



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO URBANO

EDWIN FRADE VIDAL

**AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
POR MEIO DO PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DE NORMAS DE PROJETO**

Recife
2023

EDWIN FRADE VIDAL

**AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
POR MEIO DO PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DE NORMAS DE PROJETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Urbano.

Área de concentração: Arquitetura e Urbanismo

Orientador (a): Dr.^a Letícia Teixeira Mendes

Coorientador (a): Dr. Antônio Gualberto Filho

Recife

2023

Catalogação na fonte
Bibliotecária Mariana de Souza Alves – CRB-4/2105

V648a	Vidal, Edwin Frade Avaliação da acessibilidade em habitações de interesse social por meio do processo de verificação de normas de projeto/ Edwin Frade Vidal. – Recife, 2023. 175f.: il., fig., tab. Sob orientação de Letícia Teixeira Mendes. Sob coorientação de Antônio Gualberto Filho. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, 2023. Inclui referências, apêndice e anexos. 1. Verificação de Normas de Projeto. 2. Code Checking. 3. Building Information Modeling. 4. BIM. 5. Acessibilidade. 6. Habitação de Interesse Social. I. Mendes, Letícia Teixeira (Orientação). II. Gualberto Filho, Antônio (Corientação). II. Título. 711.4 CDD (22. ed.) UFPE (CAC 2023-186)
-------	---

EDWIN FRADE VIDAL

**AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
POR MEIO DO PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DE NORMAS DE PROJETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Urbano.

Aprovada em: 24 de agosto de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Letícia Teixeira Mendes (Orientadora)

MDU - Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Max Lira Veras Xavier de Andrade (Avaliador Interno)

MDU - Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Carlos Alejandro Nome Silva (Avaliador Externo)

PPGAU - Universidade Federal da Paraíba

Prof.^a Dr.^a Cristiana Maria Sobral Griz (Examinadora Externa)

PPGAU - Universidade Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Agradecer nem sempre é uma tarefa fácil, pois sempre existe o risco de esquecer alguém que merece ser reconhecido. Acredito que Deus, a família, os professores, as instituições de ensino e os amigos compõem a maioria dos textos de agradecimento dos trabalhos acadêmicos. Contudo, agradecer não é tão fácil quanto parece.

A Deus, Senhor do universo. É, e sempre será lembrado, pois tudo o que vivemos e fazemos depende da vontade d'Ele. É Ele quem determina o destino de nossas vidas e quem me guiou até aqui.

