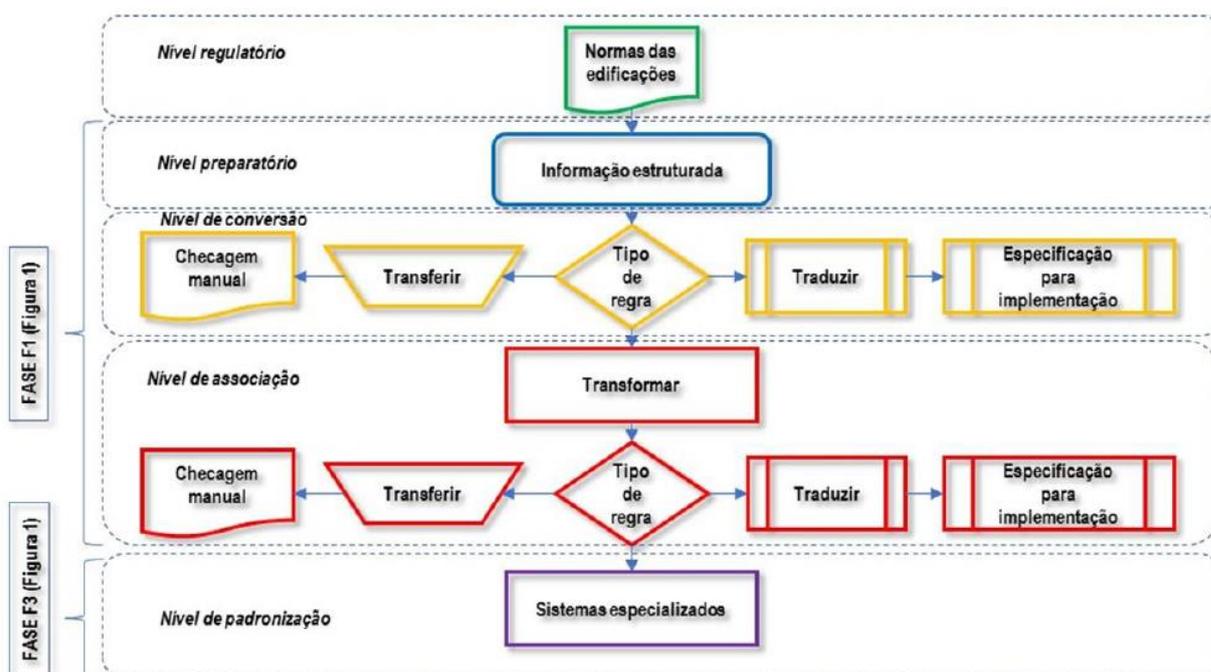
- **Transcrever:** aplicável para instruções em regulamentos que podem ser diretamente transcritas em regras computáveis. Essa é uma situação frequente em regulamentos prescritivos e quantitativos;
- **Transformar:** aplicável para instruções em regulamentos que podem ser transformadas (reescritas ou reestruturadas) de uma forma em que o escopo é mantido. Esta será muitas vezes a situação com regulamentos baseados em desempenho ou função, que são predominantemente de natureza qualitativa;
- **Transferir:** esta será a situação onde os requisitos são expressos de forma imprecisa, sem qualquer ligação entre os objetivos do regulamento e os indicadores identificados, não sendo possível a verificação automática. Os requisitos devem ser transferidos para a análise de um profissional especializado.

A Seção 4.1.1 deste trabalho descreve em detalhes e apresenta exemplos de aplicação.

Após a execução desta classificação no texto original, as sentenças classificadas no primeiro nível (T1: transcrever) e aquelas do segundo nível (T2: transformar) após serem reescritas poderão ser submetidas à RASE.

A Figura 5 representa um fluxograma deste processo, relacionado às fases F1 e F3 da metodologia de Eastman (2009).

Figura 5 – Fases do processo de verificação de regras



Fonte: Adaptado de Hjelseth (2015)

2.3.3 Metodologia RASE

RASE é um conceito baseado em semântica para transformação de documentos normativos em bem definidas regras que podem ser implementadas em *softwares* de verificação de modelo baseados em BIM / IFC (HJELSETH e NISBET, 2011). O método consiste na identificação, em cada afirmação, de quatro operadores lógicos: *requirement* ou requisito (R); *applicability* ou aplicabilidade (A); *selection* ou seleção (S); e *exception* ou exceção (E).

De acordo com Hjelseth e Nisbet (2011) os mais óbvios e facilmente identificados são os 'requisitos', pois estão normalmente associados ao imperativo "deve". Na afirmação "o percurso entre o estacionamento de veículos e os acessos deve compor uma rota acessível", o requisito é 'compor uma rota acessível'. Em seguida, haverá sempre um termo que identifica a que ou a quem o requisito se aplica. No exemplo anterior a 'aplicabilidade' é 'o percurso entre o estacionamento de veículos e os acessos'.

Eventualmente o texto apresentará uma 'seleção' desta aplicabilidade, algo como um subconjunto quando ela se dividir. Por exemplo, "para rampas em curva, a inclinação

máxima admissível é de 8,33 %”: temos ‘rampas’ como uma aplicação e ‘em curva’ como uma ‘seleção’ do tipo de rampa.

O conceito de ‘exceção’ pode ser simples como “*excetua-se deste requisito as rampas citadas em 10.4 (plateia e palcos)*”: basta excluir rampas de plateias e palco do requisito aplicado a esta regra. Ou mais complexo como “*toda rota acessível deve ser provida de iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux (...). São aceites níveis inferiores de iluminância para ambientes específicos, como cinemas (...)*”. aqui, a segunda oração apresenta uma exceção da primeira: ‘os ambientes, exceto cinemas, devem ser providos de iluminação com nível mínimo de iluminância de 150 lux’.

Hjelseth e Nisbet (2011) apontam que as orações marcadas com os quatro operadores, requisito (R), aplicabilidade (A), seleção (S) e exceção (E), conterão frases métricas, às quais podem ser sistematicamente atribuídos: um **objeto**, uma **propriedade**, um **comparador** e um **valor alvo**. O objeto e a propriedade deveriam idealmente ser elaborados a partir de termos classificados por sistemas padronizados. O valor alvo pode ser numérico, com qualquer unidade, para o qual o comparador será “igual”, “menor”, “maior” ou suas variantes. Se o valor alvo for descritivo, os únicos comparadores relevantes serão “igual” ou “diferente”. Caso este ainda se refira a um grupo de elementos, os comparadores podem ser “inclui” ou “exclui” para qualquer elemento do grupo.

A relação entre os operadores e os códigos de obra originais no texto é evidenciada por um sistema de cores de acordo com a linguagem de marcação. Um exemplo dos operadores de marcação e suas respectivas cores é ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Os quatro operadores RASE para marcação de regras

			
Requisito {azul}	Aplica-se {verde}	Seleciona {vermelho}	Exceção {laranja}

Fonte: Adaptado de Hjelseth e Nisbet (2010)

Hjelseth e Nisbet (2011) utilizaram a norma de acessibilidade norueguesa para uma aplicação prática. A cláusula 5.2 deste regulamento é expressa como:

“Dimensionamento de rota acessível a um edifício: a rota acessível para pedestres / cadeirantes não deve ser mais inclinada do que 1:20. Para distâncias menores do que 3 metros, pode ser mais acentuada, mas não superior a 1:12; A rota acessível deve ter largura livre mínima de 1,8m e os obstáculos devem ser colocados de modo a não reduzir esta largura; A inclinação transversal máxima deve ser de 2%; A rota acessível deve ter um patamar horizontal no início e no final da rampa, mais um patamar horizontal a cada 0,6m de altura; O patamar deve ter comprimento mínimo de 1,6m; A altura livre mínima deve ser de 2,25m para a largura total da zona de circulação da rota acessível inteira, inclusive os pontos de passagem.” (HJELSETH e NISBET, 2011)

Os autores utilizam um aplicativo de marcação dos operadores, exibido na Figura 7.

Figura 7 – Marcação RASE pelo aplicativo *Require1* ©AEC3 UK Ltda

Norma NS 11001-1. Cláusula 5.2 Dimensionamento de rota acessível a um edifício

A rota acessível para pedestres cadeirantes não deve ser mais inclinada do que 1:20

Para distâncias menores do que 3 metros pode ser mais acentuada, mas não superior a 1:12

A rota acessível deve ter largura livre mínima de 1,8m e os obstáculos devem ser colocados de modo a não reduzir esta largura

A inclinação transversal máxima deve ser de 2%

Fonte: Adaptado de Hjelseth e Nisbet (2011)

A Tabela 2 apresenta as frases métricas separadas, com respectivos tipos, objetos, propriedades, comparadores, alvos e unidades.

Tabela 2 – Resumo das frases métricas

Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unid.
rota acessível	aplicabilidade	espaço	uso	inclui	acesso	
pedestre	seleção	espaço	usuário	inclui	pedestre	
cadeirante	seleção	espaço	usuário	inclui	cadeirante	
não deve ser mais inclinada do que 1:20	requisito	rampa	inclinação	menor do que	1:20	
distâncias menores do que 3 metros	aplicabilidade	rampa	comprimento	menor do que	3,00	m
não superior a 1:12	requisito	rampa	inclinação	menor do que	1:12	
largura livre mínima de 1,8m	requisito	rampa	largura	maior ou igual	1,80	m
obstáculos devem ser colocados de modo a não reduzir esta largura	requisito	rampa	obstruído	igual	Falso	
inclinação transversal máxima deve ser de 2%	requisito	rampa	inclinação transversal	menor ou igual	2,00	%
um patamar horizontal no início e no final da rampa	requisito	rampa	ter patamares	igual	verdadeiro	
um patamar horizontal a cada 0,6m de altura	requisito	rampa	intervalo entre patamares	menor ou igual	0,60	m
o patamar deve ter comprimento mínimo de 1,6m	requisito	patamar	comprimento	maior ou igual	1,60	m
a altura livre mínima deve ser de 2,25m	requisito	espaço	altura livre	maior ou igual	2,250	m

Fonte: Adaptado de Hjelseth e Nisbet (2011)

2.3.4 Solibri Office

Em 2000, a empresa de software finlandesa Solibri lançou o *Solibri Model Checker*, ou SMC, baseado em Java, que se destinava a ser uma ferramenta de validação e otimização para modelos de construção digital armazenados no formato de dados IFC (PREIDEL e BORRMANN, 2015). Atualmente, rebatizado para Solibri (com variações *Office*, *Site*, *Anywhere* e *Enterprise*), pertence ao grupo alemão *Nemetschek Company*, que engloba diversos desenvolvedores de softwares para a indústria AEC.

O Solibri fornece uma biblioteca de regras e diretrizes, a partir da qual o usuário pode selecionar e criar um processo de revisão individual de acordo com seus requisitos. Como descrevem Preidel e Borrmann (2015), ao lado das regras básicas, que verificam a qualidade do modelo IFC importado, o aplicativo fornece principalmente regras orientadas à geometria.

“Os conjuntos de regras no Solibri são implementados como funções codificadas, que acessam as informações do modelo de dados por meio de uma interface de programação nativa. Como essa interface não está disponível ao público, o Solibri também implementa um método de caixa preta, que não torna visível a informação do processo para o usuário. Um desenvolvimento externo de conjuntos de regras novos ou personalizados só é possível em cooperação com a empresa Solibri.” (PREIDEL e BORRMANN, 2015)

Porém, como o Solibri implementa funções codificadas, as informações sobre regras não são exibidas para os usuários finais. Argumenta-se que a adição de novas regras no Solibri é uma tarefa difícil, pois só pode ser personalizada pelos desenvolvedores de software do fabricante (ISMAIL, KHERUN e NOORMINSHAH, 2017).

Trata-se de um sistema chamado *black-box*, cuja programação é altamente codificada e não visível para o usuário. Preidel e Borrmann (2015) argumentam que, embora o usuário não possua habilidades de programação, a legibilidade humana dos códigos traduzidos deve ser mantida, como no sistema denominado *white-box*. Segundo Sydora e Stroulia (2019), é impossível comentar sobre a precisão, eficiência, generalidade e expressividade da “caixa preta”.

Ainda assim, o conjunto de regras e combinações disponíveis o tornam uma ferramenta versátil, abrangente e eficiente, de simples utilização com interface amigável. É possível, por exemplo, acrescentar e modificar os parâmetros das regras, verificar graficamente os resultados obtidos, comparar modelos e gerar relatório, entre outras funções.

O Anexo C contém uma relação de todas as regras padrão fornecidas pelo Solibri.

2.4 Abordagens semelhantes

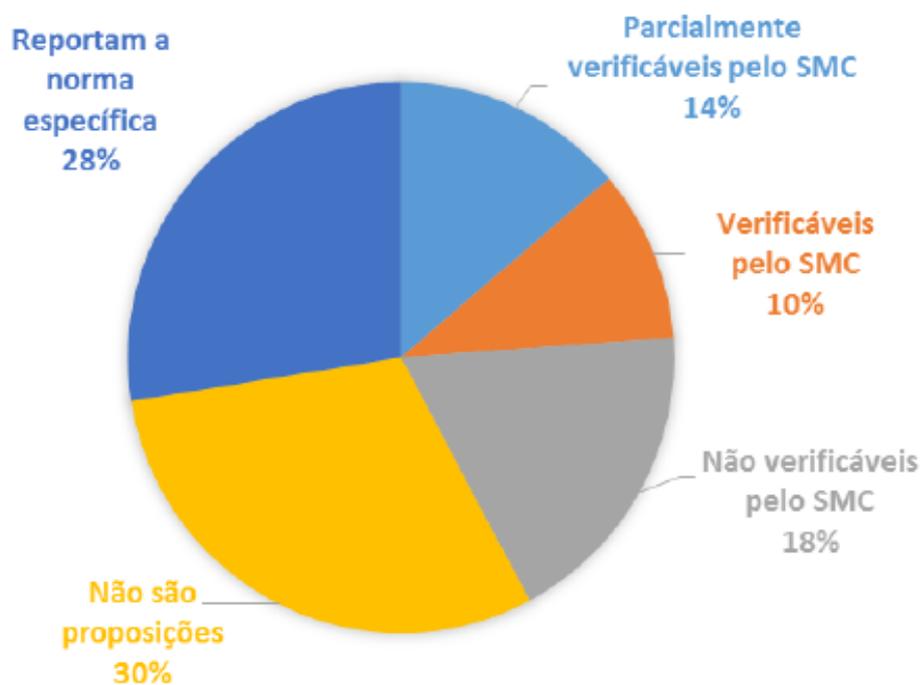
O presente trabalho pretende utilizar o fluxo Tx3-RASE-Solibri para mensurar o quanto de um regulamento pode ser submetido à verificação automática.

Algumas pesquisas contêm semelhanças com esta abordagem. Rodrigues (2015) trabalhou sobre o Código de Acessibilidade de Portugal e revelou que 33% dos requisitos daquela norma não foram possíveis de implementar em uma verificação automática, e que 49% continham as informações necessárias mas que não eram possíveis de verificar diretamente.

Mainardi Neto (2016) submeteu diretrizes de aprovações de projeto do Metrô de São Paulo à verificação automática, e propôs sete classificações distintas para regras subjetivas, representando 48% do documento estudado. Getuli, Ventura, Capone e Ciribini (2017) aplicaram a metodologia RASE às normas de saúde e segurança do trabalho em canteiros de obras para verificação automática em modelos BIM. Apesar de não quantificarem os resultados, os autores destacam a importância do sistema de classificação utilizado no modelo e da eficaz troca de informações através do IFC.

Andrade e Silva (2017) propôs uma metodologia para conversão do texto original da Norma de Desempenho brasileira (ABNT NBR-15.575), com a grande vantagem da rastreabilidade dos dados utilizados. O resultado obtido pelo autor está representado na Figura 8.

Figura 8 – Classificação proposta dos requisitos de projeto da norma de desempenho



Fonte: Extraído de Andrade e Silva (2017)

Uma das principais conclusões destas pesquisas está na dificuldade de transformação do texto regulatório em requisitos para verificação automática, foco principal do presente trabalho.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Deseja-se com este trabalho a produção de conhecimento reconhecido como estudo confiável e relevante ao mercado. De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), as pesquisas podem ser classificadas em termos de rigor e relevância. A pesquisa necessária é aquela que conjuga o rigor teórico-metodológico e utilidade prática para a sociedade.

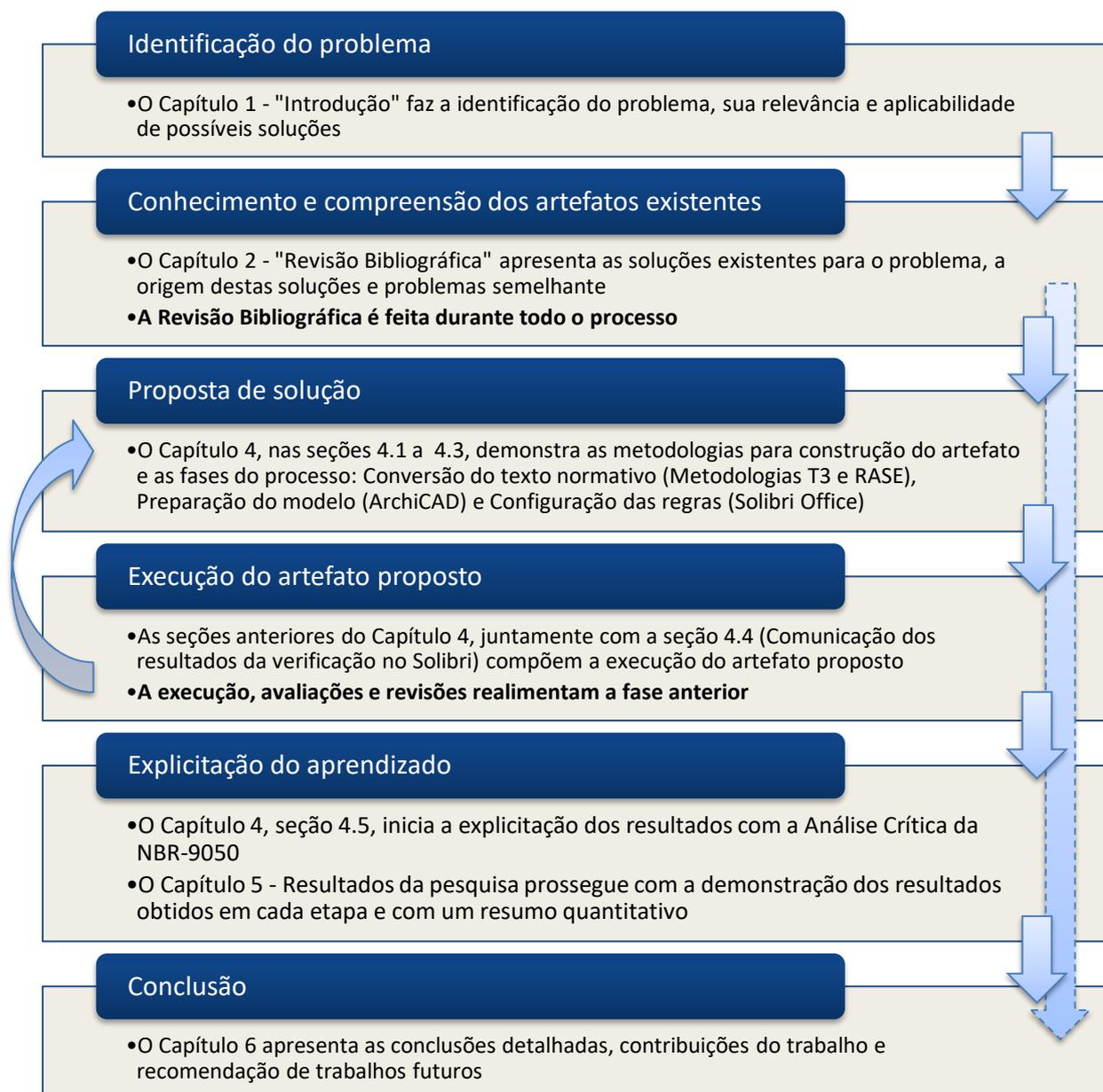
[...]Precisamos desenvolver trabalhos que efetivamente avancem em termos de geração de conhecimento (descritivo explicativo e, também, prescritivo) e em termos de contribuições para a realidade concreta das organizações” (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Buscando este objetivo, a metodologia utilizada neste trabalho foi a *Design Science Research*, através da qual o problema foi devidamente estudado e compreendido, os artefatos já propostos foram identificados na revisão bibliográfica e foi proposta uma solução para o problema específico, descrevendo as fraquezas e potencialidades do processo. O termo *design science*, introduzido por Herbert Simon⁴, pode ser traduzido como a ciência do projeto, ou ciência do artificial, em contraposição às ciências naturais.

A DSR é o método de pesquisa que operacionaliza a ciência do artificial, sendo responsável pelo projeto, pela construção e pela avaliação dos artefatos gerados. Em outras palavras, é orientada à solução de problemas específicos e, também, tais soluções devem ser passíveis de generalização para uma determinada classe de problemas, possibilitando a outros pesquisadores e profissionais fazerem uso do conhecimento gerado. A Figura 9 ilustra esta metodologia aplicada à presente pesquisa, relacionada às respectivas etapas do trabalho.

⁴ Pesquisador americano e vencedor do Prêmio Nobel de Economia, autor do livro *As ciências do artificial*, publicado no Brasil em 1991 (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Figura 9 – Fases da pesquisa conforme metodologia *Design Science Research*



Fonte: Autor (2020)

As etapas relacionadas neste método foram desenvolvidas da seguinte forma: a justificativa deste trabalho representa a identificação do problema. A conscientização deste problema se revela ao analisar as formas tradicionais de projetar e verificação de conformidade. Ao longo da revisão bibliográfica foram identificadas as ações realizadas ou em desenvolvimento, nacional e internacionalmente, para a solução buscada.

Os passos seguintes foram o desenvolvimento do artefato e sua simulação, em um processo cíclico com retroalimentação das tarefas:

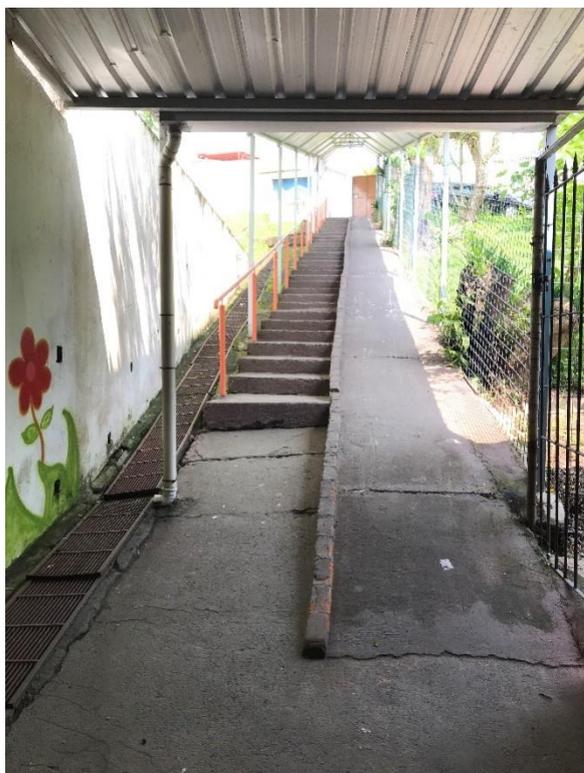
- Desenvolvimento de um modelo BIM de edifício real de acordo com sistema padronizado de classificação e exportar seu arquivo em formato IFC (*Industry Foundation Classes*);
- Submissão do modelo BIM à verificação das regras de acessibilidade configuradas no Solibri;

Os dados obtidos foram quantificados e apresentados graficamente. A conclusão geral buscou identificar os pontos fortes e fracos, dificuldades e necessidades para aperfeiçoamento do processo, seja na elaboração de regras, modelagem BIM e esquema de verificação automática.

O modelo verificado foi o projeto arquitetônico da Escola Estadual Prof. Cândido de Oliveira em São Paulo, que por sua vez, foi objeto de um contrato para desenvolvimento de projetos executivos de adequação do edifício à acessibilidade, celebrado entre a FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação – e o escritório de arquitetura Kamimura & Gonzalez, ao longo do ano 2018. O edifício original foi construído em 1977, anteriormente à publicação da primeira edição da norma NBR 9050, datada de 1985. O referido contrato com a FDE exigiu o atendimento integral à terceira edição da norma, de 2015, em vigor atualmente. Assim, as soluções propostas no projeto consideraram plenamente o que exige a norma em estudo. A Figura 10 mostra quatro fotografias do edifício tiradas durante o desenvolvimento do projeto de adequação para acessibilidade.

Cabe destacar que este contrato entre o escritório de arquitetura e a FDE foi realizado da forma “convencional” de projeto, coordenação e fiscalização, ou seja, com desenvolvimento do projeto em software CAD, análise de desenhos “2D” (Plantas, Cortes, Elevações e Detalhes) e comentários feitos em pranchas de desenho, além da verificação visual de conformidade aos requisitos de projeto. O Anexo A deste trabalho mostra uma prancha de desenho deste contrato, com comentários da fiscalização, a título ilustrativo.

Figura 10 – Escola Estadual Prof. Cândido de Oliveira



Fonte: Autor (2018)

O projeto foi aprovado pela FDE, conforme mostra o Anexo B. Este fato demonstra que suas soluções foram validadas por profissionais habilitados e que seus elementos atendem ao exigido pela NBR 9050:2015. A versão aprovada do projeto é a que deu origem ao modelo BIM desta pesquisa. Pequenas adaptações foram feitas no modelo, a título de simplificação, com o cuidado de não alterar elementos que pudessem afetar a conformidade com a Norma.

Por fim, a generalização para esta classe de problemas foi dada na busca por um padrão aplicável a outros casos semelhantes.

Dresch et al. (2015) ainda argumentam que é fundamental que um membro da equipe de pesquisa domine o processo sob o ponto de vista metodológico e que, ainda, haja um *expert* cujo conhecimento técnico pode trazer bastante contribuição na definição de fontes, critérios de busca e elegibilidade das referências encontradas. Neste caso, este papel coube ao orientador, Prof. Dr. Leonardo Manzione.

Em relação aos critérios de inclusão e exclusão de fontes da pesquisa, dado o recente e atual desenvolvimento do assunto em estudo, foram considerados principalmente os artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais reconhecidos no meio científico.

Em resumo, a pesquisa foi ordenada conforme as quatro etapas do processo de verificação automática de regras proposto por Eastman et al. (2009), com uma pequena adaptação das duas últimas, a fim de aprofundar a descrição da fase de execução da regra (terceira etapa), e reduzir a fase de comunicação dos resultados do software (quarta etapa).

A **primeira etapa (Seção 4.1)** visa a interpretação e estruturação das regras da Seção 6 da NBR 9050 através das metodologias Tx3 e RASE.

A **segunda etapa (Seção 4.2)** se constitui na preparação do modelo BIM de um edifício real. A Figura 11 mostra o modelo do edifício escolar desenvolvido no ArchiCAD 22 para esta pesquisa.

Figura 11 – Modelo do edifício escolar



Fonte: Autor / tela do ArchiCAD (2020)

A preparação do modelo envolve a atribuição de propriedades às entidades, que descrevem a condição real do objeto em linguagem apta à leitura na fase de execução da regra.

Foi adotada a classificação da Omniclass, tabelas 21, 23 e 13, respectivamente resultados da construção (3E), recursos (2C) e unidades e espaços da construção (4A e 4U), pois suas homólogas da Norma ABNT NBR 15965 não estavam publicadas na data de realização da pesquisa.

O software utilizado para modelagem (ArchiCAD 22) possui em seu banco de dados as classificações da Omniclass necessárias para utilização pelo usuário, e o formato de exportação foi o IFC 2x3.

A **terceira etapa** proposta por Eastman et al. (2009) é a execução da regra. Este trabalho aprofundará a descrição do processo de configuração do software Solibri (**Seção 4.3**) para verificação das afirmações produzidas na etapa 1, no modelo desenvolvido na etapa 2.

A **quarta etapa** de Eastman et al. (2009) é a comunicação, ou seja, como o software “relata” as ocorrências ao usuário, o que pode demandar novas ações de acordo com

o resultado. Neste trabalho, a **Seção 4.4** irá apresentar os resultados da verificação realizada na etapa 3.

Para quantificar estes dados, convencionou-se neste trabalho que uma “informação” representa uma frase (ou dado tabular) que pode exigir uma ação ou apenas explicar ou complementar outras informações. Títulos e subtítulos ficam excluídos desta definição.

Por fim é feita uma análise crítica Seção 6 da ABNT NBR 9050 (Acessos e Circulação) no intuito de identificar de que forma seu objetivo principal (proporcionar acessibilidade) pode ser atingido quando utilizadas ferramentas computacionais no projeto e na verificação de atendimento às suas regras (**Seção 4.5**).

4. DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO E RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Etapa 1 – Conversão do texto normativo

Esta etapa consiste na aplicação da metodologia Tx3 sobre o texto da Seção 6 da NBR 9050 e aplicação da metodologia RASE sobre os itens classificados como T1 e T2. Adicionalmente, este capítulo inclui uma análise crítica sobre alguns trechos da Norma, a fim de evidenciar as reformas necessárias à sua adaptação para verificação automática.

4.1.1 Metodologia Tx3

A Seção 6 da NBR 9050 “Acessos e Circulação” é composta de quinze itens. Seu conteúdo é escrito em prosa, com parágrafos numerados, incluindo tabelas e figuras. Dos quinze itens, três foram excluídos do escopo desta pesquisa por não se aplicarem ao edifício em estudo: 6.10 “Equipamentos eletromecânicos de circulação”, 6.12 “Circulação externa” e 6.13 “Passarela de pedestres”. Os doze itens restantes foram transcritos para uma planilha Excel (Apêndice A), com cada parágrafo ocupando uma célula.

Cada célula foi analisada e classificada como recomendado pela Tx3:

- **T1** (transcrever): texto normativo com métricas claras, passível de ser submetido diretamente à marcação RASE;
- **T2** (transformar): o texto necessita ser reformulado com base em suas intenções, para que seja submetido à RASE a partir da reformulação;
- **T3** (transferir): o texto contém declarações genéricas, com métricas subjetivas ou mesmo sem métricas claras que, para serem atendidas, necessitam ser avaliadas “manualmente”, cuja decisão deve ser tomada por um especialista, ou seja, não passível de verificação automática.

Fora do texto escrito, foram encontradas informações relevantes e mensuráveis em vinte e nove figuras e três tabelas, conseqüentemente indispensáveis para a marcação RASE. Estas informações foram transformadas em orações simples com métricas mensuráveis, portanto classificadas como T2 (Apêndice A).

Inversamente, foram percebidos trechos redundantes com outras partes da própria Norma, bem como definições e notas explicativas, todos sem relevância direta para a marcação RASE, necessários apenas para a compreensão dos elementos adjacentes. Foram classificados como:

- **Redundantes:** conteúdo que se repete em alguma parte da Norma com o mesmo objetivo;
- **Definições:** conteúdo não aplicável por apresentar definições, justificativas ou notas explicativas, necessário apenas para a compreensão geral do texto, sem implicar em recomendações ou métricas;

Algumas orações do texto original necessitaram ser subdivididas em orações menores que resultaram em classificações diferentes. Por exemplo, o item 6.11.2.6 “*As portas devem ter condições de serem abertas com um único movimento, e suas maçanetas devem ser do tipo alavanca, instaladas a uma altura entre 0,80 m e 1,10 m (...)*” pode ser reescrito em duas orações: “As portas devem ter condições de serem abertas com um único movimento” e “As maçanetas das portas devem ser do tipo alavanca, instaladas a uma altura entre 0,80 m e 1,10 m”. Neste caso, a primeira oração foi classificada como T3, dado o caráter não mensurável do ato de abrir a porta e a segunda oração foi classificada como T1, pois contém sujeito e predicado claros, com métricas bem definidas.

São **exemplos** da classificação aplicada ao texto:

T1 (transcrever): item 6.6.4.1 “*Quando houver porta nos patamares, sua área de varredura não pode interferir na dimensão mínima do patamar.*” Sua interpretação resulta em uma afirmação lógica de verificação simples: há uma aplicação (portas nos patamares) e um requisito (não avançar sobre a dimensão mínima do patamar).

T2 (transformar): grande parte dos itens T2 necessita apenas de uma reestruturação para que resulte em afirmações lógicas menores. O item 6.3.3 é composto de um parágrafo com diversas orações. Seu conteúdo pode ser reescrito com afirmações lógicas simples como mostra a Tabela 3:

Tabela 3 – Reestruturação do item 6.3.3 da NBR 9050

Texto original	Texto reescrito em afirmações lógicas
A inclinação transversal da superfície deve ser de até 2 % para pisos internos e de até 3 % para pisos externos. A inclinação longitudinal da superfície deve ser inferior a 5 %. Inclinações iguais ou superiores a 5 % são consideradas rampas e, portanto, devem atender a 6.6.	Pisos internos devem ter inclinação transversal menor ou igual a 2%.
	Pisos externos devem ter inclinação transversal menor ou igual a 3%.
	Pisos internos e externos devem ter inclinação longitudinal menor do que 5%.
	Pisos com inclinação longitudinal maior ou igual a 5% são consideradas rampas devem atender a 6.6.

Fonte: Autor (2020)

Já o item 6.6.2.6 apresenta sua informação através de uma figura: “*Toda rampa deve possuir corrimão de duas alturas em cada lado, conforme demonstrado na Figura 72.*”:

Figura 12 – Figura 72 da NBR 9050

Dimensões em metros

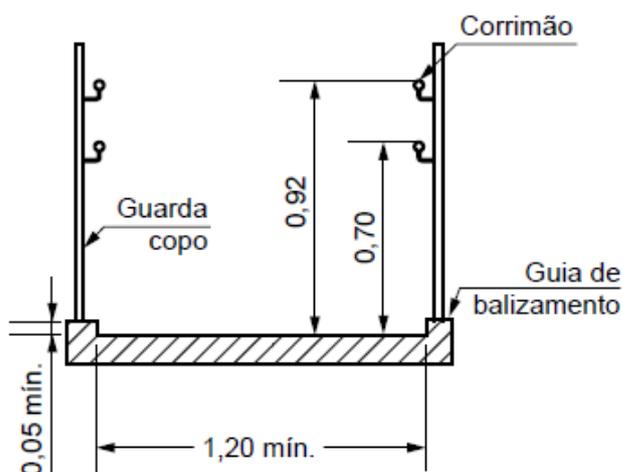


Figura 72 – Guia de balizamento

Fonte: ANBT (2015)

Os dados mensuráveis foram retirados da figura e reescritos como uma oração classificada como T2: “os corrimãos das rampas devem ter 70 cm e 92 cm de altura.” Importante notar que este item se mostraria redundante com o 6.9.2.1, subitem de “Corrimãos e guarda-corpos”, mas aparece aqui como um requisito de rampa (possuir corrimão).

T3 (transferir): segundo o item 6.9.1, os corrimãos “*devem ser firmemente fixados às paredes ou às barras de suporte, garantindo condições seguras de utilização (...)*”. Como medir ou quantificar “*firmemente e condições seguras de utilização*”? Deverá ser transferido para avaliação manual por especialista.

Redundantes: O termo “*quando instaladas em locais de prática de esportes, as portas devem ter vão livre mínimo de 1,00 m*” aparece nos itens 6.11.2.4 e 6.11.2.12. Na primeira ocorrência foi reescrito (T2) e na segunda classificado como redundante.

Definições: item 6.6.2 “*Para garantir que uma rampa seja acessível, são definidos os limites máximos de inclinação, os desníveis a serem vencidos e o número máximo de segmentos.*” Não há aqui parâmetros aplicáveis à verificação, os quais aparecem na continuação do item.

A aplicação da metodologia Tx3 resultou em 232 (duzentas e trinta e duas) “informações”, sendo 175 (cento e setenta e cinco) afirmações lógicas que serão submetidas à metodologia RASE no tópico 4.1.2 abaixo. A análise dos dados obtidos pela Tx3 está na Seção 5.1 deste trabalho e a planilha completa está no Apêndice A.

4.1.2 Metodologia RASE

As cento e setenta e cinco afirmações lógicas resultantes da aplicação da metodologia Tx3 serão submetidas à marcação RASE. Neste trabalho, o objeto e a propriedade serão transcritos diretamente dos termos da norma de acessibilidade, visando quando possível igualar a termos que serão utilizados no modelo.

O exemplo a seguir mostra a conversão do item 6.6.2.4 para afirmações lógicas:

Texto original: “A inclinação transversal não pode exceder 2% em rampas internas e 3% em rampas externas.”

Texto convertido em afirmações lógicas:

- A **inclinação transversal** [R] de **rampas** [A] **internas** [S] **não pode exceder 2%** [R];
- A **inclinação transversal** [R] de **rampas** [A] **externas** [S] **não pode exceder 3%** [R];

A Tabela 4 apresenta a atribuição dos objetos, propriedades e valores às respectivas frases métricas:

Tabela 4 – Frases métricas com objetos, propriedades e valores atribuídos

Frases métrica	Tipo (RASE)	Objeto	Propriedade	Comparador	Valor alvo	Unid.
rampa	aplicabilidade	elemento	tipo	inclui	rampa	
interna	seleção	localização	interna	=	verdadeiro	
inclinação transversal máxima 2%	requisito	rampa	inclinação transversal	≤	2%	
rampa	aplicabilidade	elemento	tipo	inclui	rampa	
externa	seleção	localização	interna	=	falso	
inclinação transversal máxima 3%	requisito	rampa	inclinação transversal	≤	3%	

Fonte: Autor (2020)

A marcação por cores dá ao usuário uma visão instantânea do que e como as regras estão estruturadas (HJELSETH e NISBET, 2011), definindo uma ação uniforme e predefinida.

Outro exemplo (Tabela 5), incluindo uma ‘exceção’, demonstra a aplicação da RASE ao item 6.3.3 da norma, cujo texto original se apresenta adiante, seguido das 4 afirmações obtidas na Tx3, já marcadas com as cores dos operadores lógicos:

A inclinação transversal da superfície deve ser de até 2 % para pisos internos e de até 3 % para pisos externos. A inclinação longitudinal da superfície deve ser inferior a 5 %. Inclinações iguais ou superiores a 5 % são consideradas rampas e, portanto, devem atender a 6.6. (ABNT, 2015)

- A inclinação transversal de pisos internos não pode exceder 2%.
- A inclinação transversal de pisos externos não pode exceder 3%.
- Pisos (internos e externos) devem ter inclinação longitudinal inferior a 5%.
- Inclinações iguais ou superiores a 5% são consideradas rampas e, portanto, devem atender a 6.6.

Tabela 5 – RASE aplicada ao item 6.3.3

Frase métrica	Tipo (RASE)	Objeto	Propriedade	Comparador	Valor alvo	Unid.
pisos	aplicabilidade	componente	tipo	inclui	piso	
internos	seleção	piso	interno	=	verdadeiro	
inclinação transversal não pode exceder 2%	requisito	piso interno	inclinação transversal	≤	2,00	%
pisos	aplicabilidade	componente	tipo	inclui	piso	
externos	seleção	piso	interno	=	falso	
inclinação transversal não pode exceder 3%	requisito	piso interno	inclinação transversal	≤	3,00	%
pisos	aplicabilidade	componente	tipo	inclui	piso	
devem ter inclinação longitudinal inferior a 5%	requisito	piso	inclinação longitudinal	<	5,00	%
pisos	aplicabilidade	componente	tipo	inclui	piso	
Inclinações iguais ou superiores a 5%	exceção	piso	inclinação longitudinal	≥	5,00	%
devem atender a 6.6	requisito	rampa	atender	inclui	item 6.6 RAMPAS	

Fonte: Autor (2020)

Após a atribuição dos objetos, propriedades, comparadores e alvos às afirmações lógicas resultantes da etapa anterior (metodologia Tx3), foi construída uma planilha com todos os dados obtidos pela RASE (Apêndice B). Estes dados servirão de base para alimentar o software Solibri, processo descrito na etapa 3 de configuração das regras (Seção 4.3 deste trabalho).

A planilha construída para a RASE foi alimentada com uma coluna adicional, cujo conteúdo é: o requisito foi possível ou não de ser configurado para verificação no Solibri? O total de respostas SIM será o dado comparativo com a quantidade de requisitos “automatizáveis” da Seção 6 da NBR 9050 (a soma das afirmações T1 e T2 da etapa 1). Este dado será comparado também com o “total de regras” da Seção 6 da norma, incluindo os textos classificados com T3.

Para determinar se um requisito foi passível ou não de ser configurado no Solibri, várias simulações foram realizadas. Foram classificados como SIM todos os que puderam ser corretamente verificados pelo Solibri, independentemente do resultado

ter sido “passou” ou “falhou”, uma vez que o objetivo não é ratificar a conformidade do modelo com a Norma, mas sim a possibilidade de verificação das regras.

Igualmente foi anotado SIM para regras que podem ser verificadas da forma que a Norma as descreve, ainda que remetam a ligações externas. Exemplo: uma exceção do item 6.1.1.1 foi reescrita como “são aceitos níveis inferiores de iluminância para ambientes específicos, como cinemas, teatros ou outros, conforme normas técnicas específicas”. O Solibri irá excluir a verificação do nível de iluminância destes ambientes, podendo apontar que este ambiente necessita de uma ação do verificador, mesmo que as “*normas técnicas específicas*” não estejam configuradas para verificação.

Da mesma forma, regras possíveis de verificação pelo software, a despeito de necessitarem de uma ação extra do verificador, foram classificadas como SIM. Exemplo: uma das afirmações lógicas do item 6.2.2 é “a entrada predial principal, ou a entrada de acesso **do maior número de pessoas**, tem a obrigatoriedade de atender a todas as condições de acessibilidade.” É provável que o modelo não contenha a informação de que uma entrada, não sendo a principal, seja o acesso do maior número de pessoas. Neste caso, uma tarefa anterior à execução da regra deverá requerer ao verificador que informe o número de pessoas previsto para todas as entradas.

As situações em que a Norma determina, para certo parâmetro, um valor mínimo e outro valor recomendado, foram classificadas como SIM, entretanto o valor recomendado foi ignorado. No caso de “a largura para as rampas em rotas acessíveis deve ser no mínimo 1,20 m, e recomendável 1,50 m”, foi criada uma regra para verificar a conformidade ao valor mínimo (1,20 m).

Foram classificados como NÃO os requisitos que não puderam alimentar alguma regra do Solibri. Por exemplo, a afirmação “os corrimãos devem ter 70 cm e 92 cm de altura” não pôde ser verificada. O Solibri pode verificar se a altura do corrimão está compreendida em determinada faixa, mas não se é um corrimão duplo (duas alturas).

Houve frases originais, decompostas em duas afirmações lógicas, cujas classificações foram NÃO para a primeira e SIM para a segunda. O item 6.2.7 diz que “portas giratórias devem ser evitadas, mas quando forem instaladas (...) deve ser prevista, junto a esta, outra entrada que garanta condições de acessibilidade”. O software não

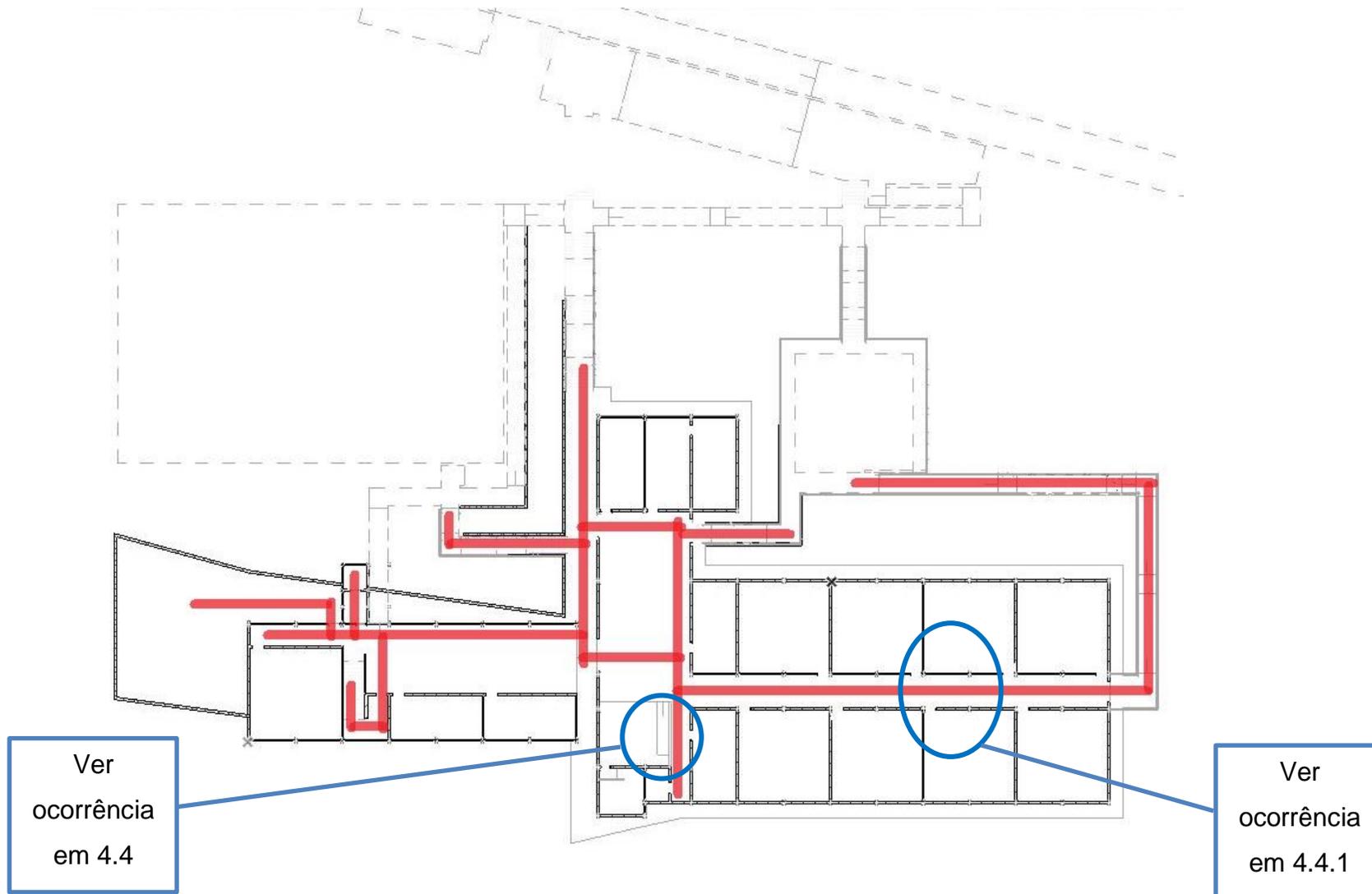
poderá verificar se a escolha de uma porta giratória poderia ter sido evitada, mas sim se há outra entrada acessível associada a ela.

Frases simples, mas com condições subjetivas foram classificadas como NÃO. Segundo o item 6.6.2.2, “em reformas, quando esgotadas as possibilidades de soluções que atendam integralmente à Tabela 6, podem ser utilizadas inclinações superiores a 8,33% (...)”. O “esgotamento” de possibilidades não pode ser verificado automaticamente. Isto também vale para expressões como “desde que justificado tecnicamente” e similares.

4.2 Etapa 2 – Preparação do Modelo

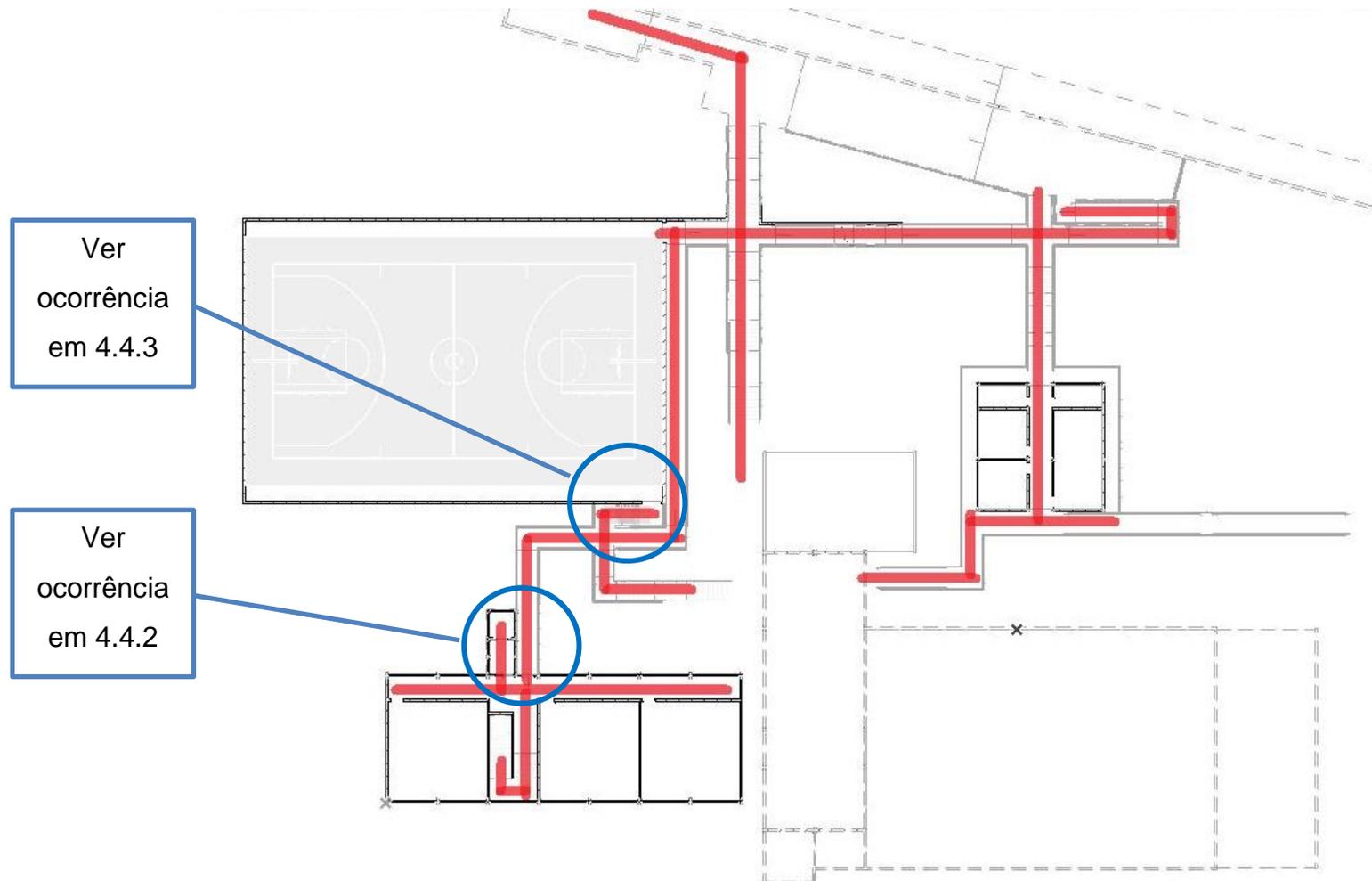
No projeto real proposto para adequação à acessibilidade do edifício existente, a solução deveria obrigatoriamente ser composta de uma rota acessível ligando as entradas (de alunos, de funcionários e visitantes) a todos os ambientes da escola (com as exceções admitidas pela Norma). Esta rota é apresentada em uma linha vermelha na Figura 13 e na Figura 14, respectivamente as plantas do nível inferior e do nível superior. As chamadas numéricas se referem às ocorrências descritas em 4.4.

Figura 13 – Planta do nível inferior, sem escala



Fonte: Autor (2020)

Figura 14 – Planta do nível superior, sem escala

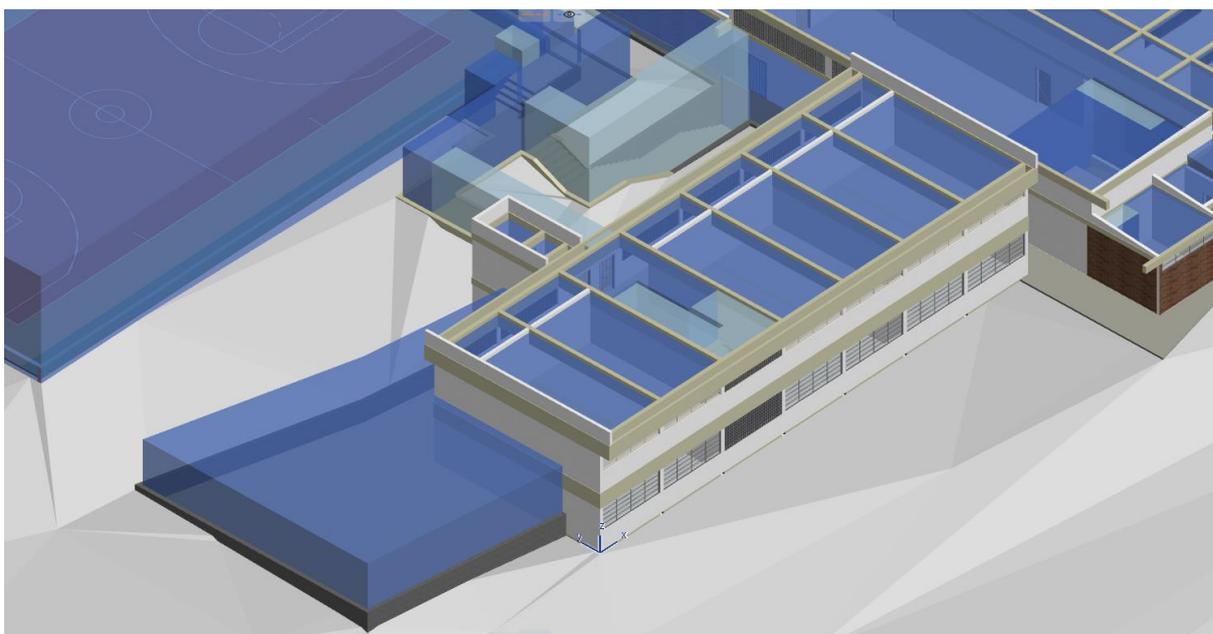


Fonte: Autor (2020)

Para que o software de verificação de regras possa ler corretamente o modelo, é preciso que este atenda a certos requisitos. Por exemplo, para que a verificação de inclinação de uma rampa seja possível, ela deva ser lida como tal, e não como um telhado⁵. Segundo Eastman et al. (2009), “devem existir convenções compartilhadas em relação às regras codificadas para que correspondam às propriedades e estruturas incorporadas no modelo de construção”.

A Figura 15 mostra os ambientes (internos e externos) da escola criados com a ferramenta Zona do ArchiCAD (em azul e azul claro).

Figura 15 – Ambientes criados com a ferramenta Zona

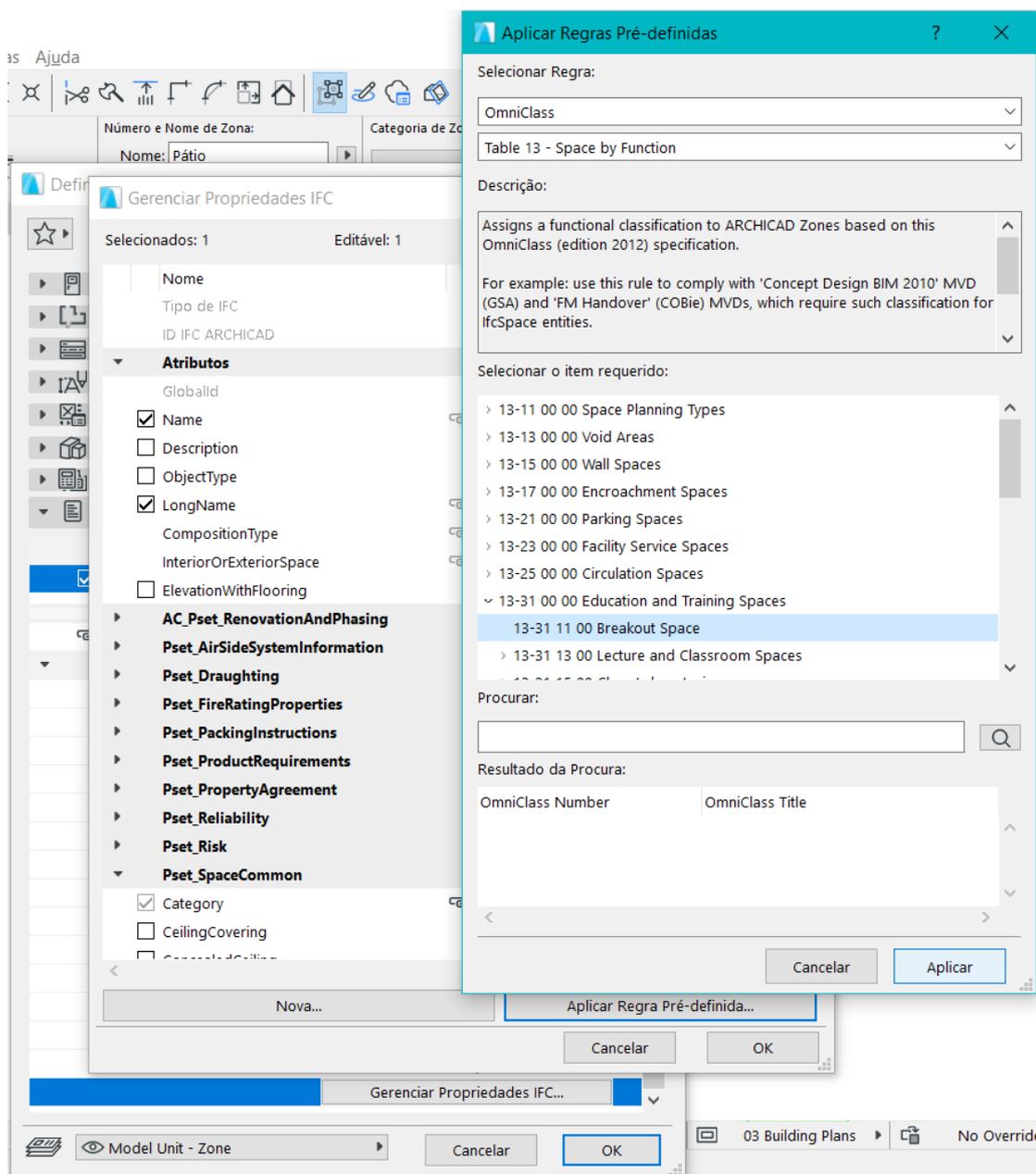


Fonte: Autor / tela do ArchiCAD (2020)

Dentro do modelo, a Zona é uma delimitação espacial (*ifcspace*), com propriedades próprias. A Figura 16 mostra como é aplicada a classificação Omniclass tabela 13 (espaços por função) no ArchiCAD, para um espaço de lazer (*Breakout Space*), ao selecionar o elemento ‘Zona’ do modelo e clicar em “Gerenciar Propriedades IFC.../Aplicar regra predefinida...”.

⁵ Este exemplo foi escolhido pois alguns softwares de modelagem se utilizam da mesma ferramenta para criação de qualquer plano inclinado, seja telhado ou rampa.

Figura 16 – Classificação OmniClass nas Zonas do Modelo



Fonte: Autor / tela do ArchiCAD (2020)

Além da classificação, a fim de permitir a verificação de acessibilidade, é necessário informar propriedades adicionais da Zona, no software de modelagem. No ArchiCAD, na mesma janela de classificação podemos entrar com os parâmetros a seguir, que serão dados de entrada (*input*) no software de verificação:

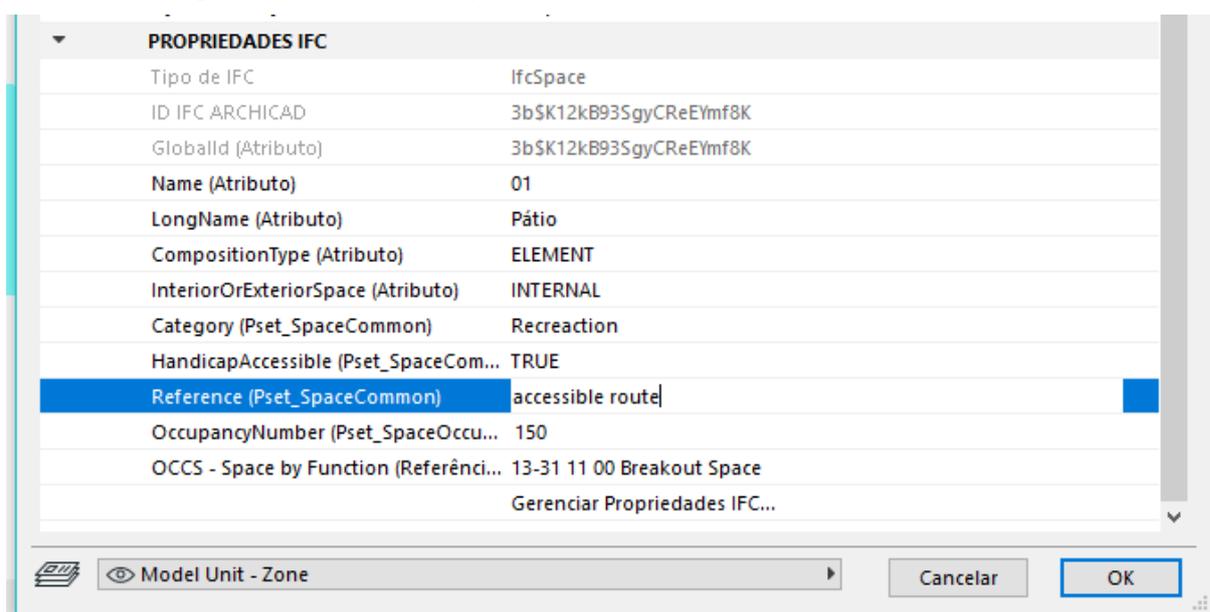
- estado de renovação: existente, a demolir ou a construir;
- aberturas: saída de emergência (verdadeiro ou falso) e acessível (idem);

- pavimento: antiderrapante (verdadeiro ou falso);
- propriedade: privada, alugada, compartilhada ou pública;
- nível de iluminação: valor numérico expresso em lux;

Caso não sejam configurados, estes parâmetros seriam identificados como ‘indefinidos’ no modelo. Isto não impediria a verificação de regras, mas deveriam ser corretamente filtrados no software de verificação para se obter resultados confiáveis.

Ao longo dos testes realizados se percebeu também a necessidade de acrescentar uma configuração específica em *IfcIdentifier* da Zona para que seja identificada a Rota Acessível do modelo, dentro do grupo de propriedades *PSet_SpaceCommon*. A simples marcação de que a **abertura** é acessível não define uma Zona como Rota Acessível. Como a definição desta propriedade é descritiva, neste trabalho foi adotado o termo “*accessible route*” para os espaços que compõem esta rota. A Figura 17 mostra esta configuração.

Figura 17 – Identificação da rota acessível em Zona do modelo

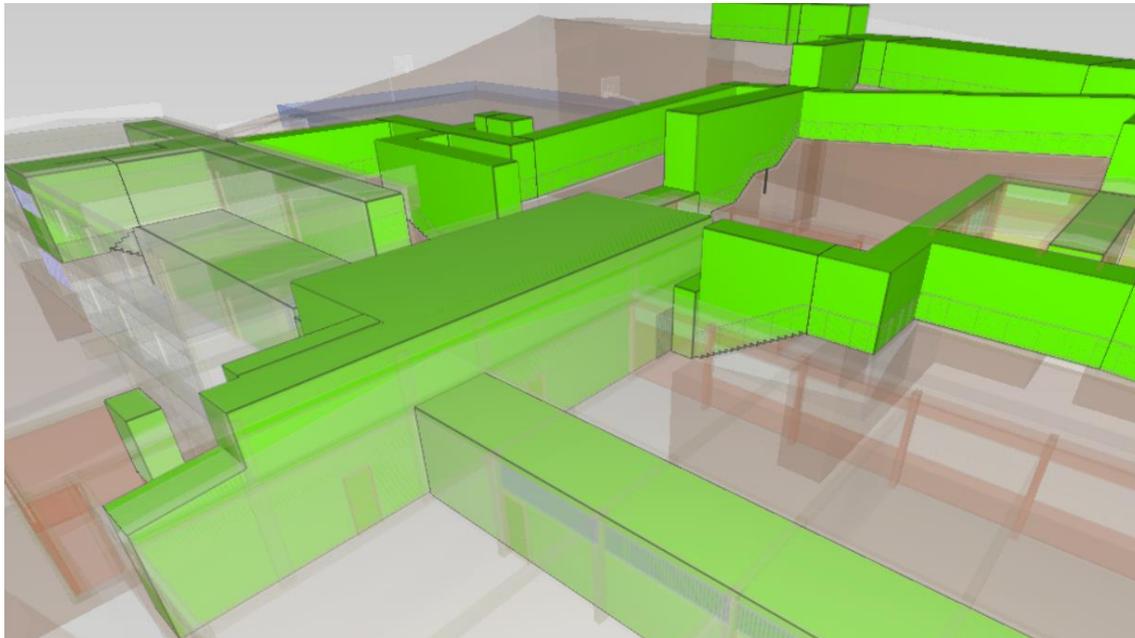


Fonte: Autor / tela do ArchiCAD (2020)

Após a aplicação de um filtro de classificação, o Solibri exibe os espaços de acordo com os parâmetros daquele filtro. A Figura 18 mostra os espaços classificados como rota acessível no ArchiCAD, e filtrados no Solibri (em verde). Note que grandes

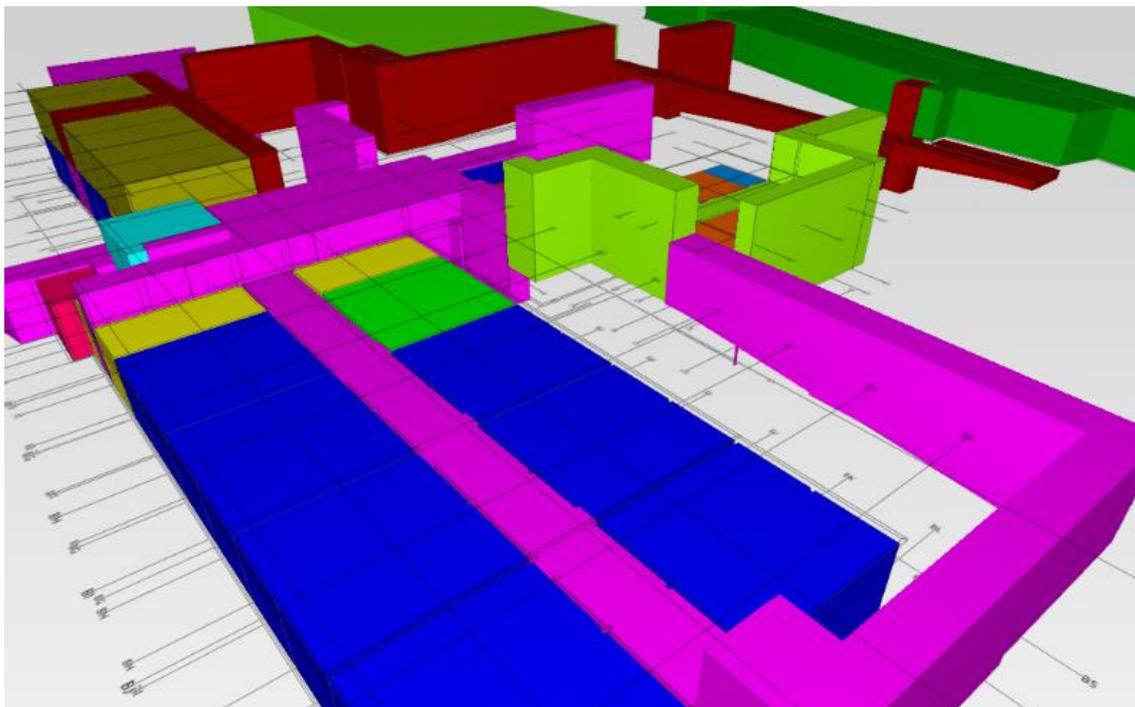
ambientes como o Pátio fazem parte da rota acessível, assim como as escadas e rampas. A Figura 19 mostra os espaços classificados conforme a função.

Figura 18 –Espaços classificados como rota acessível



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

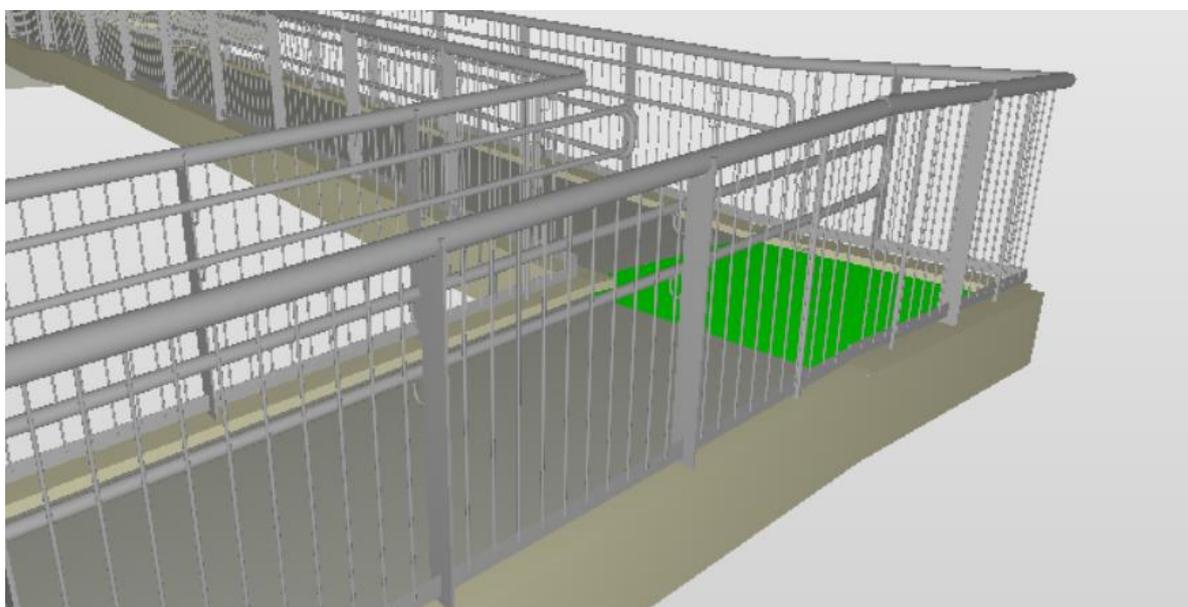
Figura 19 –Zonas do modelo classificadas conforme a função



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Além das Zonas, a correta leitura do modelo pelo software de verificação depende ainda da classificação dos elementos (rampas, escadas, guarda-corpos etc.). Os primeiros testes revelaram que uma rampa em “L” não será reconhecida desta forma apenas classificando a Zona que a envolve como ‘rampa’. O trecho de dois lances mostrado na Figura 20 foi modelado com elementos independentes: lances, patamar, guarda-corpos e guias de balizamento, e ao seu redor foi demarcada sua Zona envolvendo todos estes elementos. Isto não foi suficiente para que o Solibri considerasse este conjunto como uma só rampa, nem seu patamar como um patamar intermediário (que se submete a regras específicas, diferentes dos patamares de início e fim).

Figura 20 – Rampa em “L” com patamar intermediário selecionado



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Estas propriedades não são usualmente informadas em um modelo nas fases de concepção. Como observaram Eastman et al. (2009), “os modelos criados até o momento normalmente não incluem o nível de detalhe necessário para códigos de obras ou outros tipos de verificação de regras”. Ao incluí-las, porém, é conveniente que caminhem junto com a configuração das regras.

Assim, neste trabalho, todos os componentes de uma rampa, necessários ao atendimento à NBR 9050 serão classificados pelo código da tabela 21 da OmniClass: *21-02 10 10 50 Ramps*.

Como visto anteriormente, o software a ser utilizado na verificação deverá “reconhecer” o sistema de classificação utilizado no modelo. O Solibri possui alguns sistemas carregados em sua base de dados, entre eles o *OmniClass*, e ainda permite a adoção de sistemas próprios do usuário. Apesar de não ser recomendável a adoção de sistemas próprios de classificação (a fim de universalizar os padrões desenvolvidos) os sistemas disponíveis no Solibri (*Building Elements – General*, *Space Usage* e *Vertical Access*) se mostraram adequados e eficientes para a classificação de elementos básicos do modelo.

Por último, a fim de realizar eficientemente o intercâmbio do arquivo do modelo com outros softwares (com o próprio Solibri, por exemplo), o formato utilizado foi o IFC 2x3. Este formato garante, conforme testes realizados durante a pesquisa, que a classificação *OmniClass* de espaços e elementos fique preservada nos processos de exportação e importação.

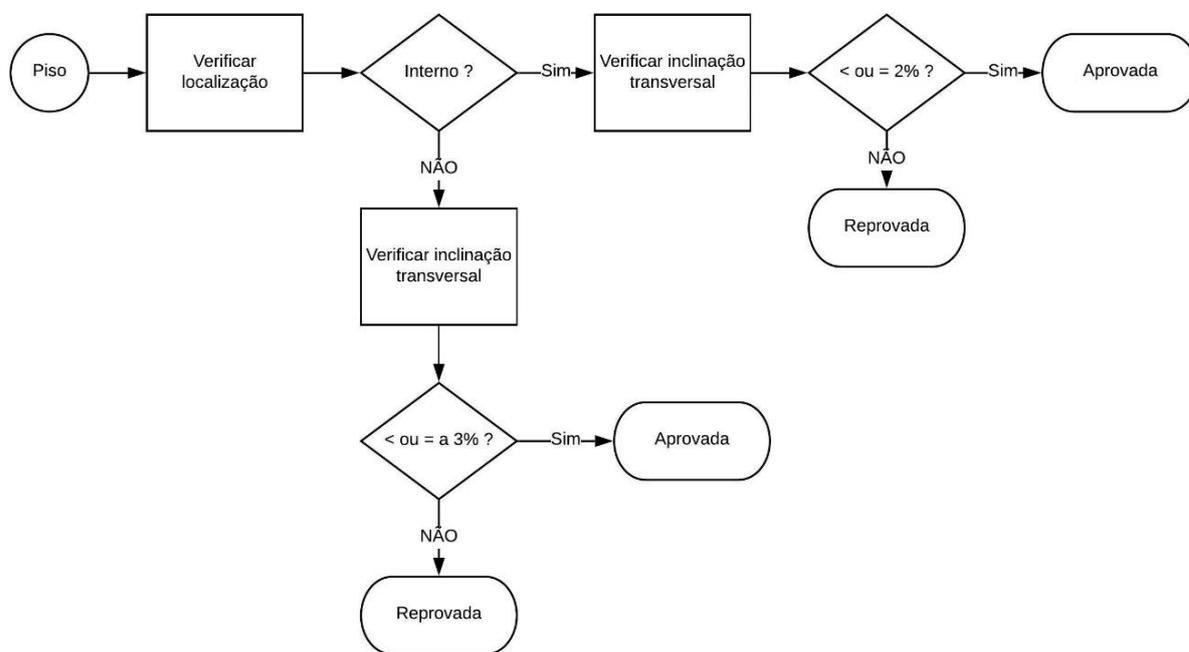
4.3 Etapa 3 – Configuração das regras

O objetivo desta etapa é, a partir da tabela de frases métricas produzida na Etapa 1 – Conversão do texto normativo, configurar o software de verificação de regras. Para expor a estrutura lógica criada ao classificar as afirmações RASE (requisito, aplicabilidade, seleção ou exceção), este trabalho produziu alguns fluxogramas. O exemplo a seguir (Figura 21) é parte do fluxograma criado para o objeto ‘pisso’. O fluxograma completo não é apenas a sequência de decisões de **um** item da Norma, mas sim a junção de **todos** os requisitos aplicáveis àquele objeto.

A dinâmica da verificação, de modo bastante simplificado, pode ser descrita como a comparação entre as propriedades de um objeto do modelo e os parâmetros da regra, cujos resultados podem ser “atende” (total ou parcialmente) ou “não atende”. No fluxograma da Figura 21 é o que está expresso por “aprovada” ou “reprovada”. Para isso, os parâmetros da regra devem levar em consideração as classificações do modelo. Um exemplo é a regra #132 *Space Area* do Solibri. Ela checa se as áreas de determinados espaços estão dentro de uma específica faixa de valores, configurada pelo usuário. Para isso ela buscará os espaços determinados em seu filtro, verificará a propriedade ‘área’ daquele espaço e irá comparar os valores. Há regras mais

complexas que checam interferências entre componentes, conexões entre espaços, taxas, proporções etc., mas dependerá sempre da correta configuração dos filtros e parâmetros.

Figura 21 – Parte do fluxograma de decisões para o objeto ‘pisso’



Fonte: Autor (2020)

É possível também combinar mais de uma regra (sua repetição ou uma regra diferente) para atingir determinado objetivo. Uma das funções desta combinação é a chamada *gatekeeper*, ou porteiro em uma tradução livre. Aninhando uma regra sob outra fará com que a regra de baixo somente será verificada se atendida certa condição da regra de cima. Isto permite combinar regras para que cumpram a sequência de decisões montada no fluxograma. Assim, os conjuntos de regras (*rulesets*, no Solibri) serão resultantes dos fluxogramas, que por sua vez foram originados da metodologia RASE.

Um exemplo desta combinação está na distinção entre 'degrau isolado' e 'escada'. O software de modelagem cria estes dois objetos com a mesma ferramenta e ambos provavelmente receberão a mesma classificação, mas a norma de acessibilidade apresenta exigências diferentes entre eles. Na NBR 9050, apenas a sequência de três degraus ou mais será considerada escada. A Figura 22 mostra o atendimento à seguinte condição: quantos degraus (espelhos) há em um objeto 'escada' do modelo?

Se a resposta for maior ou igual a 3, o objeto será direcionado para a verificação das regras de ‘escada’ definidas na Norma. Caso contrário, o objeto segue para o caminho de verificação de ‘degraus isolados’.

Figura 22 – Regras aninhadas

WORKSPACE	
Name	Support Tag
▼ ⓘ NBR 9050 item 6.7 (Degraus), 6.8 (Escadas) e 6.9 (guarda-corpos)	
▼ § Filtra número de espelhos > = 3	SOL/230/1.1
§ Escadas	SOL/210/3.1
▼ § Filtra número de espelhos < 3	SOL/230/1.1
§ Degrau isolado	SOL/210/3.1

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Além disso, as regras podem ser configuradas para solicitar alguma ação do usuário antes de sua execução. Isto pode ser utilizado quando a escolha entre caminhos do fluxograma depende de propriedades não alimentadas no modelo, ou seja, não resultará da comparação entre objetos semelhantes. Por exemplo, há requisitos aplicáveis a edificações residenciais que não se aplicam a edifícios públicos. Caso esta propriedade (uso da edificação) não faça parte do modelo, pois não é característica de um objeto específico, a regra solicitará ao usuário uma tarefa de escolha do uso de executá-la. Estas tarefas aparecerão na *To do list* do ambiente de trabalho do Solibri.

Após configuradas, as regras ou conjuntos podem ser agrupados sob um mesmo *role*, ou papel de verificação. Para este trabalho foi criado o papel NBR 9050, cujos resultados serão apresentados no tópico 4.4 deste trabalho.

A fim de quantificar os itens da norma passíveis de verificação pelo *Solibri Office*, a planilha apresentada no Apêndice A inclui uma coluna intitulada “Solibri”, na qual cada uma das 175 afirmações lógicas obtidas na etapa 1 foi classificada como “S” para “sim” ou “N” para “não”, conforme sua possibilidade de configuração e utilização no software de verificação.

O tópico 4.3.1 adiante detalha o processo de configuração de um conjunto de regras desenvolvido nesta pesquisa.

4.3.1 Processo de configuração de regras

Com o intuito de detalhar o processo de configuração de regras no Solibri, dois conjuntos desenvolvidos para este trabalho serão descritos a seguir. As demais regras elaboradas na pesquisa estão relacionadas no Apêndice B, e o conjunto completo de regras padrão disponíveis no Solibri estão no Anexo C.

Será detalhado inicialmente o conjunto de regras construído para verificar o subitem 6.1.1.1, que reúne uma parte das afirmações lógicas obtidas do item 6.1 “Rota acessível”. Este subitem está descrito a seguir a partir de sua redação original, seguida de uma tabela obtida pela RASE.

6.1.1.1 As áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo devem ser servidas de uma ou mais rotas acessíveis. As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais necessitam ser acessíveis em suas áreas de uso comum. As unidades autônomas acessíveis devem estar conectadas às rotas acessíveis. Áreas de uso restrito, conforme definido em 3.1.38, como casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico e outros com funções similares, não necessitam atender às condições de acessibilidade desta Norma. (ABNT, 2015)

Tabela 6 – RASE aplicada ao item 6.1.1.1

Frase métrica	Tipo (RASE)	Objeto	Propriedade	Comparador	Valor alvo	Unid.
área de qualquer espaço ou edificação	aplicabilidade	espaço				
uso público	seleção	espaço	uso	=	público	
uso coletivo	seleção	espaço	uso	=	coletivo	
deve ser servida de uma ou mais rotas acessíveis	requisito	espaço	conectado a rota acessível	=	verdadeiro	
edificações	aplicabilidade	edificação				
residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais	seleção	edificação	uso	=	residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais	
necessitam ser acessíveis	requisito	espaço	acessível	=	verdadeiro	
área de uso comum	seleção	espaço	uso	contém	comum	
unidades autônomas acessíveis	aplicabilidade	espaço	uso	contém	unidade autônoma acessível	
devem estar conectadas às rotas acessíveis	requisito	espaço	conectado a rota acessível	=	verdadeiro	
áreas de uso restrito	aplicabilidade	espaço	uso	contém	restrito	
como definido em 3.1.38						
casas de máquinas	seleção	espaço	uso	contém	casa de máquinas	
barriletes	seleção	espaço	uso	contém	barrilete	
passagem de usos técnico	seleção	espaço	uso	contém	técnico	
outros com funções similares						
não necessitam atender às condições de acessibilidade desta Norma	exceção	espaço	uso	contém	restrito	

Fonte: Autor (2020)

Com estas informações, foi criado o conjunto de regras NBR 9050 item 6.1 (Rota acessível, composto pelas regras relacionadas na Figura 23. A coluna “Support Tag” informa qual foi a regra padrão do Solibri utilizada para parametrização da regra do usuário. No software, o ícone de uma boia na coluna “Help” contém um link para o site do desenvolvedor com ajuda sobre a regra padrão.

Figura 23 – Conjunto de regras criado para verificação do item 6.1 (Rota acessível)

Name	Support Tag	Help
▼ [§] NBR 9050 item 6.1 (Rota acessível)		
▼ [§] NBR 9050 item 6.1.1.1		
▼ § Uso Público ou Coletivo	SOL/230/1.1	⊕
§ Espaços conectados a rota acessível	SOL/241/1.0	⊕
▼ § Residencial Multifamiliar, Condomínio e Conjuntos Habitacionais	SOL/230/1.1	⊕
§ Áreas comuns necessitam ser acessíveis	SOL/9/3.1	⊕
§ Unidades autônomas acessíveis deve estar conectadas às rotas acessíveis	SOL/241/1.0	⊕
▼ [§] NBR 9050 item 6.1.1.2		
§ Accessible Route Rule	SOL/238/1.0	⊕
§ Zonas incorporadas na rota acessível externa	SOL/9/3.1	⊕
§ Zonas incorporadas na rota acessível interna	SOL/9/3.1	⊕
▼ [§] NBR 9050 item 6.1.2		
§ Nível de iluminância	SOL/230/1.1	⊕

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

A primeira linha reúne todas as regras aninhadas. Nela é possível estabelecer tarefas preliminares para que a verificação tenha efeito. Estas tarefas estão basicamente relacionadas com as classificações dos elementos. Para este conjunto é solicitado ao usuário que execute as tarefas “Especificar uso da edificação”, “Verificar classificação de uso dos espaços” e “Verificar classificação das áreas conforme o uso” (Figura 24).

Figura 24 – Tarefas preliminares associadas ao conjunto de regras

PARAMETERS	
List of tasks needed to be completed to ensure reliable results.	
Task	
⊕ Especificar uso da edificação	📄
⊕ Verify classification 'Space Usage'	📄
⊕ Verify classification 'Áreas conforme uso'	📄

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Cada tarefa pode ser configurada pelo usuário para atender às necessidades da regra (Figura 25). Neste caso, como a norma estabelece critérios diferentes para edificações de uso “Público ou Coletivo” e “Residencial Multifamiliar, Condomínio e Conjuntos Habitacionais”, a primeira tarefa pede para que seja escolhido um dos usos listados.

Figura 25 – Tela de configuração de tarefa preliminar

Name: Especificar uso da edificação

Description: Especifique o uso da edificação como "Público ou Coletivo" ou "Residencial Multifamiliar, Condomínio e Conjuntos Habitacionais"

Property Name: Uso da edificação

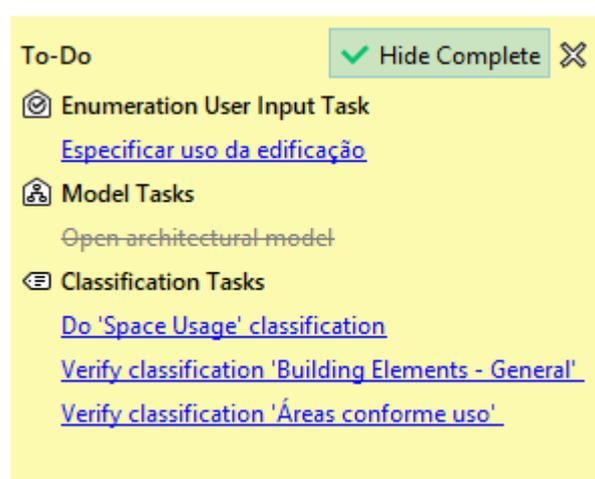
Options:

- Público ou Coletivo
- Residencial Multifamiliar, Condomínio e Conjuntos Habitacionais

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Ao abrir este conjunto de regras na aba “*Checking*” do Solibri, o programa irá solicitar ao usuário que execute as tarefas associadas à regra, na forma de um lembrete ou uma “*To-Do List*” (Figura 26).

Figura 26 – To-Do List



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Continuando com a configuração do conjunto, abaixo da “regra-mãe” que abriga as demais, estão agrupadas outras regras que desempenharão funções específicas.

Como descrito no t3pico anterior, a regra de cima age como um filtro (*gatekeeper*) para que as demais sejam executadas ou n3o, desde que atendidas certas condi33es. Neste caso, as regras “Uso p3blico ou Coletivo” e “Residencial Multifamiliar, Condom3nio e Conjuntos Habitacionais”, parametrizadas a partir da regra SOL/230/1.1, ir3o direcionar a verifica33o apenas para o grupo associado ao uso da edifica33o escolhido na tarefa preliminar.

Na Figura 27, o quadro “*Sub Rule Options*” mostra que est3 selecionada a op33o “*Check all model components, if passed*”.

Figura 27 – Janela de informa33es de uma regra filtro

Name	Uso P3blico ou Coletivo
Description	 Edit Filtra edifica33o conforme o uso: - P3blico ou Coletivo; - Residencial Multifamiliar, Condom3nios e Conjuntos Habitacionais
Sub Rule Options	<input checked="" type="radio"/> Check all model components, if passed <input type="radio"/> Check all model components, if issues <input type="radio"/> Check only failed components <input type="radio"/> Check only passed components

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Isto far3 com que todos os elementos do modelo sejam verificados caso o requisito desta regra seja atendido. A Figura 28 mostra qual 3 esta condi33o: o uso da edifica33o deve ser “P3blico ou Coletivo”. Se esta condi33o for atendida o software segue com a verifica33o das sub regras. Caso contr3rio elas s3o ignoradas.

Figura 28 – Parâmetros da regra filtro

Components to Check				
State	Component	Property	Operator	Value
Include	● User Input			
Requirements				
State	Component	Property	Operator	Value
Include	● User Input	UserInput.Usu da edificação	One Of	[Público ou Coletivo]

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Atendida esta condição, o software procederá à execução da sub regra deste filtro. Neste caso a sub regra é a “Espaços conectados a rota acessível”, construída a partir da regra padrão SOL/241/1.0. Os parâmetros (Figura 29) utilizados foram: todos os componentes do tipo espaço devem ser checados; é permitido (não obrigatório) que todos possuam uma saída direta para fora do edifício; esta saída pode ser porta ou passagem; todos os espaços devem (é obrigatório) estar conectados a outro espaço do tipo “B”; espaço do tipo “B” são aqueles que atendem à classificação *Accessible Route*; a conexão entre qualquer espaço e um espaço “B” pode ser porta ou passagem.

Figura 29 – Parâmetros da regra “Espaços conectados a rota acessível”

Spaces to Check

Spaces to Check (A)

State	Component	Property	Operator	Value
Include	 Space			

Space Connection Requirements

Direct Exit to Outside of Building from Space A

Allowed
 If access exists it may be checked for correct type.

Required
 Must have door or opening to outside.

Forbidden
 No access allowed out of building.

Type of Direct Access To Consider

Any Door or Opening
 Both doors and openings are considered.

Consider Doors
 Only doors are considered.

Consider Openings
 Only openings are considered.

(continua)

Spaces to Check

Spaces to Check (B)

State	Compo...	Property	Operator	Value
Include	 Space	Pset_SpaceCommon.Reference	Matches	Accessible Route

Space Connection Requirements

Direct Access (Door or Opening) to Space B

Allowed
 If access exists it may be checked for correct type.

Required
 Each Space A must have at least one direct connection to a Space B.

Forbidden
 None of Space A shall have connection to a Space B.

Type of Direct Access To Consider

Any Door or Opening
 Both doors and openings are considered.

Consider Doors
 Only doors are considered.

Consider Openings
 Only openings are considered.

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Como ao modelo foi atribuído o uso “Público ou Coletivo”, as sub regras aninhadas ao filtro “Residencial Multifamiliar, Condomínio e Conjuntos Habitacionais” não foram checadas, e o software passa para a verificação seguinte.

A seguir, de forma simplificada está detalhado o processo de configuração das regras para atendimento ao item 6.1.2 da NBR 9050, começando com sua redação original, transformação pela RASE e configuração no Solibri.

6.1.2 Iluminação. Toda rota acessível deve ser provida de iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux medidos a 1,00 m do chão. São aceitos níveis inferiores de iluminância para ambientes específicos, como cinemas, teatros ou outros, conforme normas técnicas específicas. (ABNT, 2015)

Tabela 7 – RASE aplicada ao item 6.1.2

Frase métrica	Tipo (RASE)	Objeto	Propriedade	Comparador	Valor alvo	Unid.
rota acessível	aplicabilidade	espaço	tipo	=	rota acessível	
deve ser provida de iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux medidos a 1,00 m do chão	requisito	espaço	nível de iluminância	≥	150	lux
níveis inferiores para cinemas, teatros e outros	exceção	espaço	tipo	contém	cinema; teatro	

Fonte: Autor (2020)

Neste caso, o próprio filtro pôde ser construído na regra, uma vez que as informações não se ramificam para outras propriedades. Assim, a exceção a cinemas e teatros é feita na tabela “*Components to Check*”, como mostra a Figura 30.

Figura 30 – Parâmetros da regra “Nível de iluminância”

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Space	Type	One Of	[Rota Acessível]
Exclude	Space	Name	Contains	Cinema
Exclude	Space	Name	Contains	Teatro

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Space	Pset_SpaceLightingRequirements.Illuminance	≥	150

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Cabe destacar que a exceção feita a “outros” não pôde ser configurada, problema este relatado na metodologia Tx3 dada a subjetividade do termo. Além disso, o requisito “conforme normas técnicas específicas” necessita obviamente de tais normas para ser parametrizado para verificação. Nesta pesquisa estas ligações externas foram descartadas.

Ressalta-se ainda que o Solibri, ao apresentar os resultados da verificação, reúne as ocorrências conforme o grau de severidade, entre alto, médio ou baixo. Estes graus podem ser configurados conforme limites mínimos e máximos estabelecidos pelo usuário, na parametrização das regras. Nesta pesquisa estes graus não foram ajustados, uma vez que seu objetivo maior é avaliar o quanto é passível de automatização, independentemente do tipo de não conformidade com a Norma.

O tópico seguinte apresenta a comunicação dos resultados pelo Solibri.

4.4 Etapa 4 – Comunicação dos resultados da verificação

Como descrito no início do Capítulo 4 deste trabalho, a quarta etapa do processo de verificação automática é a comunicação dos resultados, ou seja, como o software relata as ocorrências ao usuário. Estes resultados confirmam apenas se o modelo cumpre ou não os parâmetros (requisitos, aplicações, seleções e exceções) configurados nas regras.

Para que a análise dos resultados seja confiável, é fundamental que todas as etapas anteriores (conversão do texto, preparação do modelo e configuração das regras) tenham sido auditadas e tido sua conformidade com o texto original da norma em estudo acreditada.

Além disso, o simples relatório produzido pelo software de verificação não significa o final do processo. Os resultados devem ser analisados e, eventualmente, será necessária uma ação adicional do usuário.

O resultado “em branco” também deve ser cuidadosamente interpretado, pois indica somente que o software não encontrou no modelo elementos que cumpram os requisitos para seleção.

Os resultados do tipo “falhou” ou “não passou” são normalmente mais fáceis de identificação e correção no modelo. Recorda-se aqui que o Solibri classifica as não conformidades em três graus de severidade, facilitando a análise do usuário.

A Figura 31 a seguir mostra a janela de checagem do Solibri, com os resultados obtidos.

Figura 31 – Janela de comunicação dos resultados

Ruleset - Checked Model	OK	Warning	Error
▶ BIM Validation - Architectural	✓		
▶ General Space Check		⚠	
▼ NBR 9050 item 6.3.3 (Piso inclinado), 6.6 (Rampas) e 6.9 (guarda-corpo para rampas)			
▼ § Filtra "Rampa" (i > ou = 5%)			
▼ § Filtra estado de renovação "obra nova" e exceção a "Palco"			
§ Requisitos da rampa		⚠	
▼ § Filtra estado de renovação "adaptação" e exceção "Palco"			
§ Requisitos da rampa (ATENÇÃO À DESCRIÇÃO)			—
▼ NBR 9050 item 6.2			
▼ § Filtra "adaptação"			
§ Filtra "é possível adaptar"	OK		
▼ NBR 9050 item 6.3.4 (Desnível), 6.7 (Degraus), 6.8 (Escadas) e 6.9 (guarda-corpo para escada)			
§ Filtra "Desnível" (h < ou = 5mm)	OK		
§ Filtra "Desnível" (5mm < h < ou = 20mm)	OK		
▼ § Filtra "Desnível" (h > 20mm)			
▼ § Filtra número de espelhos > ou = 3			
§ Escada		⚠	⚠
▼ NBR 9050 item 6.1 (Rota acessível)			
▼ NBR 9050 item 6.1.1.1			
▼ § Uso Público ou Coletivo			
§ Espaços conectados a rota acessível	OK		
▼ NBR 9050 item 6.1.1.2			
§ Accessible Route Rule		⚠	
§ Zonas incorporadas na rota acessível externa	OK		
§ Zonas incorporadas na rota acessível interna	OK		
▼ NBR 9050 item 6.1.2			
§ Nível de iluminação	OK		

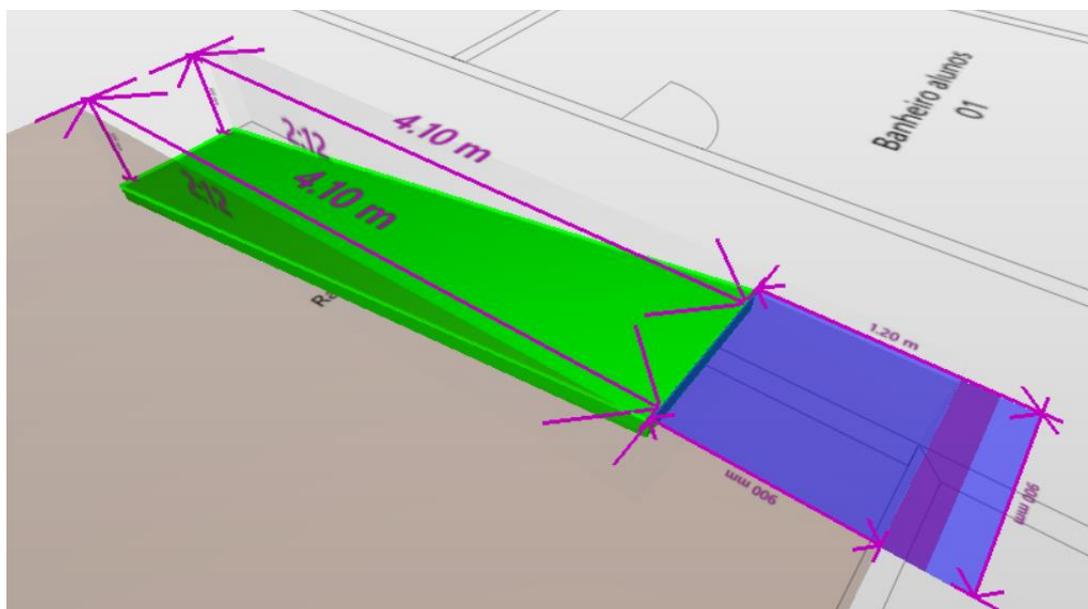
(continua)

▼	§	NBR 9050 item 6.3.5 a 6.3.7 (Grelhas, Tampas, Capachos) - ESBOÇO				
		§	Circulação - Piso			OK
▼	§	NBR 9050 item 6.11 (Circulação Interna)				
▼	§	NBR 9050 item 6.11.1 Corridors				
▼		§	Filtra corredores de uso comum e extensão ≤ 4m			
		§	Largura mínima de 0,90m			△
▼		§	Filtra corredores de uso comum e extensão >4 e ≤ 10m			
		§	Largura mínima de 1,20m			OK
▼		§	Filtra corredores > 10m			
		§	Largura mínima de 1,50m			△
▼	§	NBR 9050 item 6.11.1.1 Return hall				
▼		§	Seleciona corredores onde a adequação "é impraticável"			
		§	Largura mínima de 0,90m			△
		§	Bolsão de retorno a cada 15m			—
		§	Espaço de manobra no Bolsão de retorno			—
▼	§	NBR 9050 item 6.11.1.2 Obstáculos - ESBOÇO				
▶		§	TESTE 1 - Filtra obstáculos extensão ≤ 0,40 m			△
▶		§	TESTE 1 - Filtra obstáculos extensão > 0,40 m			△
▼	§	NBR 9050 item 6.11.2 Portas				
		§	Accessible Door Rule			△ △
▼	§	NBR 9050 item 6.14 (Vagas veículos) - ESBOÇO				
		§	Parking Rule			OK

Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Ao selecionar uma ocorrência na janela de resultados, a janela 3D do Solibri mostra as entidades envolvidas nesta ocorrência. A Figura 34 ilustra as ocorrências encontradas na Rampa 01, de acesso ao Palco, antes de aplicadas suas exceções.

Figura 32 – Janela 3D do modelo com uma ocorrência selecionada



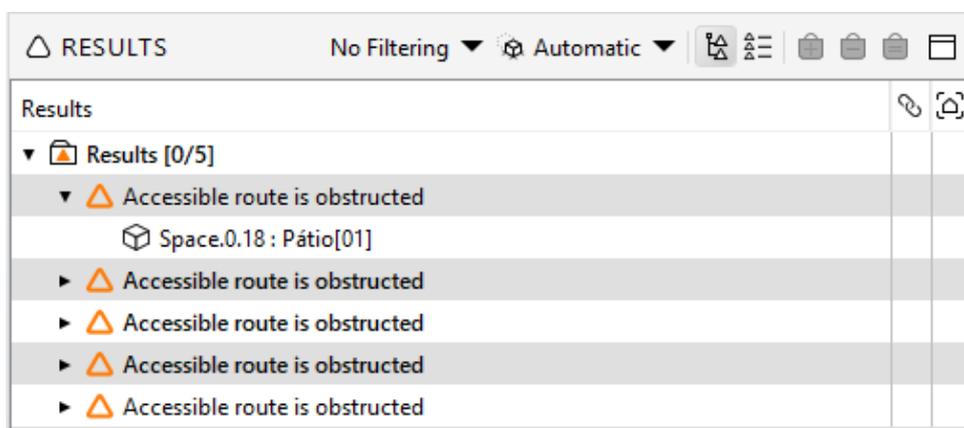
Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Os subitens seguintes (4.4.1 a 4.4.3) descrevem alguns tipos de ocorrências encontradas e quais os seus significados.

4.4.1 Ocorrência que aponta para falha na configuração da regra

Tome-se como exemplo a regra “*Accessible Route Rule*” utilizada no item 6.1.1.2. O Solibri apontou que houve ocorrências de média severidade (ícone de um triângulo laranja). Selecionando esta regra na janela de verificação, o software detalha seus resultados. Neste caso ele apontou 5 ocorrências relacionadas a obstruções na rota acessível (Figura 33).

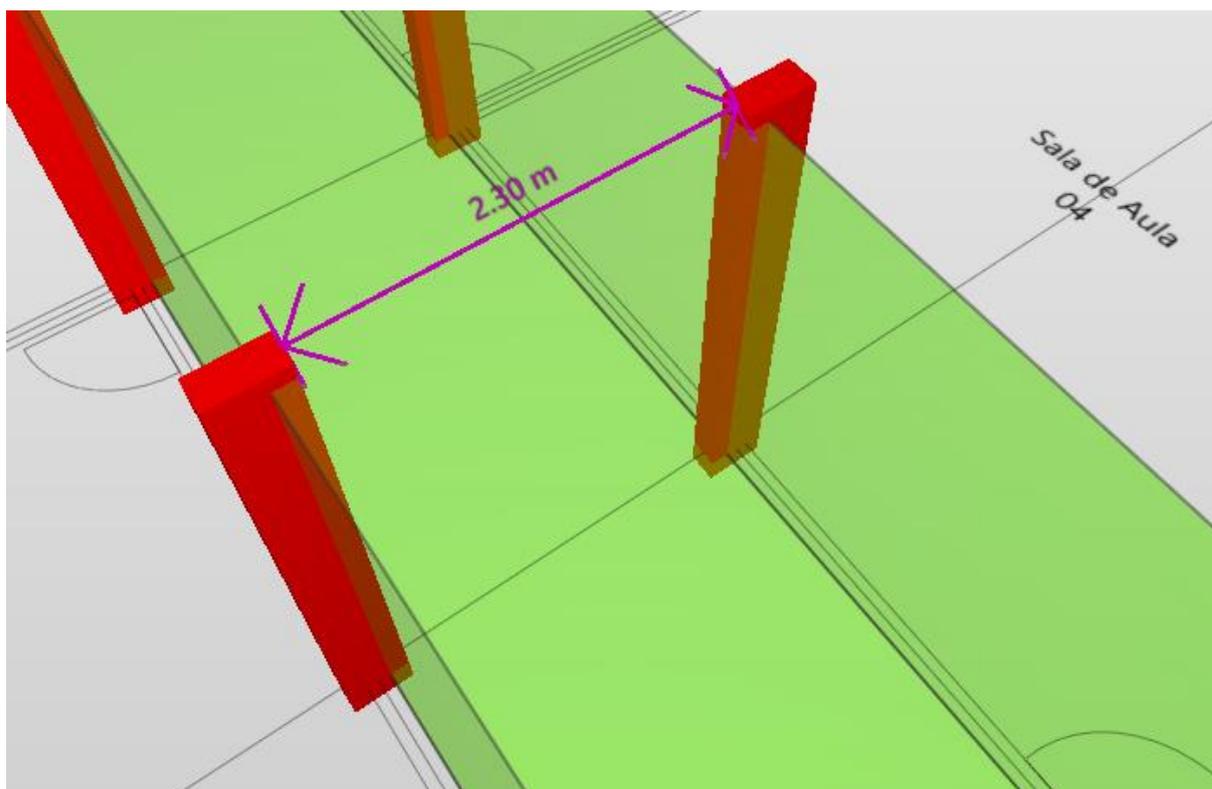
Figura 33 – Resultados da regra “*Accessible Route Rule*”



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

A primeira ocorrência foi selecionada, e os componentes relacionados a ela são destacados na visualização 3D do modelo (Figura 34). Neste caso, foi apontado que os pilares (em vermelho) contidos nas paredes do corredor (em verde) estão obstruindo esta rota. Isto não é, porém, uma não conformidade com a norma, mas sim uma falha na configuração da regra. A cota de 2,30m foi feita “manualmente” para conferir a largura da passagem no trecho, indicando que a largura mínima exigida (1,50m neste caso) é atendida. A questão se refere a outro parâmetro configurado que aponta a “invasão” destes elementos (pilares) na rota (corredor), o que não é um problema à luz da norma, mas sim uma necessidade de correção na configuração da regra.

Figura 34 – Janela 3D com visualização de ocorrência



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

4.4.2 Ocorrência que aponta para falha no projeto

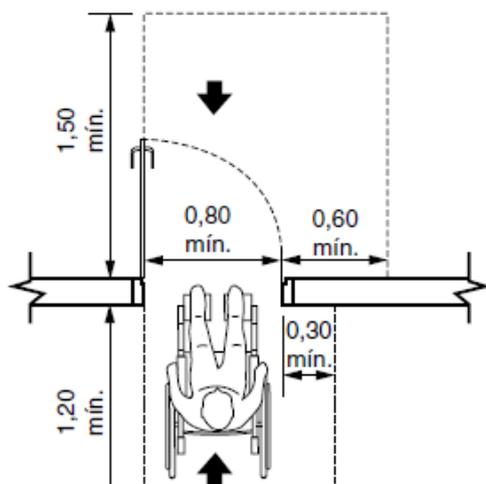
Este caso apresenta uma falha real do projeto. O item 6.11.2.2 na norma diz:

No deslocamento frontal, quando as portas abrirem no sentido do deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,30 m entre a parede e a porta, e quando abrirem no sentido oposto ao deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,60 m, contíguo à maçaneta, conforme a Figura 81. Na impraticabilidade da existência destes espaços livres, deve-se garantir equipamento de automação da abertura e fechamento das portas através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10. (ABNT, 2015)

A Figura 81 da norma é mostrada a seguir:

Figura 35 – Figura 81 da NBR 9050:2015

Dimensões em metros

**Figura 81 – Deslocamento frontal**

Fonte: ABNT (2015)

No projeto foi criada uma passarela chegando ao piso superior, alinhada à estrutura existente. A chegada desta passarela se dá através de uma porta (Figura 36).

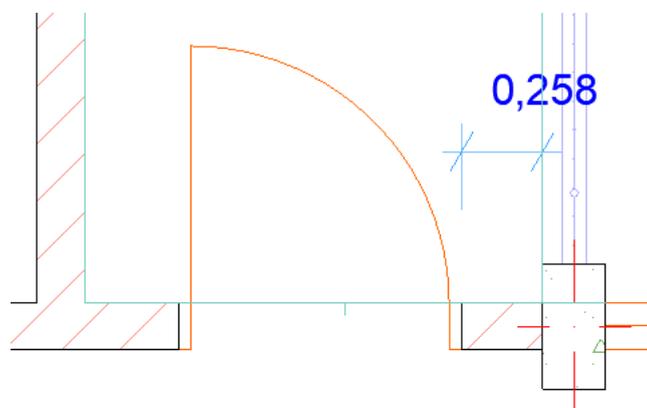
Figura 36 – Trecho da planta do modelo



Fonte: Autor / tela do ArchiCAD (2020)

Porém, o espaço disponível para a ação de puxar a maçaneta da porta (0,258m) não obedeceu à dimensão mínima exigida pela norma (0,60m). A ilustra a Figura 37 mostra a chegada desta passarela em planta.

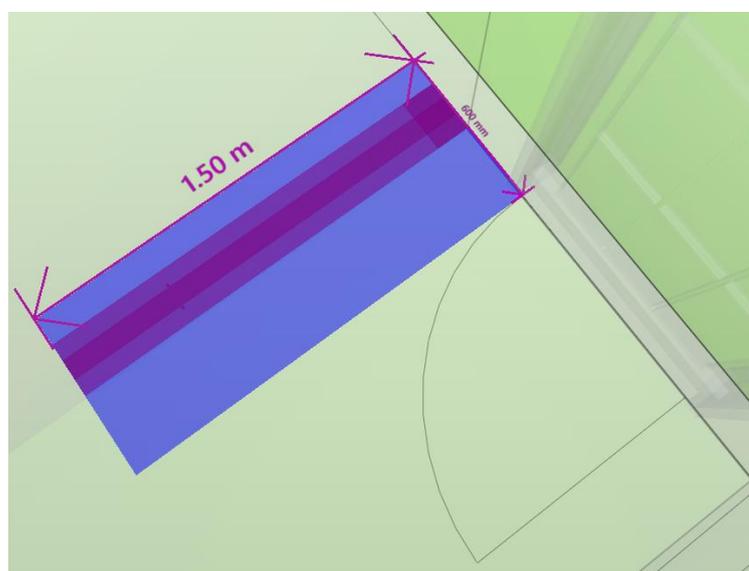
Figura 37 – Trecho da planta do modelo



Fonte: Autor / tela do ArchiCAD (2020)

O resultado do modelo e das regras configurados corretamente gerou uma questão apontada pelo Solibri. A Figura 38 mostra a interferência (em magenta) das guias de balizamento e guarda-corpos da passarela no espaço requerido (em azul) para abertura da porta: um retângulo de 1,50m de comprimento por 0,60m de largura.

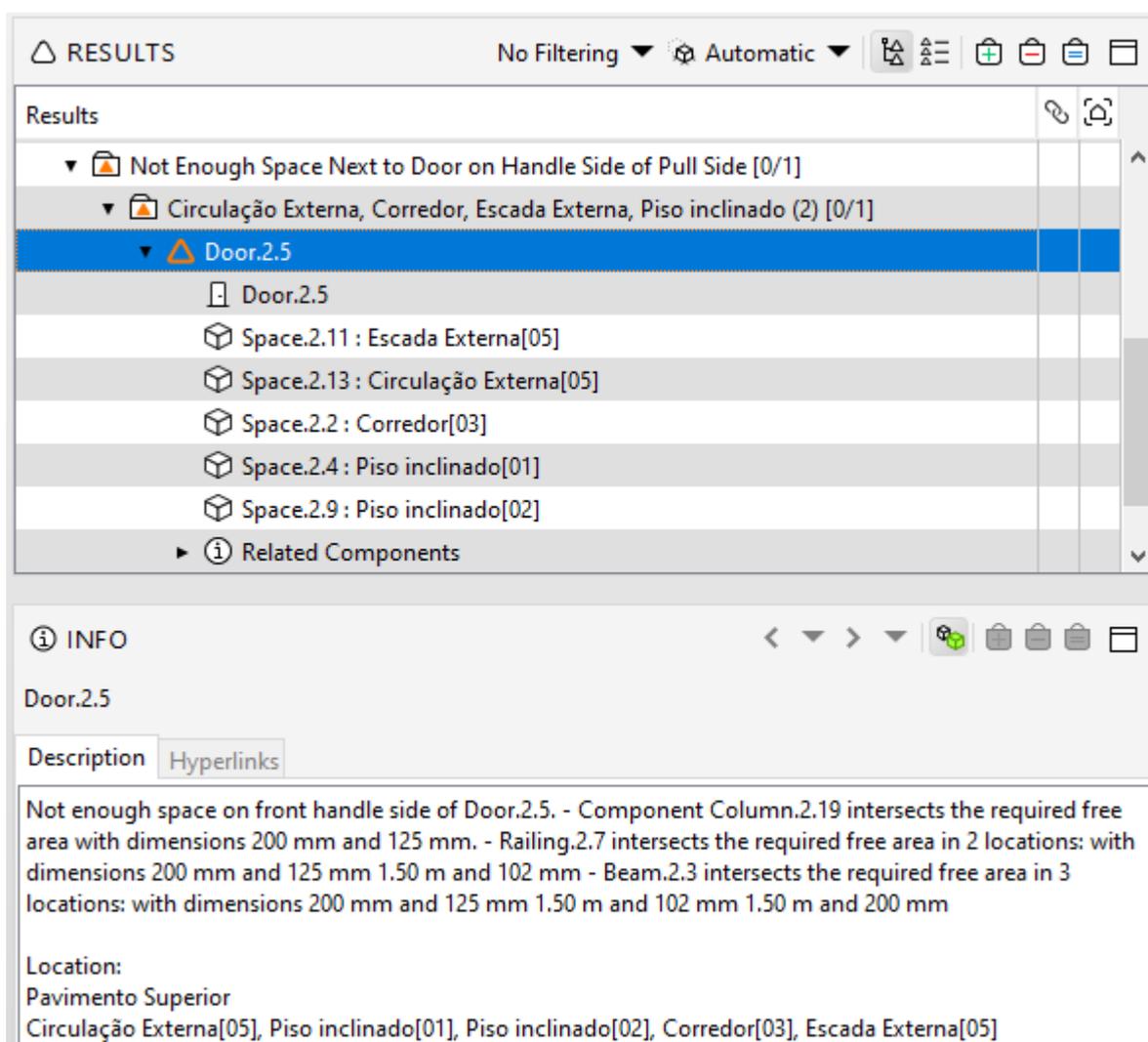
Figura 38 – Ocorrência apontada no modelo



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Caso o usuário (seja o projetista ou o analista) não entenda o motivo da ocorrência na lista de resultados, o software descreve a ocorrência e suas relações com outros componentes. É o que mostram as janelas “Results” e “Info” na Figura 39.

Figura 39 – Detalhes da ocorrência



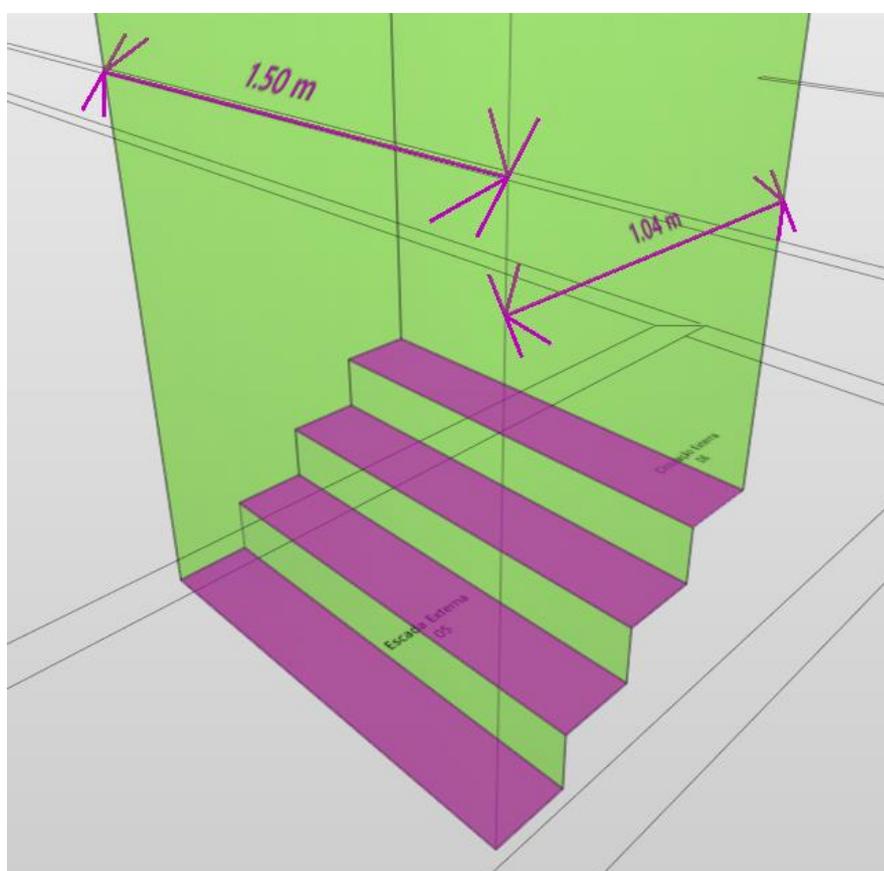
Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

4.4.3 Ocorrência que aponta para falha na interpretação da regra

Houve situações em que a “interpretação” do software para um determinado parâmetro não foi aquela “esperada” pelo usuário na configuração das regras. No caso relatado a seguir, isto pode ser corrigido com a configuração adequada, mas dentro do objetivo da pesquisa, registra-se a questão como exemplo.

Os espaços de circulação foram demarcados no modelo como componentes do tipo Space. Estes componentes funcionam como “caixas”, com largura, comprimento e altura. Ao executar uma verificação de largura da rota, o software apontou que o espaço “Escada Externa 05” apresentava largura inferior à permitida. Entretanto, a largura da escada é de 1,50m, enquanto a mínima exigida é 1,20m. O “erro” está no fato de que a “caixa” que delimita o espaço “Escada Externa 05” apresenta comprimento menor do que a largura (considerando que a largura é a dimensão perpendicular ao sentido de deslocamento do usuário). O software interpretou que a menor dimensão da caixa era a largura, como acontece em qualquer corredor ou na maioria das rampas e escadas, quando neste caso a menor dimensão é o comprimento. A Figura 40 ilustra a ocorrência.

Figura 40 – Dimensões do espaço “Escada Externa 05”



Fonte: Autor / tela do Solibri (2020)

Ressalta-se, porém, que esta questão não representa uma falha do software de verificação, nem mesmo da configuração das regras. Ainda que isto seja possível corrigir (de fato é, basta alimentar o modelo ou a regra com a interpretação requerida),

sinaliza o cuidado necessário com a integridade de todas as informações alimentadas no processo.

4.5 Análise crítica da ABNT NBR 9050 Seção 6

A aplicação das metodologias Tx3 e RASE à Seção 6 da NBR 9050, revelou questões a serem observadas quando se pretende prepará-la para a verificação automática. Estas questões se referem principalmente a deficiências presentes na forma como é escrita. É importante destacar, porém, que esta Norma não trata exclusivamente de **projeto**, mas sim de **edificações**, englobando projeto, construção e, especialmente, uso e percepção do espaço físico. Isto se mostra em itens como 6.3.7: “*As superfícies (de capachos, forrações, carpetes, tapetes e similares) não podem ter enrugamento e as felpas ou forros não podem prejudicar o deslocamento das pessoas*”. É uma regra difícil de ser especificada em projeto, quanto mais verificada automaticamente.

Entretanto, mesmo para os aspectos mais técnicos, definíveis em projeto, a descrição através de texto em prosa, em uma linguagem escrita por e para humanos, a automatização se mostra complexa. Mesmo a associação com figuras, que tem o intuito de facilitar a compreensão do usuário, requer uma estrutura lógica para verificação automática.

Há também dados subjetivos, divergentes ou faltantes. No intuito de trazer maior compreensão a estes casos que demandam interpretação de texto pelo usuário e, adicionalmente, elencá-los a fim de buscar seu aperfeiçoamento em revisões futuras da Norma, se apresentam os subtópicos seguintes.

É desejável que a elaboração de novas normas, ou revisões das existentes, seja considerado: evitar redundância; prevenção de ambiguidades e contradições entre regras; evitar omissões.

4.5.1 Redação e informação gráfica

Um exemplo de como a redação da norma, aliada à representação esquemática por figuras, pode limitar seu entendimento se dá no item 6.11.2.1. O texto diz “*para a utilização das portas em sequência, é necessário um espaço de transposição com um*

círculo de 1,50 m de diâmetro, somado às dimensões da largura das portas (y), exemplificado na Figura 80, além dos 0,60 m ao lado da maçaneta de cada porta, para permitir a aproximação de uma pessoa em cadeira de rodas.” A Figura 80 a que o trecho se refere aparece na Figura 41 a seguir.

Figura 41 – Figura 80 da NBR 9050

Dimensões em metros

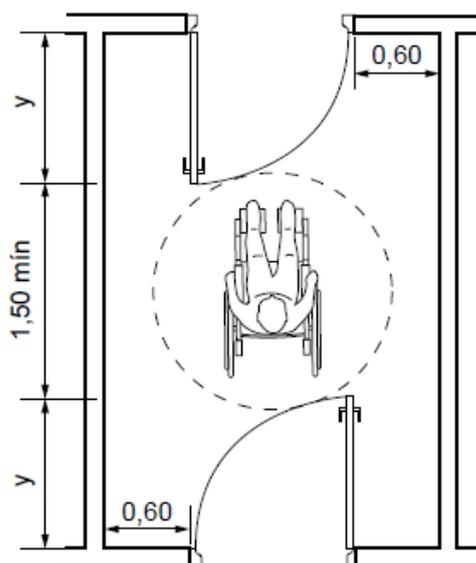


Figura 80 – Espaço para transposição de portas

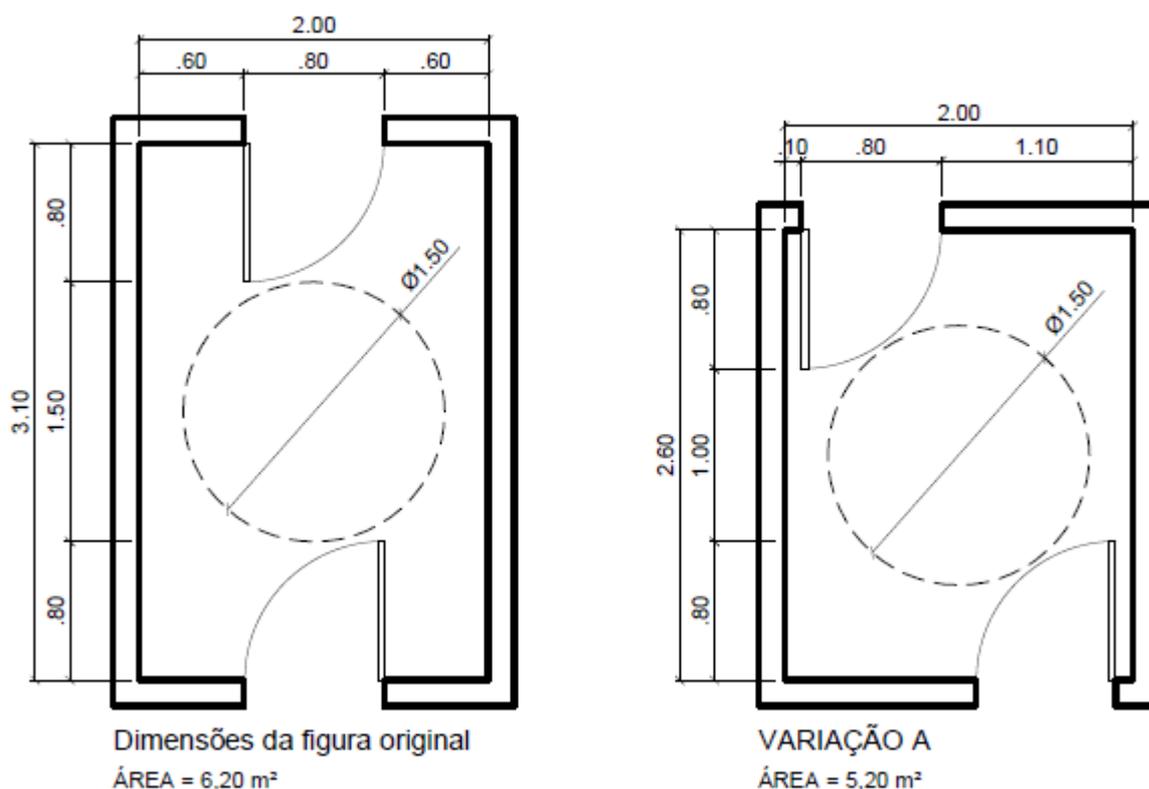
Fonte: ABNT (2015)

Esta ilustração simula uma espécie de antecâmara, cujo comprimento deve ser no mínimo o resultado de $(2y + 1,50 \text{ m})$, sendo y a largura de cada folha de porta. Do texto original se pode deduzir que a intenção do autor foi garantir a rotação de 360° para uma pessoa em cadeira de rodas (PCR), mesmo com as duas portas sendo abertas ou fechadas simultaneamente. Segundo a ilustração, entretanto, o comprimento da antecâmara deverá ser no mínimo de 3,10 m ($2 \times 0,80 \text{ m} + 1,50 \text{ m}$), adotando a largura de cada folha de porta como 0,80 m. Assim temos a área da antecâmara igual a $6,20 \text{ m}^2$.

Ao inserir uma ilustração como a Figura 80, mesmo a título exemplificativo, a Norma dá margem para a seguinte interpretação: se o diâmetro de 1,50 m está sobreposto ao comprimento da folha da porta (não ao arco de varredura), podemos reduzir o

comprimento da antecâmara em alguns centímetros, caso as portas sejam deslocadas lateralmente em relação ao eixo de circulação. A da Figura 42 mostra a Variação “A” para a antecâmara, elaborada para este trabalho, reduzindo seu comprimento para 2,60 m, preservando a largura original, resultando em uma área de 5,20 m². Ainda assim a área de varredura da porta e o diâmetro exigido não se interferem.

Figura 42 – Antecâmara original e variação A



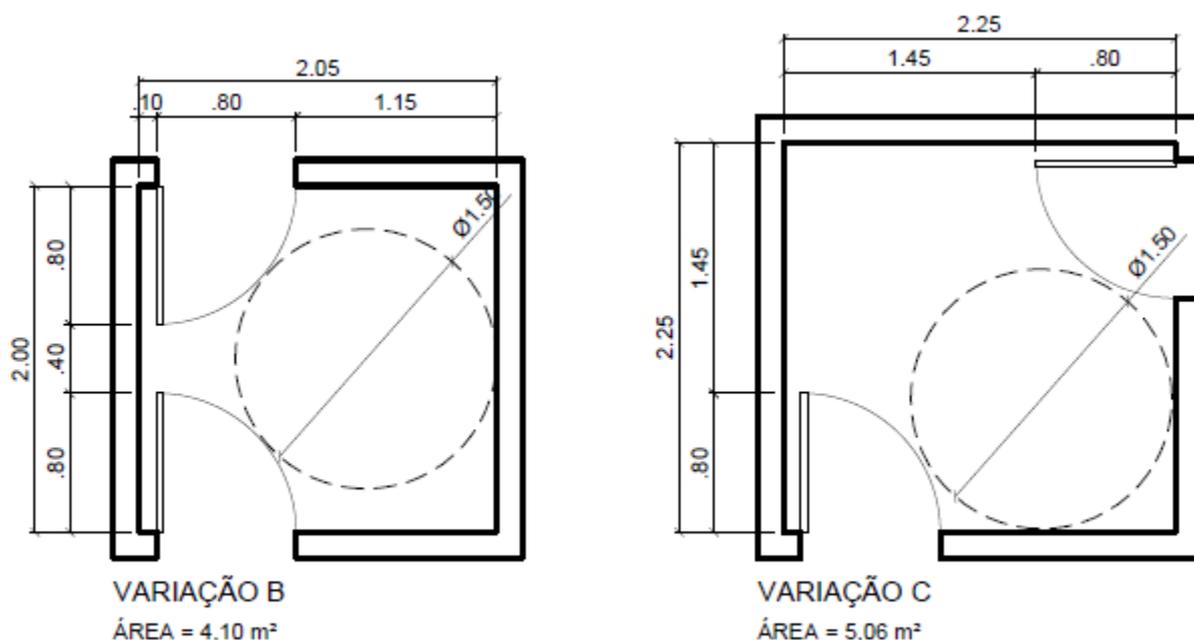
Fonte: Autor (2020)

Pergunta-se: esta variação, com comprimento reduzido, não proporcionaria a acessibilidade pretendida? Entende-se que sim. Não se discutem aqui as vantagens e desvantagens de uma antecâmara menor, mas sim a possibilidade de interpretação da Norma a partir do texto associado a ilustrações.

Em um outro caso hipotético, se o arquiteto tiver condições de ampliar a largura da antecâmara em apenas 5 centímetros, mantendo as duas portas alinhadas, com aberturas espelhadas, seu comprimento pode ser ainda menor (Variação “B” também elaborada para este trabalho na Figura 43 à esquerda), resultando em área de 4,10 m².

E ainda, se pensarmos em uma antecâmara com portas em sequência, mas para circulação em “L”, teríamos a situação ilustrada na Variação “C” da Figura 43 à direita, na qual as dimensões da antecâmara são 2,25 m por 2,25 m.

Figura 43 – Variações B e C da antecâmara



Fonte: Autor (2020)

Cabe observar que em todos os casos está garantida a condição estabelecida pelo item 6.11.2.2, em relação ao espaço livre de 0,60 m contíguo à maçaneta, e que a Norma não especifica o espaço mínimo no lado da dobradiça.

Haverá ainda outras variações sem que se deixe de atender o que foi **interpretado** a partir do texto original – garantir o diâmetro de rotação 360° à P.C.R. livre da área de varredura das portas – sem obrigatoriamente se recorrer à equação “*um círculo de 1,50 m de diâmetro, somado às dimensões da largura das portas (y)*”, nem mesmo ao exemplificado na Figura 80 da NBR.

Dentro da metodologia desta pesquisa, este item (6.11.2.1) foi classificado como T2, e sua transformação pode ser escrita como: “em espaços com portas em sequência, deve ser garantido um espaço mínimo equivalente a um círculo de 1,50 m de diâmetro, livre de quaisquer obstáculos, inclusive da área de varredura das portas

simultaneamente.” As últimas sentenças do item “(...) além dos 0,60 m ao lado da maçaneta de cada porta, para permitir a aproximação de uma pessoa em cadeira de rodas” se mostram redundantes, pois o item seguinte (6.11.2.2) define os requisitos para este espaço, apesar de redação dúbia, esclarecida somente através de ilustração.

Tais requisitos são assim descritos em 6.11.2.2: “No deslocamento frontal, quando as portas abrirem no sentido do deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,30 m entre a parede e a porta, e quando abrirem no sentido oposto ao deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,60 m, contíguo à maçaneta, conforme a Figura 81 (...)”⁶. A Figura 81 da Norma é apresentada a seguir (Figura 44). Nota-se que o texto não informa as dimensões mínimas para a profundidade deste deslocamento (1,20 m no sentido de “empurrar” a porta e 1,50m no sentido de “puxar” a porta), somente a figura o faz.

Figura 44 – Figura 81 da NBR 9050

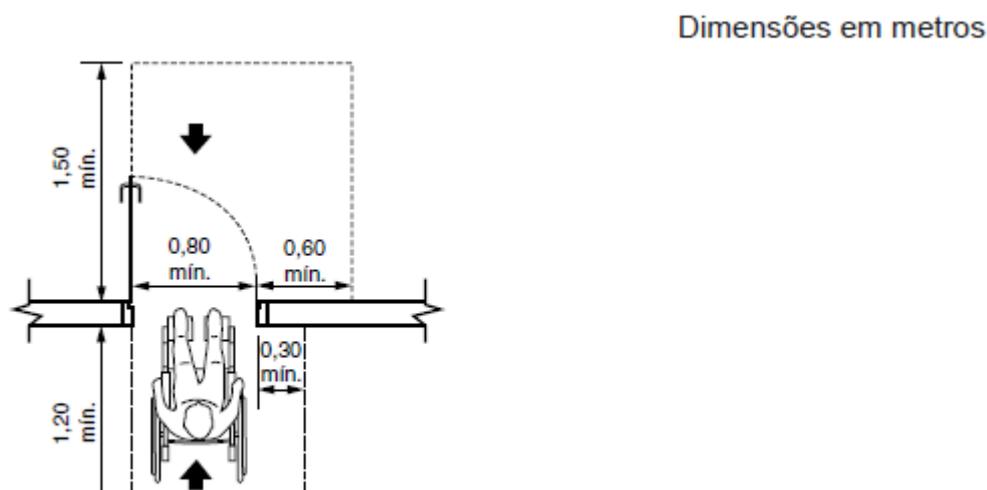


Figura 81 – Deslocamento frontal

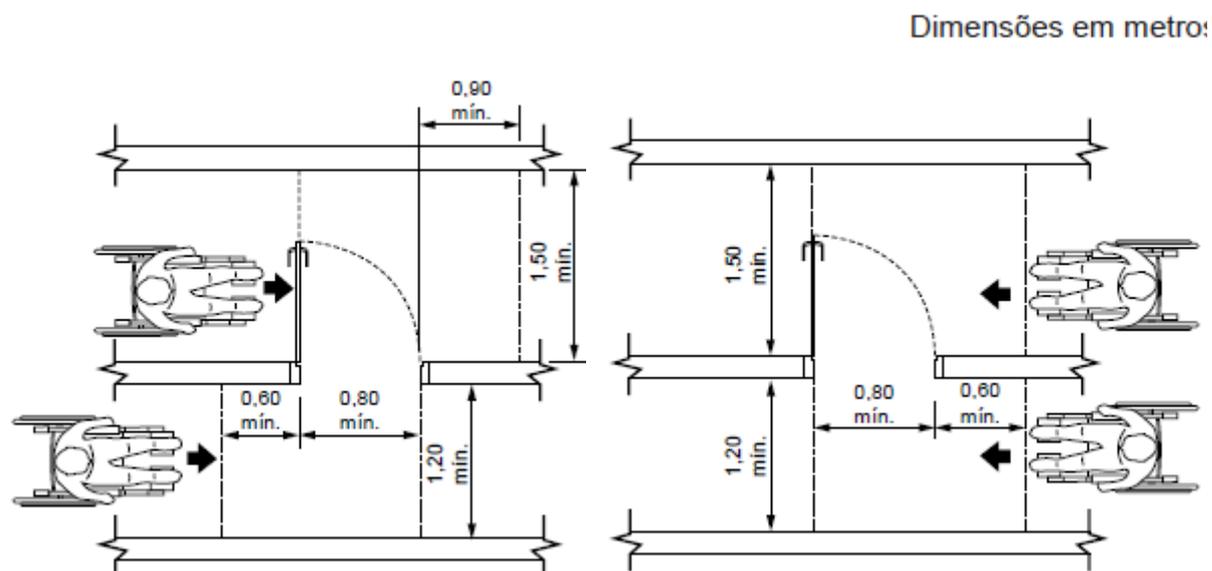
Fonte: ABNT (2015)

Outro exemplo de redação incompleta, ou incompatível com sua ilustração, se dá no item 6.11.2.3: “No deslocamento lateral, deve ser garantido 0,60 m de espaço livre de cada um dos lados, conforme Figura 82 (...)”.

⁶ O trecho suprimido pelas reticências trata de exceções à regra, nas quais se aplicam soluções de automação, por isso foi aqui omitido.

Vejamos a Figura 82 a que a norma se refere (Figura 45):

Figura 45 – Adaptado da Figura 82 da NBR 9050



Fonte: adaptado de ABNT (2015)

Ela ilustra a situação descrita no item 6.11.2.3, mas apenas de um lado da circulação. No outro lado, o de abertura da porta, não há menção aos seus requisitos. Há simplesmente a indicação na figura com cotas. Seja por esquecimento dos autores, ou propositalmente constante apenas na imagem, o fato é que a ausência destes requisitos no texto escrito dá margem a erros de projeto, a enganos de verificação pelo analista, além de, consequência ainda mais grave, ao não cumprimento dos objetivos da Norma.

4.5.2 Subjetividade

A palavra “segura” e variáveis como “com segurança” e “evitar insegurança”, aparecem 55 (cinquenta e cinco) vezes no texto da Norma, mas não há uma definição objetiva do seu significado dentro do contexto acessibilidade, que possa ser transformada em um argumento lógico testável. Por isso, as sentenças em que elas aparecem foram classificadas como T3. O mesmo acontece com o termo “autonomia” e suas variáveis, com 17 (dezessete) ocorrências.

Termos subjetivos como “qualquer natureza”, “tratamento especial” ou “quando inevitáveis”, (por exemplo no item 6.3.4.1: *Desníveis de qualquer natureza devem ser evitados em rotas acessíveis. Eventuais desníveis no piso de até 5 mm dispensam tratamento especial. Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm devem possuir inclinação máxima de 1:2 (50 %), conforme Figura 68. Desníveis superiores a 20 mm, quando inevitáveis, devem ser considerados como degraus, conforme 6.7.) foram analisados conforme o contexto do item, e dispensada uma transferência para análise manual quando possível.*

4.5.3 Divergências

Uma situação divergente entre dados legais e normativos aparece na definição dos usos de uma edificação. Na Seção 3 “*Termos, definições e abreviaturas*”, a NBR 9050 classifica os diversos usos em **comum, público e restrito**:

3.1.36 uso comum: espaços, salas ou elementos, externos ou internos, disponíveis para o uso de um grupo específico de pessoas (por exemplo, salas em edifício de escritórios, ocupadas geralmente por funcionários, colaboradores e eventuais visitantes);

3.1.37 uso público: espaços, salas ou elementos externos ou internos, disponíveis para o público em geral. O uso público pode ocorrer em edificações ou equipamentos de propriedade pública ou privada;

3.1.38 uso restrito: espaços, salas ou elementos internos ou externos, disponíveis estritamente para pessoas autorizadas (por exemplo, casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico e outros com funções similares). (ABNT, 2015)

Porém, na definição de *acessibilidade* aparece a expressão “de uso público ou privado de uso coletivo”:

3.1.1 acessibilidade: possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, **de uso público ou privado de uso coletivo**, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida. (ABNT, 2015)

O termo “privado de uso coletivo” causa confusão e não consta nos termos e definições da Norma.

Já o Código de Obras de São Paulo (Lei 16.642/2017), na seção V que trata de acessibilidade, utiliza classificação diversa:

Art. 40. Devem ser adaptadas às condições de acessibilidade as edificações existentes destinadas ao uso:

I - público, entendida como aquela administrada por órgão ou entidade da Administração Pública Direta e Indireta ou por empresa prestadora de serviço público e destinada ao público em geral;

II - coletivo, entendida como aquela destinada à atividade não residencial;

III - privado, entendida como aquela destinada à habitação classificada como multifamiliar. (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2017b)

Uma leitura atenta de ambos documentos revela que a Norma de Acessibilidade se refere ao uso dos espaços da edificação, e o Código de Obras à própria edificação. Porém, a interpretação de alguns trechos da Norma se torna complexa, se não ambígua:

6.1.1.1 As áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo devem ser servidas de uma ou mais rotas acessíveis. As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais necessitam ser acessíveis em suas áreas de uso comum. As unidades autônomas acessíveis devem estar conectadas às rotas acessíveis. Áreas de uso restrito, conforme definido em 3.1.38, como casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico e outros com funções similares, não necessitam atender às condições de acessibilidade desta Norma.

A primeira sentença do parágrafo acima, extraído da Norma, quando diz “uso público ou coletivo”, está se referindo a *áreas* ou a *edificação*? Considere o edifício de um fórum de qualquer esfera judicial: a edificação é de uso público, mas contém áreas de uso restrito, além daquelas já citadas como exceção no próprio parágrafo. Segundo o item 6.1.1.1 acima, todas as áreas devem ser servidas de rota acessível (por fazerem parte de uma edificação de uso público) **ou** apenas as áreas de uso público devem ser servidas por esta rota?

Tomando então a interpretação mais “fácil” e “imediate” – a de que *uso* se refere a *edificação* e não a *áreas* – há uma contradição no próprio parágrafo, onde ele menciona que *áreas de uso restrito* não necessitam atender às condições da Norma.

4.5.4 Dados ausentes

Uma informação ausente, ou mal exprimida é referente à largura de rampas. O item 6.6.2.5 informa que “*a largura das rampas “L” deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas*”. O texto segue informando a largura mínima admissível (1,20m) e a recomendada (1,50m). Mas não há qualquer outra menção quanto ao valor de “L” em função do fluxo de pessoas em todo o item 6.6, que trata de rampas.

Prosseguindo a leitura do texto, o item 6.8 “Escadas” estabelece que “*a largura das escadas deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas, conforme a ABNT NBR 9077*”, também informando que a largura mínima em rotas acessíveis deve ser de 1,20m. A referida Norma (NBR 9077) trata de Saídas de emergência em edifícios. Não é, portanto, o parâmetro a se adotar para o valor de “L” das rampas, a não ser que estas estivessem em rota de fuga, o que nem sempre ocorre.

Avançando no texto da NBR 9050 encontramos o item 6.11 “Circulação interna” e seu subitem 6.11.1 “Corredores”. Neste aparece a expressão “*os corredores devem ser dimensionados de acordo com o fluxo de pessoas (...) conforme 6.12.6*”. Note que o item 6.12.6 é um subitem de 6.12 “Circulação externa”. Ainda assim o 6.11.1 determina valores da largura em função do comprimento do corredor. Conclui-se que não é aplicável ao “L” das rampas.

Prosseguimos então ao item 6.12.6 para finalmente encontrarmos a fórmula de “L” em função do fluxo de pessoas para “faixa livre”. Apesar de incluir valores de impedância como vitrines, comércio e mobiliário urbano, aplicáveis apenas à circulação externa, é possível chegar a um valor de “L” em função do fluxo estimado ou medido de pessoas, aplicável, por dedução, às rampas.

Uma busca pela palavra “fluxo” na NBR 9050 resulta em 18 ocorrências, mas nenhuma estabelece o valor de “L” para rampas. A busca por “largura” encontra 105 resultados – igualmente nenhum fornece a largura específica para rampas.

5. RESULTADOS DA PESQUISA

Este capítulo do trabalho resume os dados quantitativos obtidos e acrescenta uma análise qualitativa do processo.

5.1 Resultados da metodologia Tx3

Excluindo títulos, subtítulos e itens fora do escopo, os dados da Seção 6 da NBR 9050 resultaram em duzentas e trinta e duas informações, distribuídas conforme a Tabela 8:

Tabela 8 – Informações extraídas do texto normativo (metodologia Tx3)

Identificação	Quantidade de ocorrências	Proporção
T1 (Transcrever)	22	9,5%
T2 (Transformar)	153	65,9%
T3 (Transferir)	36	15,5%
Redundantes	6	2,6%
Definições	15	6,5%
TOTAL	232	100,0%

Fonte: Autor (2020)

Chama atenção negativamente o fato de que menos de 10% do conteúdo analisado contém métricas claras (T1), permitindo a conversão para linguagem computacional apenas utilizando os operadores RASE. Cabe destacar que itens da norma que poderiam ser classificados como T1, dada a presença de métricas claras, porém escritos em mais de uma sentença (frase) foram classificados neste trabalho como T2 (transformar), pois segundo Hjelseth e Nisbet (2011) “a intenção do uso explícito da transformação do texto de origem é ampliar o número de regras que podem ser extraídas do texto original” (grifo nosso).

O fato positivo é que mais de 3/4 do conteúdo (soma de T1 e T2, ou cento e setenta e cinco itens) pode ser submetido à marcação RASE para conversão em afirmações lógicas testáveis, como abordado no tópico seguinte.

Outro dado importante para a pesquisa é o “total de exigências”. Excluindo definições e frases redundantes, é a soma de T1, T2 e T3, igual a duzentos e onze. Este valor exprime a quantidade de exigências identificadas nesta parte da Norma, independentemente de sua compreensão. Servirá de comparação com os resultados buscados.

O Apêndice A apresenta a planilha de conversão da NBR 9050:2015, Seção 6, pela metodologia Tx3.

5.2 Resultados da metodologia RASE

As cento e setenta e cinco informações resultantes da Tx3 (soma de T1 e T2) foram analisadas individualmente. Em cada sentença os operadores lógicos foram identificados e marcados por cores. O resultado da RASE é a base para a configuração das regras, portanto seu valor é qualitativo.

O Apêndice B apresenta as planilhas de conversão dos termos da NBR 9050, Seção 6, através da metodologia RASE, obtidos anteriormente pela metodologia Tx3.

A aplicação da metodologia RASE exigiu, em pequena parte dos casos, uma reclassificação Tx3. Naturalmente haverá, portanto, pequenas divergências entre as planilhas Tx3 e RASE. Nestes casos, prevalece a classificação informada na RASE.

5.3 Resultados da verificação automática pelo Solibri

A pesquisa demonstrou que cento e oito afirmações puderam ser configuradas para verificação no Solibri, o que representa 46,6% do total de informações da Seção 6 da NBR 9050. Em relação às afirmações submetidas à RASE (T1 e T2), ou seja, excluindo aquelas que dependem necessariamente de avaliação humana (T3) e aquelas irrelevantes à automatização, as cento e oito afirmações representam 61,7% das informações da Seção 6 da norma.

Ressalta-se que dentro deste universo de cento e oito afirmações configuradas no Solibri, quarenta e duas necessitam de aperfeiçoamento para uma automatização confiável. Por exemplo, houve afirmações que foram classificadas como SIM

(possíveis de configuração), dada a presença de requisitos claros da norma e de parâmetros adequados no Solibri, entretanto esta pesquisa não obteve êxito na sua execução. Estes casos foram marcados em células da cor bege na planilha do Apêndice A.

As afirmações que não puderam ser configuradas no Solibri somam sessenta e sete, o que equivale a 28,9% do total de informações da Seção 6 da NBR 9050, ou 38,3% das afirmações submetidas à RASE. Foram classificadas como NÃO aquelas que: não havia regra apta a verificar determinada afirmação; ou a pesquisa não permitiu assegurar que a regra é verificável. Estes casos também estão apontados na planilha do Apêndice A.

5.4 Resumo dos resultados da pesquisa

Dentre as 232 (duzentas e trinta e duas) informações presentes na Seção 6 da ABNT NBR 9050:2015, a pesquisa apontou que:

- 175 (cento e setenta e cinco), ou 75,4%, continham afirmações aptas à conversão pela RASE em argumentos lógicos testáveis (T1+T2);
- 36 (trinta e seis), ou 15,5%, são exigências que demandam a análise humana por um especialista (T3);
- 21 (vinte e uma), ou 9,1%, representam dados dispensáveis para a verificação automática (redundantes ou definições).

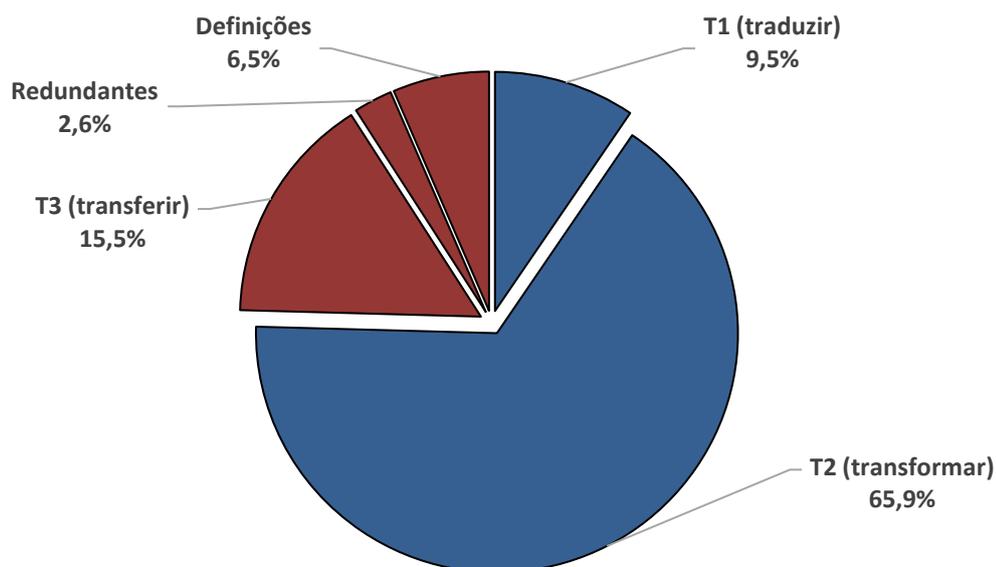
A Figura 46 representa estes dados graficamente.

Das 175 (cento e setenta e cinco) informações convertidas pela RASE em afirmações lógicas testáveis:

- 108 (cento e oito), ou 61,7%, demonstraram ser passíveis de configuração no Solibri;
- 67 (sessenta e sete), ou 38,3%, não puderam ser configuradas;

Em relação ao total de informações presentes na Seção 6 da NBR 9050, estes valores representam 46,6% e 28,9% respectivamente.

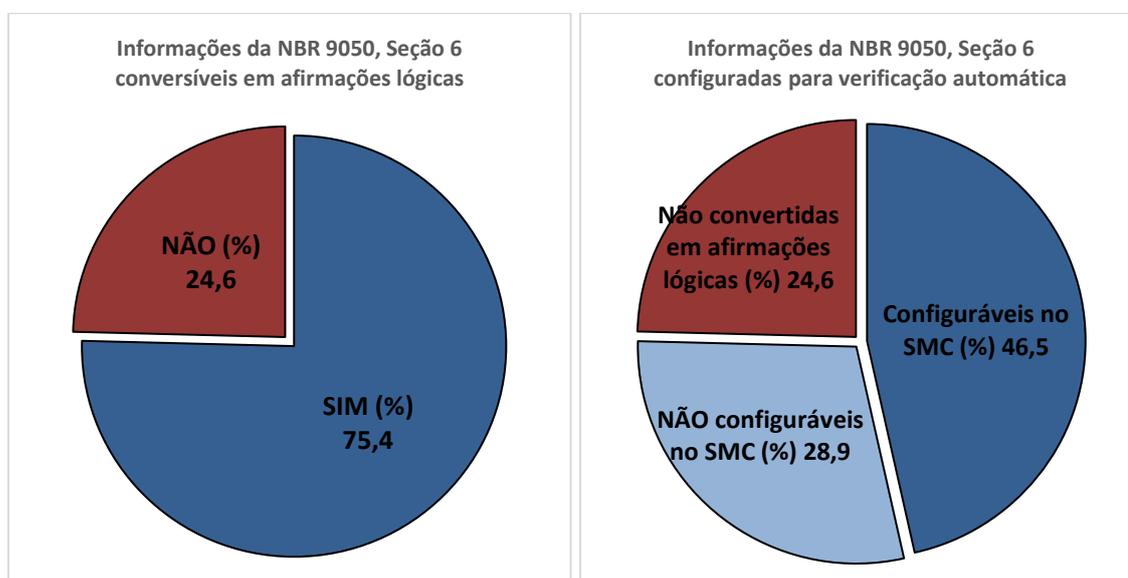
Figura 46 – Distribuição das informações da NBR 9050, Seção 6, conforme Tx3



Fonte: Autor (2020)

A Figura 47 mostra a distribuição destes dados e como foram preenchidas as lacunas levantadas na Figura 1 deste trabalho. No gráfico da esquerda, SIM representa a soma de T1+T2, e NÃO representa a soma de T3+redundantes+definições, obtidos pela metodologia Tx3. O gráfico da direita mostra o quanto destas informações foi possível ser configurado para verificação automática no *Solibri Office*.

Figura 47 – Resultados da pesquisa



Fonte: Autor (2020)

6. CONCLUSÃO

Esta pesquisa reforçou as vantagens esperadas da verificação automática de regras: padronização da verificação (reduzindo a divergência entre analistas), confiabilidade nos resultados (desde que processo inteiro seja acreditado) e redução do tempo de análise (o que implicará em redução de custo dentro do ciclo de vida do projeto).

Entretanto, o processo que garante estes benefícios envolve profundas modificações necessárias na forma de escrita das normas e nos planos de execução BIM.

A aplicação das metodologias Tx3 e RASE à Seção 6 da NBR 9050 revelou deficiências presentes na forma como são escritos os textos normativos. Normas baseadas em desempenho possuem exigências intencionalmente variáveis, com métricas flexíveis, o que confere desejável liberdade ao projetista. Entretanto, mesmo para os requisitos mais rígidos, característicos das normas prescritivas, a descrição em prosa, escrita em linguagem para leitura por humanos, a automatização se mostra complexa. Inclusive a associação do texto com figuras, que tem o intuito de facilitar a compreensão do leitor da norma, requer a conversão para uma estrutura lógica bem definida para aplicação da verificação automática.

Ao propor representações digitais ideais para códigos de construção, Macit İlal & Günaydin (2017) propõem cinco requisitos, que esta pesquisa conclui serem recomendáveis na elaboração e revisão de normas: **Independência** – mantendo a representação dos códigos de construção independente do sistema de verificação de conformidade e do sistema de modelagem do projeto; **Concisão** – evitando redundância na representação dos códigos de construção; **Consistência** – prevenção de ambiguidades e contradições entre regras; **Abrangência** – representando todos os vários tipos de informações nos códigos de construção (ou seja, conceitos, requisitos, condições de aplicabilidade etc.); **Manutenção** – permite a criação e adição de novas regras e modificação das existentes.

O sistema de classificação utilizado nos modelos é parte fundamental do processo. Ele irá compor a linguagem utilizada no fluxo de comunicação Norma → Modelo, e necessariamente no caminho inverso, quando das revisões das normas. Esta pesquisa iniciou a modelagem baseada no sistema da *OmniClass*, porém ele não se

fez indispensável ao longo do processo. A maior parte das verificações pôde ser realizada a partir do sistema de classificação básico presente no Solibri, mais simples se se utilizar para um caso isolado. Recomenda-se, porém, a adoção do sistema de classificação proposto pela ABNT NBR 15965, visando a aplicação ampla da automatização.

O formato de arquivo que garantiu esta comunicação entre o modelo (elaborado no ArchiCAD 22) e a plataforma de verificação (*Solibri Office*) foi o IFC 2x3. Apesar deste autor ter tomado conhecimento, durante a pesquisa, de novas pesquisas sobre interoperabilidade, este formato se mostrou plenamente satisfatório para a finalidade deste trabalho.

A confiabilidade na verificação automática depende plenamente da conformidade do processo completo. Isto envolve a metodologia de conversão das normas, a integridade do modelo, a conformidade com os sistemas de classificação, a qualidade na configuração das regras, e o rigor na análise dos resultados (o que eventualmente irá requerer novas ações do usuário).

Reforça-se aqui o conceito de integridade do modelo BIM, e sugere-se uma ampliação do seu entendimento. O processo será íntegro não somente se o protótipo estiver corretamente modelado, mas também que se garantam as informações ali prestadas. Por exemplo: a regra de verificação do nível de iluminância de um ambiente buscará se a informação deste valor (em lux) no modelo preenche certo requisito (valor mínimo da norma). Para que a regra “passe” na verificação basta que o modelador informe esta propriedade naquele espaço. Porém, não está garantido que o projeto irá contemplar a iluminação requerida para aquele nível. Esta verificação deve ser confirmada por software específico de cálculo luminotécnico. Obviamente o atendimento real à recomendação da norma dependerá deste controle dos coordenadores do projeto e da execução em assegurar as propriedades informadas. Caso contrário, a verificação seria apenas pro forma. O trabalho revelou também deficiências na modelagem realizada.

Por fim, o que agregará bastante eficiência ao processo de elaboração do projeto, é o fluxo bidirecional dos sistemas de *Code Checking*. Neste trabalho, as metodologias e ferramentas utilizadas possibilitaram o fluxo unidirecional, no qual o resultado da verificação deve ser analisado pelo projetista, que por sua vez deverá realimentar o

modelo com as correções necessárias, mesmo que esta informação chegue através de um arquivo BCF (*BIM Collaboration Format*). Uma forma bidirecional seria possível através de uma aplicação dentro do software de modelagem (permitindo a correção de incompatibilidades durante o processo de checagem), ou mesmo através da possibilidade de exportar o modelo verificado em IFC com as informações da verificação incluídas no modelo.

6.1 Contribuições do trabalho

Espera-se que este trabalho tenha ressaltado a importância do processo de conversão de textos normativos para um formato legível por computador. Esta abordagem é necessária para fortalecer metodologias iniciadas e testadas pelos pesquisadores citados nesta obra.

Desta forma, aguarda-se que ferramentas de escrita de normas sejam criadas ou aperfeiçoadas, visando a uniformidade do seu conteúdo com a linguagem computacional. E ainda, que seja operável não somente por especialistas em programação, pois a aproximação do legislador com o projetista tende a beneficiar todos os envolvidos na indústria de AEC.

Neste sentido, prevê-se que avanços sejam feitos em editores de textos, sistemas de classificação, desenvolvimento de novos softwares ou aplicações de verificação dentro dos softwares de modelagem.

6.2 Trabalhos futuros

As lacunas existentes no processo de verificação automática de regras em modelos BIM, observadas neste trabalho, indicam a necessidade de novas pesquisas nos seguintes campos: escrita e conversão de textos normativos na forma de afirmações lógicas, personalização de conjuntos de regras para uso mais amplo na plataforma de verificação, e elaboração de rotina de modelagem contendo os requisitos mínimos que um modelo BIM deve conter para se colocar apto à verificação automática.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 9050:2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 162. 2015.
- AEC3 LTD. Test Drive On-line Code Compliance Checking. **AEC3**, 2007. Disponível em: <http://aec3.homepage.t-online.de/en/5/5_010_XABIO.htm>. Acesso em: 04 jul. 2020.
- ANDRADE E SILVA, F. P. D. **Verificação automática dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma BIM Solibri Model Checker**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 161. 2017.
- BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling**, Brasília, DF, 22 agosto 2019.
- BRASIL. 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 BIM**, 2 abril 2020.
- DIMYADI, J.; AMOR, R. Automated Building Code Compliance Checking – Where is it at. **Proceedings of the 19th CIB World Building Congress**, Brisbane, 2013. Acesso em: 02 Março 2020.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. 181 p.
- EASTMAN, C. et al. Automatic rule-based checking of building designs. **Automation in Construction**, Georgia, 30 July 2009. 1011-1033.
- FENVES, S. J. Tabular Decision Logic for Structural Design. **Journal of the Structural Division**, 92, 1966. 473-490.

FERREIRA, L. Moradia acessível. **Secovi SP - O Sindicato da habitação**, 2020. Disponível em: <<http://www.secovi.com.br/noticias/moradia-acessivel/14563>>. Acesso em: 24 janeiro 2020.

GETULI, V. et al. BIM-based code checking for construction health and safety. **Creative Construction Conference 2017**, Primosten, Croatia, 19-22 June 2017.

HAN, C. S.; KUNZ, J. C.; LAW, K. H. Client/Server Framework for On-Line Building Code Checking. **Journal of Computing in Civil Engineering**, 12, 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0887-3801\(1998\)12:4\(181\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-3801(1998)12:4(181))>.

HJELSETH, E. Converting performance based regulations into computable rules in BIM based model checking software. In: _____ **eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction**. [S.l.]: [s.n.], 2012. p. 461-469.

HJELSETH, E. **Foundations for BIM-based model checking systems**. Tese de Doutorado - Department of Mathematical Sciences and Technology - Norwegian University of Life Sciences. [S.l.], p. 198. 2015.

HJELSETH, E.; NISBET, N. Overview of concepts for model checking. **Proceedings of the CIB W78 2010**, Cairo, Egypt, 16-18 November 2010.

HJELSETH, E.; NISBET, N. Capturing Normative Constraints by Use of the Semantic Mark-up RASE Methodology. **Proceedings of the CIB W78-W102 2011: International Conference**, Sophia Antipolis, France, 26-28 October 2011. 1-10.

ISMAIL, A. S.; KHERUN, N. A.; NOORMINSHAH, A. I. A Review on BIM-Based Automated Code Compliance Checking System. **International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS)**, 2017. 1-6. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8002486/authors>>.

MACIT İLAL, S.; GÜNAYDIN, H. M. Computer representation of building codes for automated compliance checking. **Automation in Construction**, 82, 2017. 43-58. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.018>>.

MAINARDI NETO, A. I. D. B. **Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 124. 2016.

MAINARDI NETO, A. I. D. B.; SANTOS, E. T. Verificação de regras em modelos BIM - Um estudo de caso sobre projeto de arquitetura de estações metroviárias. **Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, Recife, 4 a 6 Novembro 2015.

MALSANE, S. et al. Development of an object model for automated compliance checking. **Automation in Construction**, 2014. 51-58. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.10.004>>.

MANZIONE, L. **Desenvolvimento de um sistema semântico interoperável com base em BIM para a verificação automática de conformidade com o “Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo”**. Projeto de pesquisa (Pós-doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2019.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, C. E. E. S. ESTRATÉGIA NACIONAL DE DISSEMINAÇÃO DO BIM - ESTRATÉGIA BIM BR. **Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços**, 25 maio 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>. Acesso em: 25 setembro 2018.

NAWARI, N. O. Automating Codes Conformance in Structural Domain. **Computing in Civil Engineering**, Miami, 2012. 569-577. Disponível em: <[https://doi.org/10.1061/41182\(416\)70](https://doi.org/10.1061/41182(416)70)>.

NISBET, N.; WIX, J.; CONOVER, D. The Future of virtual construction and regulation checking. In: BRANDON, P.; TUBA, K. **Virtual Futures for Design, Construction and Procurement**. [S.l.]: Blackwell Publishing Ltd, 2008. Cap. 17, p. 241-250.

PAUWELS, P. et al. A semantic rule checking environment for building performance checking. **Automation in Construction**, 20, 2010. 506-518. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.11.017>>.

PEREIRA, A. P. O que é XML? **tecmundo**, 2009. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/programacao/1762-o-que-e-xml-.htm>>. Acesso em: 06 abr. 2020.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Entenda o Código. **Gestão Urbana SP**, 2017a. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/codigo-de-obras-e-edificacoes/entenda-o-codigo/>>. Acesso em: 19 Março 2020.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Lei Nº 16.642, de 9 de maio de 2017. **Código de Obras e Edificações**, São Paulo, 2017b.

PREIDEL, C.; BORRMANN, A. Automated Code Compliance Checking Based on a Visual Language and Building Information Modeling. **ISARC - Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction**, 32, 2015. Disponível em: <https://publications.cms.bgu.tum.de/2015_Preidel_ISARC.pdf>.

RODRIGUES, J. P. P. **Utilização de modelos BIM para verificação automática de projetos: Plano de Acessibilidades**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto. 2015.

SANTOS, E. T. É tempo de abandonar velhas práticas e abraçar o BIM. **Realizar Engenharia**, Londrina, n. 5, p. 27, Novembro 2019. Disponível em: <http://thaengenharia.com.br/site/wp-content/uploads/2019/11/Revista_Realizar_2019_ed5_digital_Lucas_Mlara.pdf>. Acesso em: 01 março 2020.

SOLIHIN, W. **A simplified BIM data representation using a relational database schema for an efficient rule checking system and its associated rule checking language**. Tese (Doutorado) - Georgia Institute of Technology. Georgia. 2016.

SUCCAR, B. Episode 24 - Understanding Model Uses. **BIM ThinkSpace**, 2015. Disponível em: <<https://www.bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understanding-model-uses.html>>. Acesso em: 01 março 2020.

SYDORA, C.; STROULIA, E. Towards Rule-Based Model Checking of Building Information Models. **ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction**, Waterloo, 36, 2019. 1327-1333. Disponível em: <<https://search.proquest.com/docview/2268537612?accountid=14643>>.

WAARD, M. D. Computer Aided Conformance Checking. **CIB REPORT**, 1992. 177-189. Disponível em: <<http://itc.scix.net/pdfs/w78-1992-177.content.pdf>>.

Apêndice A – Planilha de conversão da ABNT NBR 9050, Seção 6, através da metodologia Tx3

Este apêndice apresenta a planilha de conversão dos termos originais da NBR 9050, Seção 6, através da metodologia Tx3 (Transcrever, Transformar, Transferir).

Notas:

1) Para a coluna “Tx3” foram adotados os seguintes critérios:

(1) TRANSCREVER: aplicar RASE diretamente;

(2) TRANSFORMAR: reescrever e aplicar RASE;

(3) TRANSFERIR: interpretar "manualmente";

(n/a) NÃO APLICÁVEL: para títulos por exemplo;

(redundante): quando o item se repete ou pode ser verificado por outro item;

(definição): quando se trata de definições, explicações ou justificativas, que não impliquem na verificação de regras.

2) A coluna “TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)” está escrita em cores conforme a metodologia recomenda. É necessária especial atenção do leitor, caso esteja consultando este trabalho em uma impressão PB (preto e branco).

3) A coluna “Solibri” indica quais as exigências da norma foram configuradas satisfatoriamente no *Solibri Office* ao final do trabalho. As células coloridas em bege representam "aperfeiçoar regra" para Sim (quando é necessário um aperfeiçoamento para que a regra seja amplamente aplicada) ou "dúvida" para Não (onde não foi possível afirmar que a regra é ou não configurável para aquele item).

4) A metodologia não foi aplicada aos itens 6.10 “Equipamentos eletromecânicos de circulação”, 6.12 “Circulação externa” e 6.13 “Passarelas de pedestres” da norma por não se aplicarem ao objeto desta pesquisa.

5) Algumas células da planilha foram interrompidas na quebra de página. Este autor optou por manter desta forma ao invés de reduzir o tamanho das fontes ou deixar grandes espaços em branco nos finais de folhas.

6) A quantificação dos itens transformados se encontra no Capítulo 5 deste trabalho.

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
	Acessos e circulação	título		
6	Nesta Seção são estabelecidos os critérios de acessibilidade nos acessos e circulação para todas as pessoas.	n/a		
6.1	Rota acessível	título		
6.1.1	Geral	título		
6.1.1.1	As áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo devem ser servidas de uma ou mais rotas acessíveis. As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais necessitam ser acessíveis em suas áreas de uso comum. As unidades autônomas acessíveis devem estar conectadas às rotas acessíveis. Áreas de uso restrito, conforme definido em 3.1.38, como casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico e outros com funções similares, não necessitam atender às condições de acessibilidade desta Norma.	2	As áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo devem ser servidas de uma ou mais rotas acessíveis.	S
		2	As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais necessitam ser acessíveis em suas áreas de uso comum.	S
		2	As unidades autônomas acessíveis devem estar conectadas às rotas acessíveis.	S
		2	Áreas de uso restrito, conforme definido em 3.1.38, como casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico e outros com funções similares, não necessitam atender às condições de acessibilidade desta Norma.	S
6.1.1.2	A rota acessível é um trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecta os ambientes externos e internos de espaços e edificações, e que pode ser utilizada de <u>forma autônoma e segura</u> por todas as pessoas. A rota acessível externa incorpora estacionamentos, calçadas, faixas de travessias de pedestres (elevadas ou não), rampas, escadas, passarelas e outros elementos da circulação. A rota acessível interna incorpora corredores, pisos, rampas, escadas, elevadores e outros elementos da circulação.	3	o que define "forma autônoma e segura"?	
6.1.1.3	A rota acessível pode coincidir com a rota de fuga.	3	tem influência com a verificação de regras?	
6.1.2	Iluminação	título		
	Toda rota acessível deve ser provida de iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux medidos a 1,00 m do chão. São aceitos níveis inferiores de iluminância para ambientes específicos, como cinemas, teatros ou outros, conforme normas técnicas específicas.	2	Toda rota acessível deve ser provida de iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux medidos a 1,00 m do chão.	S
		2	São aceitos níveis inferiores de iluminância para ambientes específicos, como cinemas, teatros ou outros, conforme normas técnicas específicas.	S
6.2	Acessos – Condições gerais	título		
6.2.1	Nas edificações e equipamentos urbanos, todas as entradas, bem como as rotas de interligação às funções do edifício, devem ser acessíveis.	1	Nas edificações e equipamentos urbanos, todas as entradas, bem como as rotas de interligação às funções do edifício, devem ser acessíveis.	S
6.2.2	Na adaptação de edificações e equipamentos urbanos existentes, todas as entradas devem ser acessíveis e, caso não seja possível, <u>desde que comprovado tecnicamente</u> , deve ser adaptado o maior número de acessos.	2	Na adaptação de edificações e equipamentos urbanos existentes, todas as entradas devem ser acessíveis e,	S
		3	A comprovação técnica deve ser verificada manualmente	
	2	Nestes casos a distância entre cada entrada acessível e as demais não pode ser superior a 50 m.	S	
	2	A entrada predial principal, ou a entrada de acesso do maior número de pessoas, tem a obrigatoriedade de atender a todas as condições de acessibilidade.	S	
	O acesso por entradas secundárias somente é aceito se esgotadas todas as possibilidades de adequação da entrada principal e se justificado tecnicamente.	3	A justificativa técnica deve ser feita manualmente	
6.2.3	Os acessos devem ser vinculados através de rota acessível à circulação principal e às circulações de emergência. Os acessos devem permanecer livres de quaisquer obstáculos de forma permanente.	2	Os acessos devem ser vinculados através de rota acessível à circulação principal e às circulações de emergência.	S
		2	Os acessos devem permanecer livres de quaisquer obstáculos de forma permanente.	S

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3		SMC
		classificação (1), (2) ou (3)	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
6.2.4	O percurso entre o estacionamento de veículos e os acessos deve compor uma rota acessível.	2	O percurso entre o estacionamento de veículos e os acessos deve compor uma rota acessível.	S
	Quando da <u>impraticabilidade</u> de se executar rota acessível entre o estacionamento e acessos, devem ser previstas, em outro local, vagas de estacionamento para pessoas com deficiência e para pessoas idosas, a uma distância máxima de 50 m até um acesso acessível.	3	A impraticabilidade deve ser verificada manualmente	
6.2.5	Quando existirem dispositivos de segurança e para controle de acesso, do tipo catracas, cancelas, portas ou outros, pelo menos um deles em cada conjunto deve ser acessível, garantindo ao usuário o acesso, manobra, circulação e aproximação para o manuseio do equipamento com <u>autonomia</u> .	3	"autonomia" absoluta ou pode depender da ação de um funcionário?	
6.2.6	A instalação do dispositivo acessível para controle de acesso deve prever manobra de cadeira de rodas, conforme o disposto em 4.3.2, 4.3.4 e 4.3.5, e os eventuais comandos acionáveis por usuários devem estar posicionados à altura indicada em 4.6.9.	2	A instalação do <u>dispositivo acessível para controle de acesso</u> deve prever manobra de cadeira de rodas, conforme o disposto em 4.3.2, 4.3.4 e 4.3.5,	N
		2	e os <u>eventuais comandos acionáveis por usuários</u> devem estar posicionados à altura indicada em 4.6.9.	N
6.2.7	Quando existir porta giratória, deve ser prevista, junto a esta, outra entrada que garanta condições de acessibilidade. Portas giratórias devem ser evitadas, mas quando forem instaladas, as dimensões entre as pás devem ser compatíveis com as medidas necessárias para o deslocamento de uma pessoa em cadeira de rodas e devem ainda ser dotadas de sistema de segurança para rebatimento das pás em caso de sinistro.	2	Portas giratórias devem ser evitadas.	N
		2	Quando for instalada, deve ser prevista, junto a esta, outra entrada que garanta condições de acessibilidade.	S
		2	Quando for instalada, as dimensões entre as pás devem ser compatíveis com as medidas de um M.R. e devem ainda ser dotadas de sistema de segurança para rebatimento das pás em caso de sinistro.	N
6.2.8	Deve ser prevista a sinalização informativa e direcional da localização das entradas e saídas acessíveis, de acordo com o estabelecido na Seção 5.	2	Em edificações e equipamentos urbanos deve ser prevista a sinalização informativa e direcional da localização das entradas e saídas acessíveis, de acordo com o estabelecido na Seção 5.	N
6.3	Circulação – Piso	título		
	A circulação pode ser horizontal e vertical.	n/a		
	A circulação vertical pode ser realizada por escadas, rampas ou equipamentos eletromecânicos e é considerada acessível quando atender no mínimo a duas formas de deslocamento vertical.	2	A circulação vertical acessível deve atender no mínimo duas formas de deslocamento: escadas, rampas ou equipamentos eletromecânicos.	S
6.3.1	Condições gerais	título		
	Os pisos devem atender às características de revestimento, inclinação e desnível, conforme descrito em 6.3.2 a 6.3.8.	redundante		
6.3.2	Revestimentos	título		
	Os materiais de revestimento e acabamento devem ter <u>superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante</u> , sob qualquer condição (seco ou molhado).	3	"firmeza" deve ser verificada após execução.	
	Deve-se evitar a utilização de padronagem na superfície do piso que possa causar <u>sensação de insegurança</u> (por exemplo, estampas que pelo contraste de desenho ou cor possam causar a <u>impressão de tridimensionalidade</u>).	3	como determinar a "sensação de insegurança" e a "impressão de tridimensionalidade"?	
6.3.3	Inclinação	título		
	A inclinação transversal da superfície deve ser de até 2 % para pisos internos e de até 3 % para pisos externos. A inclinação longitudinal da superfície deve ser inferior a 5 %. Inclinações iguais ou superiores a 5 % são consideradas rampas e, portanto, devem atender a 6.6.	2	A inclinação transversal de <u>pisos internos</u> não pode exceder 2%.	N
		2	A inclinação transversal de <u>pisos externos</u> não pode exceder 3%.	N
		2	<u>Pisos</u> (internos e externos) <u>devem ter inclinação longitudinal inferior a 5%</u> .	S
		2	<u>Inclinações iguais ou superiores a 5% são consideradas rampas</u> e, portanto, <u>devem atender a 6.6</u> .	S
6.3.4	Desníveis	título		
	Desníveis de <u>qualquer natureza</u> devem ser <u>evitados</u> em rotas acessíveis.	3	O termo "qualquer natureza" é subjetivo; A evitabilidade deve ser avaliada manualmente	
	Eventuais desniveis no piso de até 5 mm dispensam tratamento especial.	2	São <u>aceitos desniveis de até 5 mm</u>	S

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
6.3.4.1	Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm devem possuir inclinação máxima de 1:2 (50 %), conforme Figura 68.	2	Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm devem possuir inclinação máxima de 1:2 (50 %).	S
	Desníveis superiores a 20 mm, quando inevitáveis, devem ser considerados como degraus, conforme 6.7.	2	Desníveis superiores a 20 mm, devem ser considerados como degraus, conforme 6.7.	S
6.3.4.2	Em reformas, pode-se considerar o desnível máximo de 75 mm, tratado com inclinação máxima de 12,5 %, conforme Tabela 7, sem avançar nas áreas de circulação transversal, e protegido lateralmente com elemento construído ou vegetação.	1	Em reformas, pode-se considerar o desnível máximo de 75 mm, tratado com inclinação máxima de 12,5 %, conforme Tabela 7, sem avançar nas áreas de circulação transversal, e protegido lateralmente com elemento construído ou vegetação.	S
6.3.4.3	Nas áreas de circulação, quando o desnível for lateral, observar o descrito em 4.3.7.	1	Nas áreas de circulação, quando o desnível for lateral, observar o descrito em 4.3.7.	S
6.3.4.4	As soleiras das portas ou vãos de passagem que apresentem desníveis de até no máximo um degrau devem ter parte de sua extensão substituída por rampa com largura mínima de 0,90 m e com inclinação em função do desnível apresentado e atendendo aos parâmetros estabelecidos nas Tabelas 6 ou 7. Parte do desnível deve ser vencido com rampa, e o restante da extensão pode permanecer como degrau, desde que associado, no mínimo em um dos lados, a uma barra de apoio horizontal ou vertical, com comprimento mínimo de 0,30 m e com seu eixo posicionado a 0,75 m de altura do piso, sem avançar sobre a área de circulação pública.	2	As soleiras das portas ou vãos de passagem que apresentem desníveis de até no máximo um degrau devem ter parte de sua extensão substituída por rampa com largura mínima de 0,90 m e com inclinação em função do desnível apresentado e atendendo aos parâmetros estabelecidos nos itens 6.6.2.1 ou 6.6.2.7.	S
		2	Parte do desnível deve ser vencida com rampa, e o restante da extensão [degrau] pode permanecer como degrau, desde que associado, no mínimo em um dos lados, a uma barra de apoio horizontal ou vertical, com comprimento mínimo de 0,30 m e com seu eixo posicionado a 0,75 m de altura do piso, sem avançar sobre a área de circulação pública.	S
6.3.5	Grelhas e juntas de dilatação	título		
	Em rotas acessíveis, as grelhas e juntas de dilatação devem estar fora do fluxo principal de circulação. Quando não possível tecnicamente, os vãos devem ter dimensão máxima de 15 mm, devem ser instalados perpendicularmente ao fluxo principal ou ter vãos de formato quadriculado/circular, quando houver fluxos em mais de um sentido de circulação.	2	Em rotas acessíveis, as grelhas e juntas de dilatação devem estar fora do fluxo principal de circulação.	S
		2	Quando não possível tecnicamente, os vãos devem ter dimensão máxima de 15 mm, devem ser instalados perpendicularmente ao fluxo principal	N
		2	ou ter vãos de formato quadriculado/circular, quando houver fluxos em mais de um sentido de circulação.	N
6.3.6	Tampas de caixas de inspeção e de visita	título		
	A superfície das tampas deve estar nivelada com o piso adjacente, e eventuais frestas devem possuir dimensão máxima de 15 mm.	2	A superfície das tampas deve estar nivelada com o piso adjacente,	S
		2	e eventuais frestas devem possuir dimensão máxima de 15 mm.	S
	As tampas devem estar <u>preferencialmente</u> fora do fluxo principal de circulação.	3	verificar manualmente	
	As tampas devem ser firmes, estáveis e antiderrapantes sob qualquer condição, e a sua eventual textura, estampas ou desenhos na superfície <u>não podem ser similares à da sinalização de piso tátil de alerta ou direcional.</u>	3	a condição de "firmeza" e "estabilidade" pode ser verificada em projeto, ou somente especificada para instalação? A não similaridade com a sinalização tátil deverá ser verificada manualmente.	
6.3.7	Capachos, forrações, carpetes, tapetes e similares	título		
	Devem ser evitados em rotas acessíveis.	3	"evitados" verificar manualmente	
	Quando existentes, devem ser firmemente fixados ao piso, embutidos ou sobrepostos e nivelados de maneira que eventual desnível não exceda 5 mm.	2	Quando existentes, devem ser firmemente fixados ao piso, embutidos ou sobrepostos e nivelados de maneira que eventual desnível não exceda 5 mm.	N
		3	Pode ser verificado em projeto, ou somente especificado?	
6.3.8	Sinalização no piso	título		
	A sinalização visual e tátil no piso indica situações de risco e direção.	n/a		
	Deve atender ao disposto em 5.4.6 e em normas específicas.	2	A sinalização visual e tátil no piso deve atender ao disposto em 5.4.6 e em normas específicas.	N
6.4	Rotas de fuga – Condições gerais	título		

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
		classificação (1), (2) ou (3)		
6.4.1	As rotas de fuga devem atender ao disposto na ABNT NBR 9077 e outras regulamentações locais contra incêndio e pânico. As portas de corredores, acessos, áreas de resgate, escadas de emergência e descargas integrantes de rotas de fuga acessíveis devem ser dotadas de barras antipânico, conforme ABNT NBR 11785.	2	As rotas de fuga devem atender ao disposto na ABNT NBR 9077 e outras regulamentações locais contra incêndio e pânico.	S
		2	As portas de corredores, acessos, áreas de resgate, escadas de emergência e descargas integrantes de rotas de fuga acessíveis devem ser dotadas de barras antipânico, conforme ABNT NBR 11785.	N
6.4.2	Quando em ambientes fechados, as rotas de fuga devem ser sinalizadas conforme o disposto na Seção 5 e iluminadas com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 10898.	1	Quando em ambientes fechados, as rotas de fuga devem ser sinalizadas conforme o disposto na Seção 5 e iluminadas com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 10898.	N
6.4.3	Quando as rotas de fuga incorporarem escadas de emergência ou elevadores de emergência, devem ser previstas áreas de resgate (6.4.5) com espaço reservado e demarcado para o posicionamento de pessoas em cadeiras de rodas (5.5.2.2), dimensionadas de acordo com o M.R.	1	Quando as rotas de fuga incorporarem escadas de emergência ou elevadores de emergência, devem ser previstas áreas de resgate (6.4.5) com espaço reservado e demarcado para o posicionamento de pessoas em cadeiras de rodas (5.5.2.2), dimensionadas de acordo com o M.R.	S
6.4.4	Nas áreas de resgate, deve ser previsto no mínimo um M.R. a cada 500 pessoas de lotação, por pavimento, sendo no mínimo um por pavimento e um para cada escada e elevador de emergência. Se a antecâmara das escadas e a dos elevadores de emergência forem comuns, o quantitativo de M.R. pode ser compartilhado.	2	Nas áreas de resgate, deve ser previsto no mínimo um M.R. a cada 500 pessoas de lotação, por pavimento, sendo no mínimo um por pavimento e um para cada escada e elevador de emergência.	S
		2	Se a antecâmara das escadas e a dos elevadores de emergência forem comuns, o quantitativo de M.R. pode ser compartilhado.	S
6.4.5	A área de resgate deve:	n/a		
	a) estar localizada fora do fluxo principal de circulação;	2	A área de resgate deve estar localizada fora do fluxo principal de circulação.	S
	b) garantir área mínima de circulação e manobra para rotação de 180°, conforme 4.3.3, e, quando localizada em nichos, devem ser respeitados os parâmetros mínimos definidos em 4.3.6;	2	A área de resgate deve garantir área mínima de circulação e manobra para rotação de 180°, conforme 4.3.3.	S
		2	A área de resgate, quando localizada em nichos, deve respeitar os parâmetros mínimos definidos em 4.3.6.	S
	c) ser ventilada;	2	A área de resgate deve ser ventilada.	S
	d) ser provida de dispositivo de emergência ou intercomunicador;	2	A área de resgate deve ser provida de dispositivo de emergência ou intercomunicador.	S
	e) deve ter o M.R. sinalizado conforme 5.5.2.2.	2	A área de resgate deve ter o M.R. sinalizado conforme 5.5.2.2.	N
6.4.5.1	Em edificações existentes, em que seja impraticável a previsão da área de resgate, deve ser definido um plano de fuga em que constem os procedimentos de resgate para as pessoas com os diferentes tipos de deficiência.	3	A "impraticabilidade" deve ser verificada manualmente.	
6.5	Área de descanso	título		
	Recomenda-se prever uma área de descanso, fora da faixa de circulação, a cada 50 m, para piso com até 3 % de inclinação, ou a cada 30 m, para piso de 3 % a 5 % de inclinação. Recomenda-se a instalação de bancos com encosto e braços. Para inclinações superiores a 5 %, deve ser atendido o descrito em 6.6. Estas áreas devem estar dimensionadas para permitir também a manobra de cadeiras de rodas.	2	Recomenda-se prever uma área de descanso, fora da faixa de circulação, a cada 50 m, para piso com até 3 % de inclinação.	S
		2	Recomenda-se prever uma área de descanso, fora da faixa de circulação, a cada 30 m, para piso de 3 % a 5 % de inclinação.	S
		2	Para inclinações superiores a 5 %, deve ser atendido o descrito em 6.6.	S
		2	As áreas de descanso devem estar dimensionadas para permitir a manobra de cadeiras de rodas.	S
		2	Nas áreas de descanso recomenda-se a instalação de bancos com encosto e braços.	S
6.6	Rampas	título		
6.6.1	Gerais	título		
	São consideradas rampas as superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5 %. Os pisos das rampas devem atender às condições de 6.3.	2	Superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5 % são consideradas rampas, e devem atender às condições de 6.3.	S
6.6.2	Dimensionamento	título		

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
		classificação (1), (2) ou (3)		
	Para garantir que uma rampa seja acessível, são definidos os limites máximos de inclinação, os desníveis a serem vencidos e o número máximo de segmentos.	n/a		
	A inclinação das rampas, conforme Figura 70, deve ser calculada conforme a seguinte equação: $i=h \times 100/c$	n/a		
	onde, i é a inclinação, expressa em porcentagem (%); h é a altura do desnível; c é o comprimento da projeção horizontal.	n/a		
6.6.2.1	As rampas devem ter inclinação de acordo com os limites estabelecidos na Tabela 6. Para inclinação entre 6,25 % e 8,33 %, é recomendado criar áreas de descanso (6.5.) nos patamares, a cada 50 m de percurso. Excetam-se deste requisito as rampas citadas em 10.4 (plateia e palcos), 10.12 (piscinas) e 10.14 (praias).	2	As rampas devem ter inclinações entre 5% (1:20) e 8,33% (1:12) e devem atender os desníveis máximos por segmento e número de segmentos deste item, exceto rampas citadas em 10.4 (plateia e palcos), 10.12 (piscinas) e 10.14 (praias).	S
		2	Para inclinação entre 6,25 % e 8,33 %, é recomendado criar áreas de descanso (6.5.) nos patamares, a cada 50 m de percurso.	S
		2	Rampas com declividade igual a 5% (1:20) devem ter desnível máximo de 1,50 m por segmento, sem limite de número de segmentos.	S
		2	Rampas com declividade maior do que 5% (1:20) e até 6,25% (1:16) devem ter desnível máximo de 1,00 m por segmento, sem limite de número de segmentos.	S
		2	Rampas com declividade maior do que 6,25% (1:16) e até 8,33% (1:12) devem ter desnível máximo de 0,80 m por segmento, com no máximo 15 segmentos e ter áreas de descanso nos patamares a cada 50,00 m de percurso horizontal.	S
6.6.2.2	Em reformas, quando esgotadas as possibilidades de soluções que atendam integralmente à Tabela 6, podem ser utilizadas inclinações superiores a 8,33 % (1:12) até 12,5 % (1:8), conforme Tabela 7.	2	Em reformas, quando esgotadas as possibilidades de soluções que atendam integralmente ao item 6.6.2.1, podem ser utilizadas inclinações superiores a 8,33% (1:12) e até 12,5% (1:8), em segmentos retos, e devem atender os desníveis máximos por segmento e número de segmentos deste item.	S
		2	Rampas com declividade maior do que 8,33% (1:12) e até 10% (1:10) devem ter desnível máximo de 0,20 m por segmento, com no máximo 4 segmentos.	S
		2	Rampas com declividade maior do que 10% (1:10) e até 12,5% (1:8) devem ter desnível máximo de 0,075 m por segmento, com no máximo 1 segmento.	S
6.6.2.3	Para rampas em curva, a inclinação máxima admissível é de 8,33 % (1:12) e o raio mínimo de 3,00 m, medido no perímetro interno à curva, conforme Figura 71.	2	Para rampas em curva, a inclinação máxima admissível é de 8,33 % (1:12) e o raio mínimo de 3,00 m, medido no perímetro interno à curva.	N
		2	A dimensão longitudinal mínima do patamar é de 1,20 m, e recomendável 1,50 m.	S
6.6.2.4	A inclinação transversal não pode exceder 2 % em rampas internas e 3 % em rampas externas.	2	A inclinação transversal de rampas internas não pode exceder 2%.	N
		2	A inclinação transversal de rampas externas não pode exceder 3%.	N
6.6.2.5	A largura das rampas (L) deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas.	3	qual é o parâmetro? Igual escadas (item 6.8.3)?	
	A largura livre mínima recomendável para as rampas em rotas acessíveis é de 1,50 m, sendo o mínimo admissível de 1,20 m.	2	A largura para as rampas em rotas acessíveis deve ser no mínimo 1,20 m, e recomendável 1,50 m.	S
6.6.2.6	Toda rampa deve possuir corrimão de duas alturas em cada lado, conforme demonstrado na Figura 72.	2	Toda rampa deve possuir corrimão de duas alturas em cada lado.	S
		2	Os corrimãos devem ter 70 cm e 92 cm de altura.	S

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
		classificação (1), (2) ou (3)		
6.6.2.7	Em edificações existentes, quando a construção de rampas nas larguras indicadas ou a adaptação da largura das rampas for impraticável, as rampas podem ser executadas com largura mínima de 0,90m e com segmentos de no máximo 4,00 m de comprimento, medidos na sua projeção horizontal, desde que respeitadas as Tabelas 6 e 7. No caso de mudança de direção, devem ser respeitados os parâmetros de área de circulação e manobra previstos em 4.3.	3	A impraticabilidade deve ser verificada manualmente	
6.6.2.8	Quando não houver paredes laterais, as rampas devem incorporar elementos de segurança, como guarda-corpo e corrimãos, guias de balizamento com altura mínima de 0,05 m, instalados ou construídos nos limites da largura da rampa, conforme Figura 72.	2	Quando não houver paredes laterais, as rampas devem incorporar elementos de segurança, como guarda-corpo e corrimãos, guias de balizamento com altura mínima de 0,05 m, instalados ou construídos nos limites da largura da rampa, conforme Figura 72.	S
6.6.2.9	A projeção dos corrimãos pode incidir dentro da largura mínima admissível da rampa em até 10 cm de cada lado, exceto nos casos previstos em 6.6.2.7.	2	A projeção dos corrimãos pode incidir dentro da largura mínima admissível da rampa em até 10 cm de cada lado, exceto quando a largura da rampa for inferior a 1,20 m (casos previstos em 6.6.2.7).	S
6.6.3	Guia de balizamento	título		
	A guia de balizamento pode ser de alvenaria ou outro material alternativo, com a mesma finalidade, com altura mínima de 5 cm.	2	A guia de balizamento pode ser de alvenaria ou outro material alternativo, com a mesma finalidade, com altura mínima de 5 cm.	N
	Deve atender às especificações da Figura 72 e ser garantida em rampas e em escadas.	redundante		
6.6.4	Patamares das rampas	título		
	Os patamares no início e no término das rampas devem ter dimensão longitudinal mínima de 1,20 m. Entre os segmentos de rampa devem ser previstos patamares intermediários com dimensão longitudinal mínima de 1,20 m, conforme Figura 73. Os patamares situados em mudanças de direção devem ter dimensões iguais à largura da rampa.	2	Devem ser previstos patamares no início e término das rampas.	S
		2	Devem ser previstos patamares intermediários (entre segmentos) nas rampas.	S
		2	Devem ser previstos patamares quando houver mudança de direção nas rampas.	N
		2	Os patamares de início, término e intermediários devem ter dimensão longitudinal mínima de 1,20 m.	S
		2	Os patamares situados em mudança de direção devem ter dimensões iguais à largura da rampa.	S
		2	Os patamares situados em mudança de direção devem ter dimensões iguais à largura da rampa.	S
6.6.4.1	Quando houver porta nos patamares, sua área de varredura não pode interferir na dimensão mínima do patamar.	1	Quando houver porta nos patamares, sua área de varredura não pode interferir na dimensão mínima do patamar.	S
6.6.4.2	A inclinação transversal dos patamares não pode exceder 2 % em rampas internas e 3 % em rampas externas.	2	A inclinação transversal de patamares em rampas internas não pode exceder 2%.	N
		2	A inclinação transversal de patamares em rampas externas não pode exceder 3%.	N
6.7	Degraus e escadas fixas em rotas acessíveis	título		
	Quando houver degraus ou escadas em rotas acessíveis, estes devem estar <u>associados</u> a rampas ou equipamentos eletromecânicos de transporte vertical. Deve-se dar <u>preferência</u> à rampa.	3	o que define esta "associação": distância, deve ser adjacente, deve estar no alcance visual? A "preferência" à rampa deve ser verificada manualmente.	
6.7.1	Características dos pisos e espelhos	título		
	Nas rotas acessíveis não podem ser utilizados degraus e escadas fixas com espelhos vazados. Quando houver bocel ou espelho inclinado, a projeção da aresta pode avançar no máximo 1,5 cm sobre o piso abaixo, conforme Figura 74.	2	Nas escadas fixas e degraus em rotas acessíveis, não podem ser utilizados espelhos vazados.	S
		2	Se houver bocel ou espelho inclinado, a projeção da aresta pode avançar no máximo 1,5 cm sobre o piso abaixo.	S
6.7.2	Dimensionamento de degraus isolados	título		
	A sequência de até dois degraus é considerada degrau isolado. Degraus isolados devem ser evitados.	3	A inevitabilidade de degraus isolados deve ser verificada manualmente.	
	Quando utilizados, devem:	n/a		
	a) seguir o dimensionamento em 6.8.2;	2	Os degraus isolados devem atender 6.8.2 (sobre dimensões de pisos e espelhos).	S
	b) conter corrimão conforme 6.9;	2	Os degraus isolados devem conter corrimão atendendo 6.9 (sobre corrimãos e guarda-corpos).	S
	c) ser devidamente sinalizados em toda a sua extensão, conforme 5.4.4.1.	2	Os degraus isolados devem ser devidamente sinalizados em toda a sua extensão, conforme 5.4.4.1.	N
	Rampas junto aos degraus isolados devem ter largura livre mínima de 1,20 m, conforme 6.6.2.5.	redundante		

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
	Quando o degrau isolado for uma soleira, deve ser atendido o descrito em 6.3.4.4.	2	Quando o degrau isolado for uma soleira , deve ser atendido o descrito em 6.3.4.4 (sobre soleiras).	N
6.8	Escadas	título		
6.8.1	Uma sequência de três degraus ou mais é considerada escada.	2	Uma sequência de três degraus ou mais deve ser tratada como escada .	S
6.8.2	As dimensões dos pisos e espelhos devem ser constantes em toda a escada ou degraus isolados.	1	As dimensões dos pisos e espelhos devem ser constantes em toda a escada ou degraus isolados.	S
	Para o dimensionamento, devem ser atendidas as seguintes condições:	n/a		
	a) $0,63\text{ m} \leq p + 2e \leq 0,65\text{ m}$,	2	a) a equação (pisos + 2*espelho) deve ser maior ou igual a 0,63 m e menor ou igual a 0,65 m .	S
	b) pisos (p): $0,28\text{ m} \leq p \leq 0,32\text{ m}$ e	2	b) a profundidade do piso deve ser maior ou igual a 0,28 m e menor ou igual a 0,32 m .	S
c) espelhos (e): $0,16\text{ m} \leq e \leq 0,18\text{ m}$;	2	c) a altura do espelho deve ser maior ou igual a 0,16 m e menor ou igual a 0,18 m .	S	
6.8.3	A largura das escadas deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas, conforme ABNT NBR 9077. A largura mínima para escadas em rotas acessíveis é de 1,20 m, e deve dispor de guia de balizamento conforme 6.6.3.	2	A largura das escadas deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas, conforme ABNT NBR 9077.	N
		2	A largura mínima para escadas em rotas acessíveis é de 1,20 m ,	S
		2	e deve dispor de guia de balizamento conforme 6.6.3.	N
6.8.4	Em construções novas, o primeiro e o último degraus de um lance de escada devem distar no mínimo 0,30 m da área de circulação adjacente e devem estar sinalizados de acordo com o disposto na Seção 5.	2	Em construções novas , o primeiro e o último degraus de um lance de escada devem distar no mínimo 0,30 m da área de circulação adjacente	S
		2	e devem estar sinalizados de acordo com o disposto na Seção 5.	N
6.8.5	A inclinação transversal dos degraus não pode exceder 1 % em escadas internas e 2 % em escadas externas.	2	A inclinação transversal dos degraus em escadas internas não pode exceder 1% .	N
		2	A inclinação transversal dos degraus em escadas externas não pode exceder 2% .	N
6.8.6	Escadas com lances curvos ou mistos devem atender à ABNT NBR 9077, porém é necessário que, à distância de 0,55 m da borda interna da escada, correspondente à linha imaginária sobre a qual sobe ou desce uma pessoa que segura o corrimão, os pisos e espelhos sejam dimensionados conforme 6.8.2 e Figura 75.	2	Escadas com lances curvos ou mistos devem atender à ABNT NBR 9077	S
		2	e é necessário que, à distância de 0,55 m da borda interna da escada, os pisos e espelhos sejam dimensionados conforme 6.8.2.	N
6.8.7	As escadas devem ter no mínimo um patamar a cada 3,20 m de desnível e sempre que houver mudança de direção.	2	As escadas devem ter no mínimo um patamar a cada 3,20 m de desnível.	S
		2	As escadas devem ter no mínimo um patamar sempre que houver mudança de direção.	S
6.8.8	Entre os lances da escada devem ser previstos patamares com dimensão longitudinal mínima de 1,20 m. Os patamares situados em mudanças de direção devem ter dimensões iguais à largura da escada. Quando houver porta nos patamares, sua área de varredura não pode interferir na dimensão mínima do patamar.	2	Entre os lances da escada devem ser previstos patamares com dimensão longitudinal mínima de 1,20 m .	S
		2	Os patamares situados em mudanças de direção devem ter dimensões iguais à largura da escada.	S
		2	Quando houver porta nos patamares , sua área de varredura não pode interferir na dimensão mínima do patamar.	S
6.8.9	A inclinação transversal dos patamares não pode exceder 1 % em escadas internas e 2 % em escadas externas.	2	A inclinação transversal de patamares em escadas internas não pode exceder 1% .	N
		2	A inclinação transversal de patamares em escadas externas não pode exceder 2% .	N
6.9	Corrimãos e guarda-corpos	título		
6.9.1	Os corrimãos podem ser acoplados aos guarda-corpos e devem ser construídos com materiais rígidos.	2	Os corrimãos podem ser acoplados aos guarda-corpos.	N
		2	Os corrimãos devem ser construídos com materiais rígidos.	N
	Devem ser firmemente fixados às paredes ou às barras de suporte, garantindo <u>condições seguras de utilização</u> .	3	como determinar "condições seguras de utilização"?	
	Devem ser sinalizados conforme a Seção 5.	2	Os corrimãos devem ser sinalizados conforme a Seção 5.	N
6.9.2	O dimensionamento dos corrimãos deve atender ao descrito em 4.6.5.	1	O dimensionamento dos corrimãos deve atender ao descrito em 4.6.5.	S

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
		classificação (1), (2) ou (3)		
6.9.2.1	Os corrimãos devem ser instalados em rampas e escadas, em ambos os lados, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, medidos da face superior até o ponto central do piso do degrau (no caso de escadas) ou do patamar (no caso de rampas), conforme Figura 76. Quando se tratar de degrau isolado, basta uma barra de apoio horizontal ou vertical, com comprimento mínimo de 0,30 m e com seu eixo posicionado a 0,75 m de altura do piso.	2	Os corrimãos devem ser instalados em ambos os lados de rampas, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, medidos da face superior até a superfície do piso da rampa e do patamar.	N
		2	Os corrimãos devem ser instalados em ambos os lados de escadas, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, medidos da face superior até o ponto central do piso do degrau.	N
		2	Quando se tratar de degrau isolado, basta uma barra de apoio horizontal ou vertical, com comprimento mínimo de 0,30 m e com seu eixo posicionado a 0,75 m de altura do piso.	N
6.9.2.2	Os corrimãos laterais devem ser contínuos, sem interrupção nos patamares das escadas e rampas, e devem prolongar-se paralelamente ao patamar, pelo menos por 0,30 m nas extremidades, sem interferir com áreas de circulação ou prejudicar a vazão, conforme Figura 76.	2	Os corrimãos laterais devem ser contínuos, sem interrupção nos patamares das escadas e rampas.	S
		2	Os corrimãos laterais devem prolongar-se paralelamente ao patamar, pelo menos por 0,30 m nas extremidades, sem interferir com áreas de circulação ou prejudicar a vazão.	S
6.9.2.3	As extremidades dos corrimãos devem ter acabamento recurvado, ser fixadas ou justapostas à parede ou piso, ou ainda ter desenho contínuo, sem protuberâncias, conforme Figura 76.	2	As extremidades dos corrimãos devem ter acabamento recurvado, ser fixadas ou justapostas à parede ou piso, ou ainda ter desenho contínuo, sem protuberâncias.	N
6.9.3	Em edificações existentes, onde for impraticável promover o prolongamento do corrimão no sentido do caminhamento, este pode ser feito ao longo da área de circulação ou fixado na parede adjacente.	1	Em edificações existentes, onde for impraticável promover o prolongamento do corrimão no sentido do caminhamento, este pode ser feito ao longo da área de circulação ou fixado na parede adjacente.	N
6.9.4	Quando se tratar de escadas ou rampas com largura igual ou superior a 2,40 m, é necessária a instalação de no mínimo um corrimão intermediário, garantindo faixa de circulação com largura mínima de 1,20 m, conforme Figura 77.	2	Em escadas ou rampas com largura igual ou superior a 2,40 m, é necessária a instalação de no mínimo um corrimão intermediário, garantindo faixa livre de circulação com largura mínima de 1,20 m.	N
6.9.4.1	Os corrimãos intermediários somente devem ser interrompidos quando o comprimento do patamar for superior a 1,40 m, garantindo o espaçamento mínimo de 0,80 m entre o término de um segmento e o início do seguinte, conforme Figura 77.	2	Os corrimãos intermediários devem ser interrompidos quando o comprimento do patamar for superior a 1,40 m, garantindo o espaçamento mínimo de 0,80 m entre o término de um segmento e o início do seguinte.	N
6.9.4.2	Em escadas e degraus é permitida a instalação de apenas um corrimão duplo e com duas alturas, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, respeitando a largura mínima de 1,20 m, em ambos os lados, conforme Figura 78.	2	Em escadas e degraus é permitida a instalação de apenas um corrimão duplo e com duas alturas, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, respeitando a largura mínima de 1,20 m, em ambos os lados.	N
6.9.5	Quando não houver paredes laterais, as rampas ou escadas devem incorporar elementos de segurança como guia de balizamento e guarda-corpo, e devem respeitar os demais itens de segurança desta Norma, tais como dimensionamento, corrimãos e sinalização.	1	Quando não houver paredes laterais, as rampas ou escadas devem incorporar elementos de segurança como guia de balizamento e guarda-corpo, e devem respeitar os demais itens de segurança desta Norma, tais como dimensionamento, corrimãos e sinalização.	S
6.9.6	Os guarda-corpos devem atender às ABNT NBR 9077 e ABNT 14718.	1	Os guarda-corpos devem atender às ABNT NBR 9077 e ABNT 14718.	N
6.10	Equipamentos eletromecânicos de circulação	título		
6.11	Circulação interna	título		
6.11.1	Corredores	título		
	Os corredores devem ser dimensionados de acordo com o fluxo de pessoas, assegurando uma faixa livre de barreiras ou obstáculos, conforme 6.12.6.	3	Apesar de item 6.12.6 se referir a circulação externa e este tópico à interna, o cálculo será necessário para a alínea d.	
	As larguras mínimas para corredores em edificações e equipamentos urbanos são:	n/a		
	a) 0,90 m para corredores de uso comum com extensão até 4,00 m;	1	a) 0,90 m para corredores de uso comum com extensão até 4,00 m;	S
	b) 1,20 m para corredores de uso comum com extensão até 10,00 m;	2	b) 1,20 m para corredores de uso comum com extensão maior do que 4,00 m e até 10,00 m;	S

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
	e 1,50 m para corredores com extensão superior a 10,00 m;	2	e 1,50 m para corredores de uso comum com extensão superior a 10,00 m;	S
	c) 1,50 m para corredores de uso público;	2	c) 1,50 m para corredores de uso público;	S
	d) maior que 1,50 m para grandes fluxos de pessoas, conforme aplicação da equação apresentada em 6.12.6.	2	d) maior que 1,50 m para corredores para grandes fluxos de pessoas, conforme aplicação da equação apresentada em 6.12.6.	S
6.11.1.1	Em edificações e equipamentos urbanos existentes, onde a adequação dos corredores seja impraticável, devem ser implantados bolsões de retorno com dimensões que permitam a manobra completa de uma cadeira de rodas (180°), sendo no mínimo um bolsão a cada 15,00 m. Neste caso, a largura mínima de corredor deve ser de 0,90 m.	2	Em edificações e equipamentos urbanos existentes, onde a adequação dos corredores seja impraticável, devem ser implantados bolsões de retorno com dimensões que permitam a manobra completa de uma cadeira de rodas (180°), sendo no mínimo um bolsão a cada 15,00 m.	N
		2	Neste caso, a largura mínima de corredor deve ser de 0,90 m.	S
6.11.1.2	Para transposição de obstáculos, objetos e elementos com no máximo 0,40 m de extensão, a largura mínima do corredor deve ser de 0,80 m, conforme 4.3.2. Acima de 0,40 m de extensão, a largura mínima deve ser de 0,90 m.	2	Para transposição de obstáculos, objetos e elementos com no máximo 0,40 m de extensão, a largura mínima do corredor deve ser de 0,80 m.	S
		2	Para transposição de obstáculos, objetos e elementos com extensão acima de 0,40 m, a largura mínima do corredor deve ser de 0,90 m.	S
6.11.2	Portas	título		
6.11.2.1	Para a utilização das portas em sequência, é necessário um espaço de transposição com um círculo de 1,50 m de diâmetro, somado às dimensões da largura das portas (y), exemplificado na Figura 80, além dos 0,60 m ao lado da maçaneta de cada porta, para permitir a aproximação de uma pessoa em cadeira de rodas.	2	Em espaços com portas em sequência, deve ser garantido um espaço mínimo equivalente a um círculo de 1,50 m de diâmetro, livre de quaisquer obstáculos, inclusive da área de varredura das portas simultaneamente.	S
		2	Em espaços com portas em sequência, deve ser garantido um espaço mínimo de 0,60m ao lado da maçaneta de cada porta.	S
6.11.2.2	No deslocamento frontal, quando as portas abrirem no sentido do deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,30 m entre a parede e a porta, e quando abrirem no sentido oposto ao deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,60 m, contíguo à maçaneta, conforme a Figura 81. Na impraticabilidade da existência destes espaços livres, deve-se garantir equipamento de automação da abertura e fechamento das portas através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10	2	No deslocamento frontal, quando as portas abrirem no sentido do deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,30 m entre a parede e a porta.	S
		2	No deslocamento frontal, quando as portas abrirem no sentido oposto ao deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,60 m, contíguo à maçaneta.	S
		2	Na impraticabilidade da existência destes espaços livres, deve-se garantir equipamento de automação da abertura e fechamento das portas através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10.	N
6.11.2.3	No deslocamento lateral, deve ser garantido 0,60 m de espaço livre de cada um dos lados, conforme Figura 82. Na impraticabilidade da existência destes espaços livres, deve-se garantir equipamento de automação da abertura e fechamento das portas através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10	2	No deslocamento lateral, no lado da circulação oposto à abertura da porta, deve ser garantido 0,60 m de espaço livre de cada um dos lados da porta, e largura mínima de circulação de 1,20 m.	S
		2	No deslocamento lateral, no lado da circulação em que a porta abre, deve ser garantido 0,90 m de espaço livre do lado contíguo à maçaneta, e largura mínima da circulação de 1,50 m.	S
		2	Na impraticabilidade da existência destes espaços livres, deve-se garantir equipamento de automação da abertura e fechamento das portas através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10.	N
NOTA	Esses espaços são necessários para facilitar a abertura da porta às pessoas em cadeira de rodas.	n/a		
	As portas, quando abertas, devem ter um vão livre, de no mínimo 0,80 m de largura e 2,10 m de altura. Em portas de duas ou mais	2	As portas, quando abertas, devem ter um vão livre, de no mínimo 0,80 m de largura e 2,10 m de altura.	S

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
6.11.2.4	folhas, pelo menos uma delas deve ter o vão livre de 0,80 m.	2	Em portas de duas ou mais folhas, pelo menos uma delas deve ter o vão livre de 0,80 m.	S
	As portas de elevadores devem atender ao estabelecido na ABNT NM NBR 313.	3		
	O vão livre de 0,80 m deve ser garantido também no caso de portas de correr e sanfonada, onde as maçanetas impedem seu recolhimento total, conforme Figura 83.	redundante		
	Quando instaladas em locais de prática esportiva, as portas devem ter vão livre mínimo de 1,00 m.	2	As portas instaladas em locais de prática esportiva, quando abertas, devem ter um vão livre, de no mínimo 1,00 m de largura e 2,10 m de altura.	S
6.11.2.5	O mecanismo de acionamento das portas deve requerer força humana direta igual ou inferior a 36 N.	1	O mecanismo de acionamento das portas deve requerer força humana direta igual ou inferior a 36 N.	N
	As portas devem ter condições de serem abertas <u>com um único movimento</u> .	3	O ato de girar a maçaneta e empurrar a porta já poderia ser considerado como dois movimentos. O item é subjetivo. (idem item 6.11.3.2)	
6.11.2.6	As maçanetas das portas devem ser do tipo alavanca, instaladas a uma altura entre 0,80 m e 1,10 m.	1	As maçanetas das portas devem ser do tipo alavanca, instaladas a uma altura entre 0,80 m e 1,10 m.	N
	Recomenda-se que as portas tenham, na sua parte inferior, no lado oposto ao lado da abertura da porta, <u>revestimento resistente a impactos provocados por bengalas, muletas e cadeiras de rodas</u> , até a altura de 0,40 m a partir do piso.	3	deve-se especificar o "revestimento resistente a impactos provocados por bengalas, muletas e cadeiras de rodas" para a correta verificação.	
	As portas de sanitários e vestiários devem ter, no lado oposto ao lado da abertura da porta, um puxador horizontal, conforme a Figura 84, associado à maçaneta. Deve estar localizado a uma distância de 0,10 m do eixo da porta (dobradiça) e possuir comprimento mínimo de 0,40 m, com diâmetro variando de 35 mm a 25 mm, instalado a 0,90 m do piso. O dispositivo de travamento deve observar o descrito em 4.6.8. Recomenda-se que estas portas ou batentes tenham cor contrastante com a da parede e do piso de forma a facilitar sua localização.	2	As portas de sanitários e vestiários devem ter, no lado oposto ao lado da abertura da porta, um puxador horizontal associado à maçaneta.	N
		2	O puxador horizontal deve estar localizado a uma distância de 0,10 m do eixo da porta (dobradiça) e possuir comprimento mínimo de 0,40 m, com diâmetro variando de 35 mm a 25 mm, instalado a 0,90 m do piso.	N
		2	O dispositivo de travamento deve observar o descrito em 4.6.8.	N
		2	Recomenda-se que as portas ou batentes de sanitários e vestiários tenham cor contrastante com a da parede e do piso.	N
6.11.2.8	As portas do tipo vaivém devem ter visor com largura mínima de 0,20 m, tendo sua face inferior situada entre 0,40 m e 0,90 m do piso, e a face superior no mínimo a 1,50 m do piso. O visor deve estar localizado no mínimo entre o eixo vertical central da porta e o lado oposto às dobradiças da porta, conforme Figura 85.	2	As portas do tipo vaivém devem ter visor com largura mínima de 0,20 m, tendo sua face inferior situada entre 0,40 m e 0,90 m do piso, e a face superior no mínimo a 1,50 m do piso.	N
		2	O visor deve estar localizado no mínimo entre o eixo vertical central da porta e o lado oposto às dobradiças da porta.	N
6.11.2.9	Quando as portas forem providas de dispositivos de acionamento pelo usuário, estes devem estar instalados fora da área de abertura da folha da porta e à altura de alcance entre 0,80 m e 1,00 m.	1	Quando as portas forem providas de dispositivos de acionamento pelo usuário, estes devem estar instalados fora da área de abertura da folha da porta e à altura de alcance entre 0,80 m e 1,00 m.	N
	Quando as portas forem acionadas por sensores ópticos, estes devem estar ajustados para detectar pessoas de baixa estatura, crianças e usuários de cadeiras de rodas. Deve também ser previsto dispositivo de segurança que impeça o fechamento da porta sobre a pessoa.	2	Quando as portas forem acionadas por sensores ópticos, estes devem estar ajustados para detectar pessoas de baixa estatura, crianças e usuários de cadeiras de rodas.	N
		2	Quando as portas forem acionadas por sensores ópticos, deve ser previsto dispositivo de segurança que impeça o fechamento da porta sobre a pessoa.	N
	Em portas de correr, recomenda-se a instalação de trilhos na sua parte superior. Os trilhos ou as guias inferiores devem estar nivelados com a superfície do piso, e eventuais frestas resultantes da guia inferior devem ter largura de no máximo 15 mm.	2	Em portas de correr, recomenda-se a instalação de trilhos na sua parte superior.	N
		2	Os trilhos ou as guias inferiores, se houver, devem estar nivelados com a superfície do piso.	S
		2	As frestas resultantes da guia inferior devem ter largura de no máximo 15 mm.	N
6.11.2.12	Quando instaladas em locais de prática de esportes, as portas devem ter vão livre mínimo de 1,00 m.	redundante		

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
		classificação (1), (2) ou (3)		
6.11.2.13	Portas e paredes envidraçadas, localizadas nas áreas de circulação, devem ser claramente identificadas com sinalização visual de forma contínua, para permitir a fácil identificação visual da barreira física.	3 n/a	depende dos parâmetros abaixo:	
	Para isto também devem ser consideradas as diferentes condições de iluminação de ambos os lados das paredes ou portas de vidro.	3	faltam parâmetros mensuráveis para as condições de iluminação.	
	Características da sinalização visual nas portas e paredes de vidro:	redundante		
	a) a sinalização deve ser contínua, composta por uma faixa com no mínimo 50 mm de espessura, instalada a uma altura entre 0,90 m e 1,00 m em relação ao piso acabado. Esta faixa pode ser substituída por uma composta por elementos gráficos instalados de forma contínua, cobrindo no mínimo a superfície entre 0,90 m e 1,00 m em relação ao piso;	2	a) a sinalização deve ser em faixa contínua ou elementos gráficos, com no mínimo 50 mm de espessura, instalada a uma altura entre 0,90 m e 1,00 m em relação ao piso acabado.	N
	b) nas portas das paredes envidraçadas que façam parte de rotas acessíveis, deve haver faixa de sinalização visual emoldurando-as, com dimensão mínima de 50 mm de largura, conforme Figura 86, ou outra forma de evidenciar o local de passagem;	2 3	b) nas portas das paredes envidraçadas que façam parte de rotas acessíveis, deve haver faixa de sinalização visual emoldurando-as, com dimensão mínima de 50 mm de largura. subjetivo	N
	c) recomenda-se que a faixa tenha duas cores com o mínimo de 30 pontos de contraste de LRV entre elas;	1	c) recomenda-se que a faixa tenha duas cores com o mínimo de 30 pontos de contraste de LRV entre elas;	N
	d) recomenda-se a aplicação de mais duas faixas contínuas com no mínimo 50 mm de altura, uma a ser instalada entre 1,30 m e 1,40 m, e outra entre 0,10 m e 0,30 m, em relação ao piso acabado, conforme Figura 86.	2	d) recomenda-se a aplicação de mais duas faixas contínuas com no mínimo 50 mm de altura, uma a ser instalada entre 1,30 m e 1,40 m, e outra entre 0,10 m e 0,30 m, em relação ao piso acabado.	N
6.11.3	Janelas	título		
6.11.3.1	A altura das janelas deve considerar os limites de alcance visual conforme 4.8, exceto em locais onde devam prevalecer a segurança e a privacidade.	1 3	A altura das janelas deve considerar os limites de alcance visual conforme 4.8, subjetivo	N
6.11.3.2	Cada folha ou módulo de janela deve poder ser operado com um único movimento, utilizando apenas uma das mãos, conforme Figura 87. Os comandos devem atender ao disposto em 4.6.9.	3 1	subjetivo (vide item 6.11.2.6) Os comandos devem atender ao disposto em 4.6.9.	N
6.12	Circulação externa	título		
6.13	Passarelas de pedestres	título		
6.14	Vagas reservadas para veículos	título		
	Há dois tipos de vagas reservadas:	n/a		
	a) para os veículos que conduzam ou sejam conduzidos por idosos; e	n/a		
	b) para os veículos que conduzam ou sejam conduzidos por pessoas com deficiência.	n/a		
6.14.1	Condições das vagas	título		
	A sinalização vertical das vagas reservadas deve estar posicionada de maneira a não interferir com as áreas de acesso ao veículo, e na circulação dos pedestres.	1	A sinalização vertical das vagas reservadas deve estar posicionada de maneira a não interferir com as áreas de acesso ao veículo, e na circulação dos pedestres.	S
NOTA	A sinalização das vagas na via pública é regulamentada por legislação específica (ver [19] e [20] da Bibliografia).	3	remete a legislação específica (trânsito)	
6.14.1.1	As vagas para estacionamento para idosos devem ser posicionadas próximas das entradas, garantindo o menor percurso de deslocamento.	2	As vagas para estacionamento de veículos que conduzam ou sejam conduzidos por idosos devem ser posicionadas próximas das entradas, garantindo o menor percurso de deslocamento.	S
NOTA	Observar a legislação vigente (ver [20] da Bibliografia).	3	remete a legislação específica (trânsito)	
6.14.1.2	As vagas para estacionamento de veículos que conduzam ou sejam conduzidos por pessoas com deficiência devem:	n/a		
	a) ter sinalização vertical conforme 5.5.2 e [19] da Bibliografia;	3	remete a legislação específica (trânsito)	
	b) contar com um espaço adicional de circulação com no mínimo 1,20 m de largura, quando afastadas da faixa de travessia de pedestres. Esse espaço pode ser compartilhado por duas vagas, no caso de estacionamento paralelo, ou por duas vagas, no caso de estacionamento perpendicular.	2	b) contar com um espaço adicional de circulação com no mínimo 1,20 m de largura, quando afastadas da faixa de travessia de pedestres.	S

ITEM	TEXTO NORMATIVO	Tx3	TRANSFORMAÇÃO (para T2) ou JUSTIFICATIVA (para T3)	SMC Exigências configuráveis no SMC (S: sim; N: não)
	caso de estacionamento paralelo, perpendicular ou obliquo ao meio fio;	2	A faixa adicional de circulação pode ser compartilhada por duas vagas.	S
	c) estar vinculadas à rota acessível que as interligue aos polos de atração;	1	c) estar vinculadas à rota acessível que as interligue aos polos de atração;	S
	d) estar localizada de forma a evitar a circulação entre veículos;	1	d) estar localizada de forma a evitar a circulação entre veículos;	S
	e) ter piso regular e estável;	1	e) ter piso regular e estável;	N
	f) o percurso máximo entre a vaga e o acesso à edificação ou elevadores deve ser de no máximo 50 m.	2	f) o percurso entre a vaga e o acesso à edificação ou elevadores deve ser de no máximo 50 m.	S
NOTA	Observar a legislação vigente (ver [19] e [20] da Bibliografia).	3	remete a legislação específica (trânsito)	
6.14.2	Circulação de pedestre em estacionamentos	título		
	Todo estacionamento deve garantir uma faixa de circulação de pedestre que garanta um trajeto <u>seguro</u> e com largura mínima de 1,20 m até o local de interesse. Este trajeto vai compor a rota acessível.	3	o termo "seguro" envolve barreiras físicas, sinalização, etc?	
6.14.3	Previsão de vagas reservadas	título		
	Nos estacionamentos externos ou internos das edificações de uso público ou coletivo, ou naqueles localizados nas vias públicas, devem ser reservadas vagas para pessoas idosas e com deficiência. Os percentuais das diferentes vagas estão definidos em legislação específica (ver [18] e [20] da Bibliografia).	3	remete a legislação específica	
NOTA	As vagas reservadas nas vias públicas são estabelecidas conforme critérios do órgão de trânsito com jurisdição sobre elas, respeitada a legislação vigente.	3	remete a legislação específica (trânsito)	
6.15	Portões de acesso a garagens	título		
	Os portões de acesso a garagens manuais ou de acionamento automático devem funcionar <u>sem colocar em risco</u> os pedestres.	3	este risco pode ser mensurável?	
	A superfície de varredura do portão não pode invadir a faixa livre de circulação de pedestre e deve contar com sistema de sinalização conforme 5.6.4.2.	2	A superfície de varredura do portão não pode invadir a faixa livre de circulação de pedestre.	S
		2	A superfície de varredura do portão deve contar com sistema de sinalização conforme 5.6.4.2.	N
FIM				

Apêndice B – Planilha de conversão da ABNT NBR 9050, Seção 6, através da metodologia RASE, a partir dos termos obtidos pela metodologia Tx3

Este apêndice apresenta as planilhas de conversão dos termos da NBR 9050, Seção 6, através da metodologia RASE (Requisito, Aplicação, Seleção e Exceção), obtidos anteriormente pela metodologia Tx3 (Transcrever, Transformar, Transferir).

Notas:

1) A coluna “Unid. alt.” apresenta unidades alternativas, aplicadas quando valor “Alvo” pode ser expresso em mais de uma unidade na norma ou no software de verificação (exemplo: planos inclinados, que podem ser expressos em porcentagem ou fração).

2) A coluna “status” (subcoluna de “Solibri”) informa a situação daquele item em relação à configuração das regras no *Solibri Office*:

(ok) indica que o item foi possível ser configurado para verificação automática;

(atenção) indica que o item depende de informações adicionais para ser verificado;

(parcial) indica que o item não será totalmente verificado por aquela regra ou conjunto de regras;

(aperfeiçoar) indica que a regra ou conjunto de regras necessitam de aperfeiçoamento para que seja amplamente aplicado;

(pendente) indica que o item não estará apto à verificação automática, até que seja sanada alguma pendência externa;

[em branco] indica que o item não faz parte dos conjuntos de regras, conforme observações nas colunas ao lado.

3) Os itens 6.4 “Rotas de fuga – Condições gerais”, 6.5 “Área de descanso”, 6.14 “Vagas reservadas para veículos” e 6.15 “Portões de acesso a garagens” foram submetidos à RASE, porém não foram configurados no Solibri (seja por estarem fora do objeto desta pesquisa ou por não serem passíveis de configuração) conforme observações nas colunas ao lado.

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC observação	regras	Comentários	
6.1	Rota acessível													
6.1.1	Geral													
6.1.1.1	As áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo devem ser servidas de uma ou mais rotas acessíveis. As edificações residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais necessitam ser acessíveis em suas áreas de uso comum. As unidades autônomas acessíveis devem estar conectadas às rotas acessíveis. Áreas de uso restrito, conforme definido em 3.1.38, como casas de máquinas, barriletes, passagem de uso técnico e outros com funções similares, não necessitam atender às condições de acessibilidade desta Norma.	área de qualquer espaço ou edificação	APLICAÇÃO	espaço						ok			Funcionou parcialmente: algumas "conexões" entre espaços foram validadas e outras não (motivo desconhecido) - aparentemente há um bug na pois a regra só funciona considerando "Accessible Route" na propriedade dos "Spaces B", quando deveria ser "Rota Acessível" pelas minhas configurações.;	
		uso público	SELEÇÃO	espaço	uso	=	público			ok				
		uso coletivo	SELEÇÃO	espaço	uso	=	coletivo			ok				
		deve ser servida de uma ou mais rotas acessíveis	REQUISITO	espaço	conectado a rota acessível	=	VERDADEIRO			ok				
		edificações	APLICAÇÃO	edificação						ok				
		residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais	SELEÇÃO	edificação	uso	=	residenciais multifamiliares, condomínios e conjuntos habitacionais			ok				
		necessitam ser acessíveis	REQUISITO	espaço	acessível	=	VERDADEIRO			ok				
		área de uso comum	SELEÇÃO	espaço	uso	contém	comum			ok				
		unidades autônomas acessíveis	APLICAÇÃO	espaço	uso	contém	unidade autônoma acessível			ok				
		devem estar conectadas às rotas acessíveis	REQUISITO	espaço	conectado a rota acessível	=	VERDADEIRO			ok				
		áreas de uso restrito	APLICAÇÃO	espaço	uso	contém	restrito			ok				
		como definido em 3.1.38									DESCARTADO: depende de item externo			
		casas de máquinas	SELEÇÃO	espaço	uso	contém	casa de máquinas			ok				
		barriletes	SELEÇÃO	espaço	uso	contém	barrilete			ok				
		passagem de usos técnico	SELEÇÃO	espaço	uso	contém	técnico			ok				
		outros com funções similares									DESCARTADO: subjetivo			
		não necessitam atender às condições de acessibilidade desta Norma	EXCEÇÃO	espaço	uso	contém	restrito			ok				
6.1.1.2	A rota acessível é um trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecta os ambientes externos e internos de espaços e edificações, e que pode ser utilizada de forma autônoma e segura por todas as pessoas. A rota acessível externa incorpora estacionamentos, calçadas, faixas de travessias de pedestres (elevadas ou não), rampas, escadas, passarelas e outros elementos da circulação. A rota acessível interna incorpora corredores, pisos, rampas, escadas, elevadores e outros elementos da circulação.	rota acessível	APLICAÇÃO	espaço	tipo	contém	rota acessível			ok			(1) adaptei aos nomes de ambientes contidos no modelo: Estacionamento, Circulação Externa, Rampa Externa, Piso Inclinado, etc.; (2) funcionou, porém pilares que não interferem na circulação foram apontados como obstáculos, por estarem invadindo mais de 10cm para dentro da Zona.	
		trajeto contínuo	REQUISITO	espaço	contínuo	=	VERDADEIRO				COMO CONFIRMAR? Adotado requisito do item 4.3.3 (10cm para obstrução na rota acessível)			
		desobstruído	REQUISITO	espaço							VERIFICAÇÃO TEXTUAL!			
		sinalizado	REQUISITO	espaço	sinalizado	=	VERDADEIRO							
		conecta ambientes externos	REQUISITO	espaço	interno	=	FALSO			ok				
		conecta ambientes internos	REQUISITO	espaço	interno	=	VERDADEIRO			ok				
		pode ser utilizada de forma autônoma e segura por todas as pessoas									DESCARTADO: subjetivo			
		externa	APLICAÇÃO	espaço	interna	=	FALSO			ok				
		estacionamento	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	estacionamento			ok				
		calçada	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	calçada			ok				
		faixa de travessia	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	faixa de travessia			ok				
		rampa	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	rampa			ok				
		escada	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	escada			ok				
		passarela	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	passarela			ok				
		__outros elementos	SELEÇÃO	espaço	tipo	=	acesso				PODE SER SUBJETIVO; inclui "Piso inclinado" pois usei no modelo.			
		__acessível	REQUISITO	espaço	acessível	=	VERDADEIRO			ok				
		interna	APLICAÇÃO	espaço	interna	=	VERDADEIRO			ok				
		corredor	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	corredor			ok				
		piso	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	piso			ok				
		rampa	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	rampa			ok				
		escada	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	escada			ok				
		elevador	SELEÇÃO	espaço	nome	contém	elevador			ok				
		outros elementos	SELEÇÃO	espaço	tipo	=	acesso				PODE SER SUBJETIVO			
6.1.1.3	A rota acessível pode coincidir com a rota de fuga.	rota acessível	APLICAÇÃO	espaço	tipo	igual	rota acessível			ok				
		pode coincidir com rota de fuga									NEUTRO (PODE SER VERDADEIRO OU FALSO)			
6.1.2	Iluminação	rota acessível	APLICAÇÃO	espaço	tipo	=	rota acessível			ok				

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC observação	regras	Comentários	
6.1	Rota acessível Toda rota acessível deve ser provida de iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux medidos a 1,00 m do chão. São aceitos níveis inferiores de iluminância para ambientes específicos, como cinemas, teatros ou outros, conforme normas técnicas específicas.	deve ser provida de iluminação natural ou artificial com nível mínimo de iluminância de 150 lux medidos a 1,00 m do chão	REQUISITO	espaço	nível de iluminância	≥	150	lux			ok	A forma de medição (altura do chão) pode ser configurada?	SOL/230/1.1;	(1) não depende da OCCS;
		níveis inferiores para cinemas, teatros e outros	EXCEÇÃO	espaço	tipo	contém	cinema; teatro			atenção	NÍVEL DE ILUMINÂNCIA PARA CINEMA E TEATRO NÃO INFORMADO; DESCARTADO "outros"			
6.2	Acessos – Condições gerais													
6.2.1	Nas edificações e equipamentos urbanos, todas as entradas, bem como as rotas de interligação às funções do edifício, devem ser acessíveis.	edificações e equipamentos urbanos	APLICAÇÃO	edificação; equipamento urbano			obra nova			ok			Redundante com item 6.1	
		todas as entradas	SELEÇÃO	componente	tipo	inclui	porta; passagem			ok				
		as rotas de interligação às funções do edifício	SELEÇÃO	espaço	tipo	=	circulação							
		devem ser acessíveis	REQUISITO	porta; espaço	acessível	=	VERDADEIRO			ok				
6.2.2	Na adaptação de edificações e equipamentos urbanos existentes, todas as entradas devem ser acessíveis Nestes casos (*) a distância entre cada entrada acessível e as demais não pode ser superior a 50 m. A entrada predial principal, ou a entrada de acesso do maior número de pessoas (?), tem a obrigatoriedade de atender a todas as condições de acessibilidade.		APLICAÇÃO	edificação; equipamento urbano	estado de renovação	=	adaptação			ok		SOL/230/1.1; SOL/222/4.1;		
			SELEÇÃO	componente	tipo	inclui	porta; passagem			ok				
			REQUISITO	espaço	acessível	=	VERDADEIRO			ok				
			REQUISITO	porta; passagem	distância entre entrada acessível e as demais	≤	50,00 m			atenção	(*) considerando que foi comprovado não ser possível adaptar todas as entradas. APERFEIÇOAR: não está medindo o percurso, mas sim o raio.			
			SELEÇÃO	porta; passagem	descrição	=	principal			atenção				
			REQUISITO	porta; passagem	acessível	=	VERDADEIRO			atenção				
6.2.3	Os acessos devem ser vinculados através de rota acessível à circulação principal e às circulações de emergência. Os acessos devem permanecer livres de quaisquer obstáculos de forma permanente.		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	porta; passagem			ok			Redundante com item 6.1	
			REQUISITO	porta; passagem	conectado à rota acessível	=	VERDADEIRO			ok				
			REQUISITO	porta; passagem	possui obstáculo	=	FALSO			ok				
6.2.4	O percurso entre o estacionamento de veículos e os acessos deve compor uma rota acessível.		APLICAÇÃO	espaço	tipo	inclui	percurso entre estacionamento e acessos			ok			Redundante com item 6.1	
			REQUISITO	espaço	acessível	=	VERDADEIRO			ok				
6.2.5														
6.2.6	A instalação do dispositivo acessível para controle de acesso deve prever manobra de cadeira de rodas, conforme o disposto em 4.3.2, 4.3.4 e 4.3.5, e os eventuais comandos acionáveis por usuários devem estar posicionados à altura indicada em 4.6.9.										DESCARTADO: item externo			
6.2.7	Portas giratórias devem ser evitadas. Quando for instalada, deve ser prevista, junto a esta, outra entrada que garanta condições de acessibilidade. Quando for instalada, as dimensões entre as pás devem ser compatíveis com as medidas de um M.R. e devem ainda ser dotadas de		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	porta giratória			parcial	DESCARTADO devido ao termo "evitadas".			
			REQUISITO	porta giratória	instalada outra entrada acessível junto a ela	=	VERDADEIRO			parcial	O SMC tem uma opção que exige porta de abrir (swing door) quando existir uma porta giratória (revolving door). Esta opção está nas regras de portas (ver item 6.11.2)			
			REQUISITO	porta giratória	medidas compatíveis com M.R.	=	VERDADEIRO			parcial				
			REQUISITO	porta giratória	sistema de segurança	=	VERDADEIRO			parcial				
6.2.8	Em edificações e equipamentos urbanos deve ser prevista a sinalização informativa e direcional da localização das entradas e saídas acessíveis, de acordo com o estabelecido na Seção 5.										DESCARTADO: item externo			

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	regras	Comentários
												observação	
6.1	Rota acessível												
6.3	Circulação – Piso												
	A circulação vertical acessível deve atender no mínimo duas formas de deslocamento: escadas, rampas ou equipamentos eletromecânicos.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	tipo	inclui	circulação vertical			ok			
			SELEÇÃO	circulação	acessível	=	VERDADEIRO			ok			
			REQUISITO	circulação vertical acessível	formas de deslocamento associadas	pelo menos dois entre	escada; rampa; equipamento eletromecânico			parcial	a regra de rampas (item 6.6) permite associar a uma escada		
6.3.1	Condições gerais												
6.3.2	Revestimentos												
6.3.3	Inclinação												
	A inclinação transversal de pisos internos não pode exceder 2%.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	piso						
			SELEÇÃO	piso	interno	=	VERDADEIRO						
			REQUISITO	piso interno	inclinação transversal	≤	2,00 %				SMC não verifica inclinação transversal		
	A inclinação transversal de pisos externos não pode exceder 3%.		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	piso						
			SELEÇÃO	piso	interno	=	FALSO						
			REQUISITO	piso interno	inclinação transversal	≤	3,00 %						
	Pisos (internos e externos) devem ter inclinação longitudinal inferior a 5%.		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	piso			ok	não necessita de regra; o filtro irá separar o que é rampa e aplicar regras		
			REQUISITO	piso	inclinação longitudinal	<	5,00 %			ok			
	Inclinações iguais ou superiores a 5% são consideradas rampas e, portanto, devem atender a 6.6.		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	piso			ok	aplicado filtro para remeter ao item 6.6		
			EXCEÇÃO	piso	inclinação longitudinal	≥	5,00 %			ok			
			REQUISITO	rampa	atender	inclui	item 6.6 RAMPAS			ok			
6.3.4	Desníveis												
	São aceitos desníveis de até 5 mm	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	piso						ok			
			SELEÇÃO	piso	desnível	≤	5,00 mm			aperfeiçoar	ATENÇÃO: o resultado indicará que uma rampa é necessária!		
			REQUISITO	piso	nenhum ação requerida					ok			
	Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm devem possuir inclinação máxima de 1:2 (50 %).		APLICAÇÃO	piso						ok	APERFEIÇOAR: Seleciona lajes cuja elevação do topo esteja à distância definida, em relação a outra laje do mesmo piso (nem sempre é aplicável). É necessário que compare a elevação com uma laje vizinha.		Os resultados não condizem com o modelo e com a configuração das regras. Necessita aperfeiçoamento.
			SELEÇÃO	piso	desnível	>	5,00 mm			aperfeiçoar			
			SELEÇÃO	piso	desnível	≤	20,00 mm			aperfeiçoar			
			REQUISITO	piso	inclinação	≤	50,00 %	1:2		atenção			
	Desníveis superiores a 20 mm, devem ser considerados como degraus, conforme 6.7.		APLICAÇÃO	piso						ok			
			SELEÇÃO	piso	desnível	>	20,00 mm			aperfeiçoar			
			REQUISITO	piso	tipo	=	degrau			aperfeiçoar			
	Em reformas, pode-se considerar o desnível máximo de 75 mm, tratado com inclinação máxima de 12,5 %, conforme Tabela 7, sem avançar nas áreas de circulação transversal, e protegido lateralmente com elemento construído ou vegetação.		EXCEÇÃO	edifício	estado de renovação	=	a reformar			pendente			
			SELEÇÃO	piso	desnível	≤	75,00 mm			pendente	PENDENTE, pois é necessário solucionar a questão acima (filtro do desnível) para depois aplicar as regras de desnível e rampa.		
			REQUISITO	piso	inclinação	≤	12,50 %	1:8		pendente			
	Nas áreas de circulação, quando o desnível for lateral, observar o descrito em 4.3.7.		APLICAÇÃO	espaço	tipo	inclui	circulação				item externo, porém o SMC identifica desníveis do tipo		
			SELEÇÃO	desnível	localização	=	lateral						
			REQUISITO	desnível	atender 4.3.7								
	As soleiras das portas ou vãos de passagem que apresentem desníveis de até no máximo um degrau devem ter parte de sua extensão substituída por rampa com largura mínima de 0,90 m e com inclinação em função do desnível apresentado e atendendo aos parâmetros estabelecidos nos itens 6.6.2.1 ou		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	soleira			parcial			
			SELEÇÃO	soleira	desnível	≤	1 degrau			parcial	O desnível de soleira é verificado no item 6.11.2 (Portas). Se for aplicar às lajes de piso, fica PENDENTE conforme item 6.3.4.2		
			REQUISITO	soleira	parte de sua extensão substituída por rampa	=	VERDADEIRO			parcial			
			REQUISITO	rampa	largura	≥	0,90 m			parcial			
			REQUISITO	rampa	inclinação conforme tabelas 6 ou 7	=	VERDADEIRO			parcial			
			APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	degrau						
	Parte do desnível deve ser vencida com rampa, e o restante da extensão [degrau] pode permanecer como degrau, desde que associado, no mínimo em um dos lados, a uma barra de apoio horizontal ou vertical, com comprimento mínimo de 0,30 m e com seu eixo posicionado a 0,75 m de altura do piso, sem avançar sobre a área de circulação pública.		REQUISITO	degrau	possui barra de apoio, no mínimo em um dos lados	=	VERDADEIRO						
			APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	barra de apoio				DESCARTADO devido ao termo "parte do desnível". Caso seja definida esta parte, é possível aplicar regras de escadas específicas.		
			REQUISITO	barra de apoio	posição	=	horizontal; vertical						
			REQUISITO	barra de apoio	comprimento	≥	0,30 m						
			REQUISITO	barra de apoio	altura do eixo em relação ao piso	=	0,75 m						
			REQUISITO	barra de apoio	avança sobre área de circulação pública	=	FALSO						
6.3.5	Grelhas e juntas de dilatação												
	Em rotas acessíveis, as grelhas e juntas de dilatação devem estar fora do fluxo principal de circulação.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	grelha; junta de dilatação			aperfeiçoar			
			REQUISITO	grelha; junta de dilatação	está no fluxo principal de circulação	=	FALSO			aperfeiçoar			

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	regras	Comentários
												observação	
6.1	Rota acessível												
	Quando não possível tecnicamente, os vãos devem ter dimensão máxima de 15 mm, devem ser instalados perpendicularmente ao fluxo principal		EXCEÇÃO	grelha; junta de dilatação	não possível tecnicamente posicionar fora do fluxo principal de circulação	=	VERDADEIRO			atenção	"quando não possível tecnicamente" deve ser verificado manualmente	SOL/238/1.0;	Foi feito somente um ESBOÇO no SMC, pois necessita de aperfeiçoamento nos objetos e modelagem de outras disciplinas. Obs. Poderia ser incluído no grupo 6.1 (Rota Acessível) com filtros para estes objetos.
			REQUISITO	grelha; junta de dilatação	dimensão (largura do vão)	≤	15,00 mm			aperfeiçoar			
			REQUISITO	grelha; junta de dilatação	sentido de instalação em relação ao fluxo principal de circulação	=	perpendicular			aperfeiçoar			
			EXCEÇÃO	espaço	tipo	circulação em mais de um sentido	=			aperfeiçoar			
	ou ter vãos de formato quadriculado/circular, quando houver fluxos em mais de um sentido de circulação.		REQUISITO	grelha; junta de dilatação	formato do vão	=	quadrado; circular			aperfeiçoar			
6.3.6	Tampas de caixas de inspeção e de visita												
	A superfície das tampas deve estar nivelada com o piso adjacente,	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	tampa de caixas de inspeção; poço de visita				aperfeiçoar		
	e eventuais frestas devem possuir dimensão máxima de 15 mm.		REQUISITO	tampa	nivelada com piso adjacente	=	VERDADEIRO				aperfeiçoar		
			REQUISITO	tampa	dimensão das frestas	≤	15,00 mm				aperfeiçoar		
6.3.7	Capachos, forrações, carpetes, tapetes e similares												
		[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	capacho; forração; carpete; tapete						
	Quando existentes [Capachos, forrações, carpetes, tapetes e similares], devem ser firmemente fixados ao piso, embutidos ou sobrepostos e nivelados de maneira que eventual desnível não exceda 5 mm.		REQUISITO	capacho; forração; carpete; tapete	firmemente fixado ao piso	=	VERDADEIRO						Como verificar "firmemente fixados"? DESCARTADO: Necessita de um detalhamento maior do modelo (para incluir capachos). Ou se aplica a uma verificação de obra.
			REQUISITO	capacho; forração; carpete; tapete	embutido	=	VERDADEIRO						
				REQUISITO	capacho; forração; carpete; tapete	desnível em relação ao piso adjacente	≤	5,00 mm					
6.3.8	Sinalização no piso												
	A sinalização visual e tátil no piso deve atender ao disposto em 5.4.6 e em normas específicas.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	piso						
			REQUISITO	piso	atender 5.4.6 e normas específicas	=	VERDADEIRO				DESCARTADO: sinalização		
6.4	Rotas de fuga – Condições gerais												
	As rotas de fuga devem atender ao disposto na ABNT NBR 9077 e outras regulamentações locais contra incêndio e pânico.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	tipo	=	rota de fuga						
			REQUISITO	rota de fuga	atende ABNT NBR 9077	=	VERDADEIRO						
				REQUISITO	rota de fuga	atende regulamentações locais	=	VERDADEIRO					
	As portas de corredores, acessos, áreas de resgate, escadas de emergência e descargas integrantes de rotas de fuga acessíveis devem ser dotadas de barras antipânico, conforme ABNT NBR 11785.		APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta						
			SELEÇÃO	porta	conecta	ou, ou	corredor; acesso; área de resgate; escada de emergência; descarga;						
			SELEÇÃO	porta	rota acessível	=	VERDADEIRO						
				REQUISITO	porta	possui barra antipânico, conforme ABNT NBR 11785	=	VERDADEIRO					
	Quando em ambientes fechados, as rotas de fuga devem ser sinalizadas conforme o disposto na Seção 5 e iluminadas com dispositivos de balizamento de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 10898.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	tipo	=	rota de fuga						
			SELEÇÃO	rota de fuga	em ambiente fechado	=	VERDADEIRO						
				REQUISITO	rota de fuga	sinalização conforme Seção 5	=	VERDADEIRO					
			REQUISITO	rota de fuga	iluminada com dispositivo de balizamento conforme ABNT NBR 10898	=	VERDADEIRO						
	Quando as rotas de fuga incorporarem escadas de emergência ou elevadores de emergência, devem ser previstas áreas de	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	tipo	=	rota de fuga						
			SELEÇÃO	rota de fuga	contém	ou, ou	escada de emergência; elevador de emergência						

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	observação	regras	Comentários
6.1	Rota acessível													
6.4.3	resgate (6.4.5) com espaço reservado e demarcado para o posicionamento de pessoas em cadeiras de rodas (5.5.2.2), dimensionadas de acordo com o M.R.		REQUISITO	rota de fuga	prevê área de resgate, com espaço reservado e demarcado	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	área de resgate	dimensões	≥	M.R.							
		[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	tipo	inclui	área de resgate							
6.4.4	Nas áreas de resgate, deve ser previsto no mínimo um M.R. a cada 500 pessoas de lotação, por pavimento, sendo no mínimo um por pavimento e um para cada escada e elevador de emergência.		REQUISITO	área de resgate	quantidade de M.R.	≥	1 M.R.							
			REQUISITO	área de resgate	quantidade de M.R.	≥	1/cada 500 pessoas de lotação	M.R.						
			REQUISITO	área de resgate	quantidade de M.R. por pavimento	≥	1 M.R.							
			REQUISITO	área de resgate	quantidade de M.R. por escada de emergência	≥	1 M.R.							
			REQUISITO	área de resgate	quantidade de M.R. por elevador de emergência	≥	1 M.R.							
	Se a antecâmara das escadas e a dos elevadores de emergência forem comuns, o quantitativo de M.R. pode ser compartilhado.		EXCEÇÃO	espaço	tipo	inclui	antecâmara comum para escadas e elevadores de emergência							
			REQUISITO	área de resgate	quantidade de M.R. por escada e elevador de emergência	≥	1 M.R.							
6.4.5	A área de resgate deve estar localizada fora do fluxo principal de circulação.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	tipo	inclui	área de resgate							
			REQUISITO	área de resgate	está no fluxo principal de circulação	=	FALSO							
	deve garantir área mínima de circulação e manobra para rotação de 180°, conforme 4.3.3.		REQUISITO	área de resgate	dimensões	≥	manobra 180°					retângulo de 1,50 x 1,20 (não é necessário o retângulo completo - ver Figura 7 da NBR 9050)		
	quando localizada em nichos, deve respeitar os parâmetros mínimos definidos em 4.3.6.		SELEÇÃO	área de resgate	localizada em nichos	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	área de resgate	atende 4.3.6	=	VERDADEIRO							
	deve ser ventilada.		REQUISITO	área de resgate	ventilada	=	VERDADEIRO							
	deve ser provida de dispositivo de emergência ou intercomunicador.		REQUISITO	área de resgate	possui dispositivo de emergência ou intercomunicador	=	VERDADEIRO							
	deve ter o M.R. sinalizado conforme 5.5.2.2.		REQUISITO	área de resgate	M.R. sinalizado conforme 5.5.2.2	=	VERDADEIRO							
6.5	Área de descanso													
		[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	tipo	=	rota acessível							
	Recomenda-se prever uma área de descanso, fora da faixa de circulação, a cada 50 m, para piso com até 3% de inclinação.		SELEÇÃO	piso	inclinação	≤	3,00%							
			REQUISITO	rota acessível	área de descanso fora da faixa de circulação	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	área de descanso	intervalo	a cada	50,00 m							
			SELEÇÃO	piso	inclinação	≤	5,00%							
	Recomenda-se prever uma área de descanso, fora da faixa de circulação, a cada 30 m, para piso de 3% a 5% de inclinação.		REQUISITO	rota acessível	área de descanso fora da faixa de circulação	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	área de descanso	intervalo	a cada	30,00 m							
	Para inclinações superiores a 5%, deve ser atendido o descrito em 6.6.		SELEÇÃO	piso	inclinação	>	5,00%							
			REQUISITO	área de descanso	atende item 6.6	=	VERDADEIRO							
	As áreas de descanso devem estar dimensionadas para permitir a manobra de cadeiras de rodas.		APLICAÇÃO	espaço	tipo	=	área de descanso							
			REQUISITO	área de descanso	dimensões atendem item 4.3.4 e 4.3.5	=	VERDADEIRO							
	recomenda-se a instalação de bancos com encosto e braços.		REQUISITO	área de descanso	contém bancos com encostos e braços	=	VERDADEIRO							
6.6	Rampas													
6.6.1	Gerais													
		piso	APLICAÇÃO	piso						ok				

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	regras	Comentários				
											observação						
6.1	Rota acessível	Superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5% são consideradas rampas, e devem atender às condições de 6.3.	declividade igual ou superior a 5%	SELEÇÃO	piso	declividade	≥	5,00	%		ok	Para o SMC, a entidade será sempre "rampa". As regras filtram a inclinação.					
			classificar como rampa	SELEÇÃO	objeto	é rampa	=	VERDADEIRO		ok							
			atender 6.3	REQUISITO					ok	atendido em 6.3							
6.6.2	Dimensionamento	Tabela 6	rampa	APLICAÇÃO	elemento	tipo	=	rampa			ok	o SMC considera cada lance como uma rampa independente. Assim os patamares intermediários e lances não são considerados.	SOL/230/1.1; SOL/207/1.4;				
			desnível	REQUISITO	segmento	altura	≤	1,50	m		ok						
			inclinação	REQUISITO	segmento	inclinação	=	5,00	%	1:20	ok						
			número de segmentos	REQUISITO	rampa	número de segmentos	qualquer				n/a						
			desnível	REQUISITO	segmento	altura	≤	1,00	m		ok						
			inclinação	REQUISITO	segmento	inclinação	≤	6,25	%	1:16	ok						
			número de segmentos	REQUISITO	rampa	número de segmentos	qualquer				n/a						
			desnível	REQUISITO	segmento	altura	≤	0,80	m		ok						
			inclinação	REQUISITO	segmento	inclinação	≤	8,33	%	1:12	ok						
			número de segmentos	REQUISITO	rampa	número de segmentos	≤	15	segmentos		Verificável no SMC?						
			inclinação entre 6,25 % e 8,33 %	APLICAÇÃO	rampa	inclinação	>	6,25	%	1:16	ok						
			área de descanso	REQUISITO	rampa	inclinação	≤	8,33	%	1:12	ok						
			área de descanso	REQUISITO	rampa	ter área de descanso	igual	VERDADEIRO			Verificável no SMC?						
			a cada 50 m de percurso	REQUISITO	área de descanso	distância	≤	50,00	m		Verificável no SMC?						
			exceto rampas citadas em 10.4	EXCEÇÃO	espaço	uso	inclui	plateia; palco			atenção			aperfeiçoar exclusão de Palco			
			exceto rampas citadas em 10.12	EXCEÇÃO	espaço	uso	inclui	piscina						Não será incluída a exceção nesta pesquisa;			
			exceto rampas citadas em 10.14	EXCEÇÃO	espaço	uso	inclui	praia									
			atender itens externos											item externo			
			6.6.2.2	Tabela 7 (Em reformas, quando esgotadas as possibilidades de soluções que atendam integralmente à Tabela 6)	rampa	APLICAÇÃO	elemento	tipo	=	rampa					ok	"Esgotadas as possibilidades" deve ser verificado manualmente. A regra está configurada para esta condição.	
					reformas, quando esgotadas as possibilidades de soluções que atendam integralmente à Tabela 6	SELEÇÃO								atenção			
desnível	REQUISITO	segmento			altura	≤	0,20	m		ok							
inclinação	REQUISITO	segmento			inclinação	≤	10,00	%	1:10	ok							
número de segmentos	REQUISITO	rampa			número de segmentos	≤	4	segmentos		Verificável no SMC?							
desnível	REQUISITO	segmento			altura	≤	0,075	m		ok							
inclinação	REQUISITO	segmento	inclinação	≤	12,50	%	1:8	ok									
número de segmentos	REQUISITO	rampa	número de segmentos	≤	1	segmentos		Verificável no SMC?									
6.6.2.3	Para rampas em curva, a inclinação máxima admissível é de 8,33 % (1:12) e o raio mínimo de 3,00 m, medido no perímetro interno à curva.	rampa	APLICAÇÃO	elemento	tipo	=	rampa				Não foi possível identificar no SMC						
		em curva	SELEÇÃO														
		inclinação máxima admissível é de 8,33 % (1:12)	REQUISITO	rampa	inclinação	≤	8,33	%	1:12								
		raio interno mínimo de 3,00 m	REQUISITO	rampa	raio interno	≥	3,00	m									
6.6.2.4	Figura 71: A dimensão longitudinal mínima do patamar é de 1,20 m, e recomendável 1,50 m.	dimensão longitudinal mínima do patamar é de 1,20 m	REQUISITO	patamar	comprimento	≥	1,20	m			Descartado: "recomendável 1,50m"						
		rampas internas	APLICAÇÃO	elemento	tipo	inclui	rampa				SMC não verifica inclinação transversal						
A inclinação transversal de rampas internas não pode exceder 2%.	SELEÇÃO	localização	interna	=	VERDADEIRO												
inclinação transversal máxima 2%	REQUISITO	rampa	inclinação transversal	≤	2,00	%											
rampas externas	APLICAÇÃO	elemento	tipo	inclui	rampa												
A inclinação transversal de rampas externas não pode exceder 3%.	SELEÇÃO	localização	interna	=	FALSO												
inclinação transversal máxima 3%	REQUISITO	rampa	inclinação transversal	≤	3,00	%											
6.6.2.5	Largura de acordo com o fluxo de pessoas											Fórmula indefinida (ver texto no trabalho escrito); Porém, é possível calcular conforme fluxo, mas a regra só pode ser configurada após definido o valor					

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	regras	Comentários
											observação		
6.1	Rota acessível												
6.7.1	Características dos pisos e espelhos												
	Nas escadas fixas e degraus em rotas acessíveis, não podem ser utilizados espelhos vazados.	Escada fixa ou degrau em rotas acessíveis	APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	escada; degrau;			ok			
		não podem ser utilizados espelhos vazados	SELEÇÃO	escada ou degrau	em rota acessível	=	VERDADEIRO			ok			
			REQUISITO	escada ou degrau	espelho vazado	=	FALSO			ok		SOL/220/2.1; SOL/230/1.1; SOL/210/3.1;	
	Se houver bocel ou espelho inclinado, a projeção da aresta pode avançar no máximo 1,5 cm sobre o piso abaixo.		APLICAÇÃO	escada ou degrau	bocel ou espelho inclinado	=	VERDADEIRO			ok			
			REQUISITO	bocel ou espelho inclinado	avanço sobre o piso abaixo	≤	1,50 cm			parcial	O SMC verifica apenas bocel (step nose); espelho inclinado não		
6.7.2	Dimensionamento de degraus isolados												Redundante com escadas
6.8	Escadas												
6.8.1	Uma sequência de três degraus ou mais deve ser tratada como escada		APLICAÇÃO	componente	tipo	=	escada			ok			
			REQUISITO	escada	número de degraus	≥	3 degraus			ok			
			APLICAÇÃO	componente	tipo	=	escada			ok			
	As dimensões dos pisos e espelhos devem ser constantes em toda a escada ou degraus isolados.	pisos e espelhos	SELEÇÃO	escada	elemento	inclui	pisos; espelhos			ok			
		pisos uniformes	REQUISITO	pisos	comprimentos uniformes	=	VERDADEIRO				SMC verifica altura uniforme de espelhos quando um intervalo é informado?		Testar em uma extensão da pesquisa
		espelhos uniformes	REQUISITO	espelhos	alturas uniformes	=	VERDADEIRO			ok			
6.8.2	a) $0,63\text{ m} \leq p + 2e \leq 0,65\text{ m}$,	equação: $0,63\text{ m} \leq p + 2e \leq 0,65\text{ m}$	REQUISITO	equação	$p + 2e$	≥	0,63 m			ok			
		"	REQUISITO	equação	$p + 2e$	≤	0,65 m			ok			
		piso	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	piso			ok			
	b) pisos (p): $0,28\text{ m} \leq p \leq 0,32\text{ m e}$	"	REQUISITO	piso	comprimento	≥	0,28 m			ok			
		"	REQUISITO	piso	comprimento	≤	0,32 m			ok			
		espelho	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	espelho			ok			
		"	REQUISITO	espelho	altura	≥	0,16 m			ok			
		"	REQUISITO	espelho	altura	≤	0,18 m			ok			
6.8.3	Largura de acordo com o fluxo de pessoas, conforme ABNT NBR 9077												Fórmula indefinida (ver texto no trabalho escrito); Remete a item externo
	A largura mínima para escadas em rotas acessíveis é de 1,20 m,		APLICAÇÃO	componente	tipo	=	escada			ok			
	e deve dispor de guia de balizamento conforme 6.6.3.		REQUISITO	escada	largura	≥	1,20 m			ok			
			REQUISITO	guia de balizamento	altura	≥	0,05 m			pendente			Redundante com o item 6.6.3 (guia de balizamento)
6.8.4	Em construções novas, o primeiro e o último degraus de um lance de escada devem distar no mínimo 0,30 m da área de circulação adjacente	construções novas	APLICAÇÃO	edifício	estado de renovação	=	a construir			pendente	aperfeiçoar regra SMC, pois não está diferenciando "obra nova"		
		lance de escada	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	escada			ok			
		primeiro e último degraus	SELEÇÃO	degrau	localização	=	primeiro; último			ok			
	devem distar no mínimo 0,30 m da área de circulação adjacente		REQUISITO	degrau	distância para a área de circulação adjacente	≥	0,30 m			ok			
	e devem estar sinalizados de acordo com o disposto na Seção 5.	devem estar sinalizados de acordo com o disposto na Seção 5	REQUISITO	degrau	sinalizado de acordo com o disposto na Seção 5	=	VERDADEIRO						Remete a item externo
6.8.5	A inclinação transversal dos degraus em escadas internas não pode exceder 1%.		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	degrau						
			SELEÇÃO	localização	interna	=	VERDADEIRO						
			REQUISITO	degrau	inclinação transversal	≤	1,00 %				SMC não verifica inclinação transversal		
	A inclinação transversal dos degraus em escadas externas não pode exceder 2%.		APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	degrau						
			SELEÇÃO	localização	interna	=	FALSO						
			REQUISITO	degrau	inclinação transversal	≤	2,00 %						
6.8.6	Escadas com lances curvos ou mistos devem atender à ABNT NBR 9077												Remete a item externo; conflitante com item 6.8.7?
	e é necessário que, à distância de 0,55 m da borda interna da escada, os pisos e espelhos sejam dimensionados conforme 6.8.2.										O SMC verifica o ângulo do degrau (winders)		Necessário calcular o ângulo dos degraus.
6.8.7	As escadas devem ter no mínimo um patamar a cada 3,20 m de desnível.	escada	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	escada			ok			
		patamar no mínimo a cada 3,20m de desnível	REQUISITO	escada	intervalo entre patamares	≤	3,20 m			ok			SOL/220/2.1; SOL/230/1.1; SOL/210/3.1;

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	observação	regras	Comentários
6.1	Rota acessível													
6.1	As escadas devem ter no mínimo um patamar sempre que houver mudança de direção.	patamar sempre que houver mudança de direção	REQUISITO	escada	patamar em mudança de direção	=	VERDADEIRO					Verificável no SMC?		conflitante com item 6.8.6?
6.8.8	Entre os lances da escada devem ser previstos patamares com dimensão longitudinal mínima de 1,20 m.		REQUISITO	escada	possui patamar intermediário	=	VERDADEIRO			ok			SOL/220/2.1; SOL/230/1.1; SOL/210/3.1;	
	Os patamares situados em mudanças de direção devem ter dimensões iguais à largura da escada.		REQUISITO	escada	possui patamar em mudança de direção	=	VERDADEIRO					Verificável no SMC?		
	Quando houver porta nos patamares, sua área de varredura não pode interferir na dimensão mínima do patamar.		REQUISITO	patamar	obstruído pela área de varredura da porta	=	FALSO			ok		o item 6.1.1.2 faz esta verificação em rota acessível desobstruída		
	A inclinação transversal de patamares em escadas internas não pode exceder 1%.		APLICACÃO	componente	tipo	inclui	patamar							
6.8.9	A inclinação transversal de patamares em escadas externas não pode exceder 2%.		SELEÇÃO	localização	interna	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	patamar	inclinação transversal	≤	1,00 %					SMC não verifica inclinação transversal		
			APLICACÃO	componente	tipo	inclui	patamar							
			SELEÇÃO	localização	interna	=	FALSO							
6.9	Corrimãos e guarda-corpos													
	Os corrimãos podem ser acoplados aos guarda-corpos.	[ver cores da coluna TEXTO]										DESCARTADO: indiferente		
	devem ser construídos com materiais rígidos.		APLICACÃO	componente	tipo	=	corrimão							
	devem ser sinalizados conforme a Seção 5.		REQUISITO	corrimão	material rígido	=	VERDADEIRO					Verificável no SMC?		
6.9.2	O dimensionamento dos corrimãos deve atender ao descrito em 4.6.5.	[ver cores da coluna TEXTO]	REQUISITO	corrimão	dimensionamento atende item 4.6.5 *	=	VERDADEIRO					(*) 4.6.5 se refere à empunhadura do corrimão.		
			APLICACÃO	componente	tipo	=	corrimão			ok				
6.9.2.1	Os corrimãos devem ser instalados em ambos os lados de rampas e escadas, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, medidos da face superior até a superfície do piso da rampa e do patamar.		SELEÇÃO	corrimão	associado a	=	rampa			ok				
			SELEÇÃO	corrimão	associado a	=	escada			ok				
			REQUISITO	corrimão	instalado em ambos os lados	=	VERDADEIRO			ok		ver exceção no item 6.9.4.2		
			REQUISITO	corrimão	duplo (duas alturas)	=	VERDADEIRO			parcial		O SMC verifica apenas um corrimão dentro de um intervalo de altura especificado; Verificar a forma de		
	Quando se tratar de degrau isolado, basta uma barra de apoio horizontal ou vertical, com comprimento mínimo de 0,30 m e com seu eixo posicionado a 0,75 m de altura do piso.		REQUISITO	corrimão	altura 1	=	0,92 m			parcial				
			REQUISITO	corrimão	altura 2	=	0,70 m			parcial				
			APLICACÃO	componente	tipo	=	degrau isolado			ok				
			REQUISITO	barra de apoio	quantidade	≥	1 barra			ok				
			REQUISITO	barra de apoio	posição	=	horizontal; vertical					Verificável no SMC?		
			REQUISITO	barra de apoio	comprimento	≥	0,30 m					O SMC verifica a extensão necessária além da escada;	RAMPAS: SOL/230/1.1; SOL/207/1.4; ESCADAS: SOL/220/2.1; SOL/230/1.1; SOL/210/3.1;	
6.9.2.2	Os corrimãos laterais devem ser contínuos, sem interrupção nos patamares das escadas e rampas.		APLICACÃO	componente	tipo	=	corrimão lateral			ok				
	devem prolongar-se paralelamente ao patamar, pelo menos por 0,30 m nas extremidades, sem interferir com áreas de circulação ou prejudicar a vazão.		REQUISITO	corrimão lateral	contínuo	=	VERDADEIRO			ok				
6.9.2.3	As extremidades dos corrimãos devem ter acabamento recurvado, ser fixadas ou justapostas à parede ou piso, ou ainda ter desenho contínuo, sem protuberâncias.		REQUISITO	corrimão lateral	prolongamento nas extremidades, paralelo ao patamar	≥	0,30 m			ok				
			REQUISITO	corrimão lateral	interferem em área de circulação ou prejudicam a vazão	=	FALSO					Deve ser verificado como obstáculos nos espaços de circulação (item 6.1)		
6.9.3	Em edificações existentes, onde for impraticável promover o prolongamento do corrimão no sentido do caminhamento, este pode ser feito ao longo da área de circulação ou fixado na parede adjacente.	[ver cores da coluna TEXTO]	EXCEÇÃO	edifício	estado de renovação	=	reforma					DESCARTADO: "impraticável"		
			REQUISITO	corrimão lateral	ao longo da área de circulação ou fixado na parede adjacente	=	PERMITIDO					Deve ser verificado como obstáculos nos espaços de circulação (item 6.1)		
			APLICACÃO	espaço	tipo	ou, ou	escada; rampa							

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	observação	regras	Comentários
6.1	Rota acessível													
6.9.4	superior a 2,40 m, é necessária a instalação de no mínimo um corrimão intermediário, garantindo faixa livre de circulação com largura mínima de 1,20 m.		SELEÇÃO	escada; rampa	largura	≥	2,40 m							
			REQUISITO	corrimão	instalado "dentro" da largura (intermediário)	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	escada; rampa	faixa de circulação entre corrimãos	≥	1,20 m							
6.9.4.1	Os corrimãos intermediários devem ser interrompidos quando o comprimento do patamar for superior a 1,40 m, garantindo o espaçamento mínimo de 0,80 m entre o término de um segmento e o início do seguinte.		APLICAÇÃO	componente	tipo	=	corrimão intermediário							
			SELEÇÃO	patamar	comprimento	≥	1,40 m							
			REQUISITO	corrimão intermediário	contínuo	=	FALSO							No SMC é possível filtrar as rampas com largura igual ou superior a 2,40 m, porém não é possível verificar corrimão intermediário.
			REQUISITO	corrimão intermediário	espaçamento entre o término de um segmento e início do seguinte	≥	0,80 m							
6.9.4.2	Em escadas e degraus é permitida a instalação de apenas um corrimão duplo e com duas alturas, a 0,92 m e a 0,70 m do piso, respeitando a largura mínima de 1,20 m, em ambos os lados.		EXCEÇÃO	escada; degrau	corrimão central duplo (virado para ambos os lados) E com duas alturas	=	PERMITIDO							
			REQUISITO	escada; degrau	largura em ambos os lados do corrimão central	≥	1,20 m							
6.9.5	Quando não houver paredes laterais, as rampas ou escadas devem incorporar elementos de segurança como guia de balizamento e guarda-corpo, e devem respeitar os demais itens de segurança desta Norma, tais como dimensionamento, corrimãos e sinalização.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	elemento	tipo	ou, ou	rampa; escada			pendente				
			SELEÇÃO	rampa ou escada	contém parede lateral	=	FALSO			pendente				
			REQUISITO	rampa ou escada	tem guarda-corpo	=	VERDADEIRO			pendente				
			REQUISITO	rampa ou escada	tem corrimão	=	VERDADEIRO			pendente				
			REQUISITO	rampa ou escada	tem guia de balizamento com altura mínima de 0,05 m	=	VERDADEIRO			pendente				
			REQUISITO	rampa ou escada	sinalizado conforme Seção 5	=	VERDADEIRO			pendente				
6.9.6	Os guarda-corpos devem atender às ABNT NBR 9077 e ABNT 14718.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	guarda-corpo							
			REQUISITO	guarda-corpo	atender ABNT NBR 9077 e ABNT NBR 14718	=	VERDADEIRO				DESCARTADO: item externo			
6.11	Circulação interna													
6.11.1	Corredores													
		0,9	REQUISITO	corredor	largura	≥	0,90 m			ok				
a) 0,90 m para corredores de uso comum com extensão até 4,00 m;	corredores		APLICAÇÃO	espaço	uso	=	corredor			ok				
	uso comum		SELEÇÃO	espaço	uso	inclui	comum			ok				
	extensão até 4m		SELEÇÃO	corredor	comprimento	≤	4,00 m			ok				
		1,2	REQUISITO	corredor	largura	≥	1,20 m			ok				
b) 1,20 m para corredores de uso comum com extensão maior do que 4,00 m e até 10,00 m;	corredores		APLICAÇÃO	espaço	uso	=	corredor			ok				
	uso comum		SELEÇÃO	espaço	uso	inclui	comum			ok				
	extensão maior do que 4m		SELEÇÃO	corredor	comprimento	>	4,00 m			ok				
	e até 10m		SELEÇÃO	corredor	comprimento	≤	10,00 m			ok				
		1,5	REQUISITO	corredor	largura	≥	1,50 m			ok				
e 1,50 m para corredores de uso comum com extensão superior a 10,00 m;	corredores		APLICAÇÃO	espaço	uso	=	corredor			ok				
	uso comum		SELEÇÃO	espaço	uso	inclui	comum			ok				
	extensão maior do que 10m		SELEÇÃO	corredor	comprimento	>	10,00 m			ok				
		1,5	REQUISITO	corredor	largura	≥	1,50 m			ok				
c) 1,50 m para corredores de uso público;	corredores		APLICAÇÃO	espaço	uso	=	corredor			ok				
	uso público		SELEÇÃO	espaço	uso	inclui	público			atenção	Aperfeiçoar filtro "uso público"			
		1,5	REQUISITO	corredor	largura	>	1,50 m							
d) maior que 1,50 m para corredores para grandes fluxos de pessoas, conforme aplicação da equação apresentada em 6.12.6.	fórmula		REQUISITO	corredor	largura	≥	resultado fórmula							
	corredores		APLICAÇÃO	espaço	uso	=	corredor				DESCARTADO: depende de fórmula			
	extensão maior do que 10m		SELEÇÃO	corredor	uso	inclui	grande fluxo de pessoas							
			APLICAÇÃO	edifício; equipamento urbano	estado de renovação	=	a reformar							
Em edificações e equipamentos urbanos existentes, onde a adequação dos corredores seja impraticável, devem ser implantados	[ver cores da coluna TEXTO]		SELEÇÃO	corredor	adequação	=	impraticável			atenção	Deve ser verificado manualmente			

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	observação	regras	Comentários
6.1	Rota acessível													
6.11.1.1	bolsões de retorno com dimensões que permitam a manobra completa de uma cadeira de rodas (180°), sendo no mínimo um bolsão a cada 15,00 m.		REQUISITO	bolsão de retorno	dimensões	≥	manobra 180°							retângulo de 1,50 x 1,20 (não é necessário o retângulo completo - ver Figura 7 da NBR 9050)
	a largura mínima de corredor deve ser de 0,90 m.		REQUISITO	bolsão de retorno	intervalor entre bolsões	≤	15,00 m							
			REQUISITO	corredor	largura	≥	0,90 m							
6.11.1.2	Para transposição de obstáculos, objetos e elementos com no máximo 0,40 m de extensão, a largura mínima do corredor deve ser de 0,80 m.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	uso	=	corredor			ok				
			SELEÇÃO	corredor	extensão da transposição de obstáculos, objetos e elementos	≤	0,40 m			ok				
			REQUISITO	corredor	largura	≥	0,80 m			ok				
			APLICAÇÃO	espaço	uso	=	corredor			ok				Testar variações e APERFEIÇOAR para casos distintos
	Para transposição de obstáculos, objetos e elementos com extensão acima de 0,40 m, a largura mínima do corredor deve ser de 0,90 m.		SELEÇÃO	corredor	extensão da transposição de obstáculos, objetos e elementos	>	VERDADEIRO			ok				
			REQUISITO	corredor	largura	≥	0,90 m			ok				
6.11.2	Portas													
6.11.2.1	Em espaços com portas em sequência, deve ser garantido um espaço mínimo equivalente a um círculo de 1,50 m de diâmetro, livre de quaisquer obstáculos, inclusive da área de varredura das portas simultaneamente.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço						ok				
			SELEÇÃO	espaço	portas em sequência	=	VERDADEIRO			ok				
			REQUISITO	espaço	dimensões (diâmetro de um círculo)	≥	1,50 m			ok				
			REQUISITO	espaço	interferência de obstáculos e/ou varredura de portas	=	FALSO			ok			SOL/208/3.1;	
	Em espaços com portas em sequência, deve ser garantido um espaço mínimo de 0,60m ao lado da maçaneta de cada porta.		REQUISITO	espaço	dimensões ao lado da maçaneta de cada porta	≥	0,60 m			ok				
6.11.2.2	No deslocamento frontal, quando as portas abrirem no sentido do deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,30 m entre a parede e a porta.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	sentido de deslocamento do usuário	=	frontal			ok				
			SELEÇÃO	portas	sentido de abertura	=	sentido do deslocamento			ok				
			REQUISITO	espaço	distância livre entre a parede e a porta	≥	0,30 m			ok				SOL/208/3.1;
	No deslocamento frontal, quando as portas abrirem no sentido oposto ao deslocamento do usuário, deve existir um espaço livre de 0,60 m, contíguo à maçaneta.		APLICAÇÃO	espaço	sentido de deslocamento do usuário	=	frontal			ok				
			SELEÇÃO	portas	sentido de abertura	=	oposto ao deslocamento			ok				
			REQUISITO	espaço	distância livre contígua à maçaneta	≥	0,60 m			ok				
			EXCEÇÃO	espaço	distâncias requeridas são impraticáveis	=	VERDADEIRO							
	Na impraticabilidade da existência destes espaços livres, deve-se garantir equipamento de automação da abertura e fechamento das portas através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10.		REQUISITO	portas	contém equipamento de automação de abertura e fechamento através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10	=	VERDADEIRO				Impraticabilidade deve ser verificada manualmente			
	No deslocamento lateral, no lado da circulação oposto à abertura da porta, deve ser garantido 0,60 m de espaço livre de cada um dos lados da porta, e largura mínima de circulação de 1,20 m.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	espaço	sentido de deslocamento do usuário	=	lateral			ok				
			SELEÇÃO	portas	lado da circulação	=	oposto à abertura			ok				
			REQUISITO	espaço	distância livre de cada um dos lados da porta	≥	0,60 m			ok				
			REQUISITO	espaço	largura de circulação	≥	1,20 m			ok				SOL/208/3.1;
	No deslocamento lateral, no lado da circulação em que a porta abre, deve ser garantido 0,90 m de espaço livre do lado		APLICAÇÃO	espaço	sentido de deslocamento do usuário	=	lateral			ok				
			SELEÇÃO	portas	lado da circulação	=	mesmo da abertura			ok				Atendido no item 6.11.2.2 (acima) independentemente do sentido de circulação.

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	observação	regras	Comentários	
6.1.1.2.9	Rota acessível contígua à maçaneta, e largura mínima da circulação de 1,50 m.		REQUISITO	espaço	distância livre contígua à maçaneta	≥	0,90	m		ok					
			REQUISITO	espaço	largura de circulação	≥	1,50	m		ok					
			EXCEÇÃO	espaço	distâncias requeridas são impraticáveis	=	VERDADEIRO								
			REQUISITO	portas	contém equipamento de automação de abertura e fechamento através de botoeira ou sensor, conforme 6.11.2.9 e 6.11.2.10.	=	VERDADEIRO					Impraticabilidade deve ser verificada manualmente			
6.1.1.2.4	As portas, quando abertas, devem ter um vão livre, de no mínimo 0,80 m de largura e 2,10 m de altura.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta			ok					
			REQUISITO	porta	vão livre	≥	0,80	m		ok					
		REQUISITO	porta	altura livre	≥	2,10	m		ok						
		SELEÇÃO	porta	tipo	inclui	duas folhas ou mais				ok					
	Em portas de duas ou mais folhas, pelo menos uma delas deve ter o vão livre de 0,80 m.		REQUISITO	porta	vão de ao menos uma porta	≥	0,80	m		ok	No SMC NÃO clicar em "use widest panel width as multipanel door width"	SOL/208/3.1;			
	As portas instaladas em locais de prática esportiva, quando abertas, devem ter um vão livre, de no mínimo 1,00 m de largura e 2,10 m de altura.		SELEÇÃO	porta	local de instalação	inclui	prática esportiva			ok	Anotei "Sport", mas deve ser aperfeiçoado para casos distintos.				
6.1.1.2.5	O mecanismo de acionamento das portas deve requerer força humana direta igual ou inferior a 36 N.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta								
			REQUISITO	porta	força humana direta requerida para o mecanismo de acionamento	≤	36,00	N			Verificável no SMC?				
6.1.1.2.6	As maçanetas das portas devem ser do tipo alavanca, instaladas a uma altura entre 0,80 m e 1,10 m.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	maçaneta das portas								
			REQUISITO	maçaneta	tipo	=	alavanca					Verificável no SMC?			
			REQUISITO	maçaneta	altura	≥	0,80	m							
			REQUISITO	maçaneta	altura	≤	1,10	m							
6.1.1.2.7	As portas de sanitários e vestiários devem ter, no lado oposto ao lado da abertura da porta, um puxador horizontal associado à maçaneta.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta								
			SELEÇÃO	espaço	tipo	inclui	sanitários; vestiários								
		REQUISITO	porta	possui puxador horizontal associado à maçaneta, no lado oposto ao da abertura da porta	=	VERDADEIRO									
	O puxador horizontal deve estar localizado a uma distância de 0,10 m do eixo da porta (dobradiça) e possuir comprimento mínimo de 0,40 m, com diâmetro variando de 35 mm a 25 mm, instalado a 0,90 m do piso.		APLICAÇÃO	componente	tipo	=	puxador horizontal								
			REQUISITO	puxador horizontal	distância do eixo da porta (dobradiça)	=	0,10	m							
			REQUISITO	puxador horizontal	comprimento	≥	0,40	m							
			REQUISITO	puxador horizontal	diâmetro	≥	25,00	mm				Verificável no SMC?			
			REQUISITO	puxador horizontal	diâmetro	≤	35,00	mm							
		REQUISITO	puxador horizontal	altura (a partir do piso)	=	0,90	m								
	O dispositivo de travamento deve observar o descrito em 4.6.8.		APLICAÇÃO	componente	tipo	=	dispositivo de travamento da porta								
		REQUISITO	dispositivo de travamento da porta	atender o descrito em 4.6.8	=	VERDADEIRO									
Recomenda-se que as portas ou batentes de sanitários e vestiários tenham cor contrastante com a da parede e do piso.		APLICAÇÃO	componente	tipo	ou, ou	porta; batente									
		SELEÇÃO	espaço	tipo	inclui	sanitários; vestiários									
		REQUISITO	porta; batente	cor contrastante com a da parede e do piso	=	VERDADEIRO									
As portas do tipo vaivém devem ter visor com largura mínima de 0,20 m, tendo sua face inferior situada entre 0,40 m e 0,90 m do piso, e a face superior no mínimo a 1,50 m do piso.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta									
		SELEÇÃO	porta	tipo	=	vaivém									
		REQUISITO	porta	possui visor	=	VERDADEIRO									
		REQUISITO	visor	largura	≥	0,20	m								
		REQUISITO	visor	altura da face inferior	≥	0,40	m								
	REQUISITO	visor	altura da face inferior	≤	0,90	m									

ITEM	TEXTO (T1 ou T2)	Frase métrica	Tipo	Objeto	Propriedade	Comparação	Alvo	Unidade	Unid. alt.	status	SMC	observação	regras	Comentários
6.1 6.11.2.0	Rota acessível		REQUISITO	visor	altura da face superior	≥	1,50 m				VERIFICÁVEL SMC?			
	O visor deve estar localizado no mínimo entre o eixo vertical central da porta e o lado oposto às dobradiças da porta.		REQUISITO	visor	localização horizontal entre o eixo vertical central da porta e o lado oposto às dobradiças da porta	=	VERDADEIRO							
6.11.2.9	Quando as portas forem providas de dispositivos de acionamento pelo usuário, estes devem estar instalados fora da área de abertura da folha da porta e à altura de alcance entre 0,80 m e 1,00 m.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta				Verificável no SMC?			
			SELEÇÃO	porta	contém dispositivo de acionamento pelo usuário	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	dispositivo de acionamento da porta pelo usuário	localizado fora da área de abertura da folha da porta	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	dispositivo de acionamento da porta pelo usuário	altura de alcance	≥	0,80 m							
			REQUISITO	dispositivo de acionamento da porta pelo usuário	altura de alcance	≤	1,00 m							
6.11.2.10	Quando as portas forem acionadas por sensores ópticos, estes devem estar ajustados para detectar pessoas de baixa estatura, crianças e usuários de cadeiras de rodas.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta				Verificável no SMC?			
			SELEÇÃO	porta	acionada por sensor óptico	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	sensor óptico	ajustado para detectar pessoas de baixa estatura, crianças e usuários de cadeira de rodas	=	VERDADEIRO							
	Quando as portas forem acionadas por sensores ópticos, deve ser previsto dispositivo de segurança que impeça o fechamento da porta sobre a pessoa.		REQUISITO	sensor óptico	contém dispositivo de segurança que impeça o fechamento da porta sobre o usuário	=	VERDADEIRO							
6.11.2.11	Em portas de correr, recomenda-se a instalação de trilhos na sua parte superior.	[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	=	porta				DESCARTADO "recomenda-se"			Os trilhos, guias e frestas podem ser verificados como obstáculos na rota acessível
			SELEÇÃO	porta	tipo	=	de correr							
		Os trilhos ou as guias inferiores, se houver, devem estar nivelados com a superfície do piso.		REQUISITO	trilhos ou guias inferiores	nivelados com a superfície do piso	=	VERDADEIRO						
		As frestas resultantes da guia inferior devem ter largura de no máximo 15 mm.		REQUISITO	frestas resultantes da guia inferior	largura	≤	15,00 mm						
6.11.2.13		[ver cores da coluna TEXTO]	APLICAÇÃO	componente	tipo	inclui	porta ou parede envidraçada				Verificável no SMC?			
			SELEÇÃO	espaço	localizada na área de circulação	=	VERDADEIRO							
	a) a sinalização deve ser em faixa contínuo ou elementos gráficos, com no mínimo 50 mm de espessura, instalada a uma altura entre 0,90 m e 1,00 m em relação ao piso acabado.		REQUISITO	porta ou parede envidraçada	sinalização contínua em faixa ou elementos gráficos	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	sinalização	espessura da faixa	≥	50,00 mm							
			REQUISITO	sinalização	altura	≥	0,90 m							
			REQUISITO	sinalização	altura	≤	1,00 m							
	b) nas portas das paredes envidraçadas que façam parte de rotas acessíveis, deve haver faixa de sinalização visual emoldurando-as, com dimensão mínima de 50 mm de largura.		SELEÇÃO	espaço	rota acessível	=	VERDADEIRO							
			REQUISITO	sinalização	faixa emoldurando a porta	=	VERDADEIRO							
c) recomenda-se que a faixa tenha duas cores com o mínimo de 30 pontos de contraste de LRV entre elas;		REQUISITO	sinalização	largura	≥	50,00 mm								
										DESCARTADO "recomenda-se"				

Anexo A – Prancha de desenho do contrato para desenvolvimento do Projeto Executivo para adaptação de acessibilidade

Este anexo apresenta uma das pranchas de desenho do projeto utilizado nesta pesquisa, a fim de ilustrar o processo tradicional de análise utilizado no referido contrato.

Anexo B – Aprovação da FDE sobre o projeto apresentado

Este anexo apresenta a aprovação do contratante do projeto utilizado na pesquisa, a fim de demonstrar que suas soluções foram validadas por profissionais habilitados e que seus elementos atendem ao exigido pela ABNT NBR 9050:2015.

EE: **EE PROF CANDIDO DE OLIVEIRA**

Município: **SÃO PAULO**

Código: | 0 0 | 6 2 | 1 0 5

Tipo da Intervenção: ACESSIBILIDADE E COMBATE À INCÊNDIO

PI: **2008/03294**

Escritório Contratado

Responsável pela análise

Coordenador de Área

KAMIMURA E GONZALEZ

SILVIA MORALES

SILVIA MORALES

FOLHAS ANALISADAS

7

Data: **18/07/19**

Análise nº / Fase **CD-ENT01**

RESSALVAS

A documentação apresentada foi analisada com base no Programa Arquitetônico da Secretaria de Estado da Educação, nas Normas Brasileiras vigentes, na Legislação específica vigente e nas Normas da FDE para construção de edifício escolar, e recebeu os comentários a seguir:

IMPLANTAÇÃO

TERRAPLENAGEM

PLANTAS, CORTES, ELEVAÇÕES, DETALHES, NOTAS

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA GERAL E APRESENTAÇÃO DO PROJETO

CONFORTO E CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

Conclusão:

O Projeto Executivo de ARQUITETURA está LIBERADO.

2 : 0

Análise e Aprovação do Projeto Executivo

Ficará de inteira responsabilidade do escritório contratado a compatibilização entre as diversas áreas técnicas envolvidas no projeto: ARQ-EST-ELE-HID-PAI-INC. A FDE analisará os projetos executivos com o objetivo de verificar se todas as informações contidas nos produtos gráficos foram formalizadas adequadamente segundo os cadernos " Normas de Apresentação de Projetos de Edificações". A qualquer momento, inclusive durante o andamento da obra, a FDE poderá solicitar esclarecimentos ou complementações que se fizerem necessários ao responsável técnico pelo projeto.

Anexo C – Regras do Solibri Office

Este anexo apresenta a relação das regras padrão disponíveis no software de verificação Solibri, versão 9.6. A versão utilizada na pesquisa foi a 9.10.5.18, porém as regras utilizadas são equivalentes às desta relação.

SOLIBRI MODEL CHECKER 9.6

LISTA COMPLETA - TEMPLATES DE REGRAS

ID	Nome ENG	Nome POR	Descr
SOL 1	General Intersection Rule	Regra Geral de Intersecções	Esta regra checa a intersecção entre componentes. O usuário pode configurar quais componentes a regra irá checar e como isto será feito.
SOL 11	Model Should Have Components	Componentes Necessários no Modelo	Esta regra checa se o modelo contém componentes de tipos selecionados. Também checa se os componentes possuem um tipo de construção.
SOL 111	Floor and Gross Area Analysis	Análise de Área do Andar e Área Total	Esta regra checa e lista várias informações relacionadas aos andares. A regra requer tanto Compartimentos de Áreas Totais (definidos na Vista de Compartimentação), ou existência de um 'espaço de área total' em cada andar. O 'Espaço de área total' é um componente de espaço que representa a área total do andar e agrupa todos os outros espaços do andar.
SOL 132	Space Area	Áreas de Espaços	Esta regra checa se a área de espaços específicos está dentro de limites predefinidos
SOL 161	Distances Between Spaces	Distâncias Entre Espaços	Esta regra checa se as distancias entre espaços correspondem aos requisitos dados.
SOL 162	Spaces Must Be Included in Space Groups	Espaços Devem Estar Incluídos em Grupos de Espaços	Esta regra checa se todos os espaços do modelo estão incluídos em algum grupo de espaços.
SOL 17	Layer of Component Must Be from Agreed List	Layers dos Componentes Devem Ser de uma Lista Definida	Esta regra checa se os componentes estão atribuídos aos layers corretos.
SOL 171	Component Property Values Must Be Consistent	Medidas de Componentes Devem ser Consistentes	Esta regra checa se os componentes com o mesmo tipo construtivo em todo o modelo ou no mesmo andar possuem as mesmas dimensões.
SOL 172	Fire Walls Must Have Correct Wall, Door, and Window Types	Paredes Corta-Fogo Devem Possuir Tipos Corretos de	Esta regra checa se todas as paredes entre diferentes zonas de incêndio possuem o tipo correto e que as portas e janelas nestas paredes são resistentes às chamas. Também checa se os tipos de paredes, portas e janelas corta-fogo não são usadas em outras partes do projeto.
SOL 175	Space Group Containment	Conteúdo de Grupos de Espaços	Esta regra checa se todos os grupos de espaços possuem uma quantidade requerida de determinados tipos de espaços.

SOLIBRI MODEL CHECKER 9.6

LISTA COMPLETA - TEMPLATES DE REGRAS

ID	Nome ENG	Nome POR	Descr
SOL 176	Model Structure	Estrutura do Modelo	Esta regra checa se o modelo inclui um edifício e andares com nomes únicos. Também checa se todos os componentes estão contidos em algum andar e se todos os andares possuem componentes. E finalmente também checa se todas as janelas e portas estão contidas em paredes.
SOL 179	Escape Route Analysis	Análise de Rota de Saída	Esta regra checa se é possível sair com segurança de um edifício em caso de incêndio ou outra emergência. O edifício deve possuir uma quantidade adequada de passagens para a saída que possuam capacidade suficiente, de maneira que o tempo de evacuação não seja perigosamente longo.
SOL 19	Spaces Must Have Enough Window Area	Os Espaços Devem Possuir Área Suficiente de Janelas	Esta regra checa se a taxa entre a área de janelas e a área do espaço está dentro dos limites determinados.
SOL 190	Fire Compartment Area Must Be within Limits	Área de Compartmento de Fogo Deve Estar Dentro de Limites	Esta regra checa se as áreas de compartimentos de fogo estão dentro de limites.
SOL 191	Spaces Must Be Included in Fire Compartments	Espaços Devem Ser Incluídos em Compartimentos de Fogo	Esta regra checa se todos os espaços do modelo estão incluídos em compartimentos de fogo.
SOL 202	Space Validation	Validação de Espaços	Esta regra checa se a geometria e localização dos espaços estão corretas. Checa se as bordas dos espaços estão próximas às paredes, colunas e outros objetos, e se os espaços estão tocando uma superfície de laje acima ou abaixo. Também checa a altura dos espaços e intersecções com outros componentes.
SOL 203	Required Property Sets	Propriedades Requeridas	Esta regra checa se o modelo contém o conjunto de propriedades e as propriedades requeridas. Também checa se as propriedades possuem (ou não) um valor e se este valor é aceitável.
SOL 206	Model Comparison	Comparação de Modelos	Esta regra compara dois modelos e apresenta as diferenças entre eles.
SOL 207	Accessible Ramp Rule	Regra de Acessibilidade de Rampas	Esta regra verifica a acessibilidade de rampas sob diferentes perspectivas. Ela verifica a inclinação, comprimento, largura, e os espaços livres no início e no fim das rampas. Ela também verifica as dimensões de patamares intermediários das rampas.
SOL 208	Accessible Door Rule	Regra de Acessibilidade de Portas	Esta regra verifica a acessibilidade de portas sob diferentes perspectivas. Ela verifica as dimensões, proporção de vidro, direções de abertura e os espaços livres da porta. Para usar esta regra os espaços devem estar classificados por seu uso.

SOLIBRI MODEL CHECKER 9.6

LISTA COMPLETA - TEMPLATES DE REGRAS

ID	Nome ENG	Nome POR	Descr
SOL 209	Free Floor Space	Espaço Livre de Circulação	Esta regra checa se os espaços possuem espaço suficiente de circulação.
SOL 21	Components Must Have Unique Identifier	Componentes Devem Ter Identificador Único	Esta regra checa se todo componente possui um identificador único (em todo o modelo, no andar da edificação ou no mesmo grupo de espaço). Também checa se os identificadores estão corretos (quando necessário).
SOL 210	Accessible Stair Rule	Regra de Acessibilidade de Escadas	Esta regra verifica a acessibilidade de escadas sob diferentes perspectivas. Ela verifica o número de degraus, dimensões dos degraus, dimensões dos patamares intermediários, e espaços livres no início e final das escadas. Alturas de vão de passagem acima e abaixo da escada não são checadas.
SOL 211	Accessible Window Rule	Regra de Acessibilidade de Janelas	Esta regra verifica a acessibilidade de janelas sob diferentes perspectivas. Atualmente ela verifica apenas a altura do peitoril. Para usar esta regra os espaços devem estar classificados por seu uso.
SOL 212	Building Envelope Validation	Validação do Envelope da Edificação	Esta regra checa se o envelope da edificação definido no modelo (ref. Propriedade de Envelope da Edificação na vista de info de paredes) é o mesmo que o envelope de contorno dos espaços de áreas totais e/ou espaços do modelo.
SOL 213	Shelf Running Metre Rule	Regra de Distância Corrida de Estantes	Esta regra checa a distância corrida das estantes. A regra também gera um relatório de todos os espaços de armazenagem com seus comprimentos.
SOL 215	Allowed Profiles	Perfis Permitidos	Esta regra checa se apenas os perfis listados de vigas e colunas estão sendo usados no modelo.
SOL 216	Wall Validation	Validação de Paredes	Esta regra checa a geometria e as medidas das paredes. A regra possui requisitos de medidas de distâncias de janelas, portas, aberturas, e bordas de paredes. Pode possuir também limitações para aceitar tipos de geometrias de paredes. A direção da geometria de extrusões também pode ser limitada.
SOL 218	Element Hole Validation Rule	Regra de Validação de Aberturas	Esta regra checa se as aberturas estão em localizações válidas.
SOL 220	Bottom to Bottom Distances	Distâncias Entre Faces Inferiores	Esta regra checa distâncias verticais entre componentes.

SOLIBRI MODEL CHECKER 9.6

LISTA COMPLETA - TEMPLATES DE REGRAS

ID	Nome ENG	Nome POR	Descr
SOL 221	Wall Distance	Distância de Paredes	Esta regra checa se as distâncias entre paredes estão em uma faixa aceitável.
SOL 222	Component Distance	Distância entre Componentes	Esta regra checa a distância entre componentes.
SOL 223	Structural Components Fit in Architectural Ones	Componentes Estruturais Estão Dentro dos Arquitetônicos	Esta regra checa se os componentes do modelo estrutural se encaixam dentro dos componentes do modelo arquitetônico.
SOL 224	Architectural Components Are Filled	Componentes Arquitetônicos Estão Preenchidos	Esta regra checa se componentes arquitetônicos estão preenchidos por componentes estruturais.
SOL 225	Number of Components in Space	Número de Componentes no Espaço	Esta regra checa se existe uma quantidade requerida de componentes dentro dos espaços.
SOL 226	Free Area in Front of Components	Área Livre em Frente aos Componentes	Esta regra checa se não há componentes bloqueando outros componentes predefinidos.
SOL 228	Floor Names Must Be Consecutive	Nomes de Andares Devem ser Sequenciais	Esta regra checa se os nomes dos andares possuem numeração e são sequenciais.
SOL 23	Components Must Touch Other Components	Componentes Devem Tocar Outros Componentes	Esta regra checa se os componentes tocam as superfícies de outros componentes acima ou abaixo deles.
SOL 230	Property Rule Template with Component Filters	Gabarito Regra de Propriedades com Filtros de Componentes	Esta regra checa apenas os componentes que passam pelos filtros da tabela "Componentes a Checar". A tabela "Requisitos" lista os requisitos para os componentes. Ambas as tabelas podem conter pelo menos um filtro.
SOL 231	Comparison Between Property Values	Comparação Entre Valores de Propriedades	Esta regra é usada para comparar os valores de duas propriedades associadas a um determinado componente.

SOLIBRI MODEL CHECKER 9.6

LISTA COMPLETA - TEMPLATES DE REGRAS

ID	Nome ENG	Nome POR	Descr
SOL 232	Manual Checking Rule	Regra de Checagem Manual	Esta regra cria ocorrências definidas nos parâmetros da regra. Esta regra pode ser usada se existirem casos que ainda não podem ser checados pelas regras existentes.
SOL 233	Allowed Beam Intersections	Intersecções Permitidas em Vigas	Esta regra checa intersecções de vigas com outros componentes que podem podem, entretanto, atravessa-las em uma área definida. Componentes (tipicamente tubos e dutos) que atravessam a viga na área permitida não irão gerar nenhuma ocorrência.
SOL 233	Allowed Beam Intersections	Intersecções Permitidas em Vigas	Esta regra checa intersecções de vigas com outros componentes que podem podem, entretanto, atravessa-las em uma área definida. Componentes (tipicamente tubos e dutos) que atravessam a viga na área permitida não irão gerar nenhuma ocorrência.
SOL 234	Component Inside Component	Componentes Dentro de Componentes	Esta regra checa distâncias entre as faces de componentes que estejam um dentro do outro.
SOL 25	Components Must be Connected to Spaces	Componentes Devem Estar Conectados a Espaços	Esta regra checa se componentes externos estão conectados a um espaço e componentes internos a dois espaços. Checa portas, janelas e aberturas.
SOL 36	Space Requirements	Requisitos de Espaços	Esta regra checa se o modelo contém uma quantidade determinada de espaços com um determinado tipo, nome ou número e área, por exemplo: 10 espaços de escritório com uma área de 10m ² +/- 5%.
SOL 37	Total Space Area on Each Floor	Área Total dos Espaços em Cada Andar	Esta regra checa se as áreas dos espaços em cada andar estão dentro dos limites fornecidos.
SOL 38	Space Count on Each Floor	Contagem de Espaços em Cada Andar	Esta regra checa se cada andar possui um número determinado de espaços de um certo tipo, ex.: se há 10 espaços de escritórios no piso térreo. Apenas os tipos definidos de espaços serão checados; espaços de tipos não listados são ignorados.
SOL 9	Property Values Must Be from Agreed List	Valores de Propriedades Devem Ser de Lista Seleccionada	Esta regra checa se apenas os valores de propriedades pré escolhidos estão em uso no modelo.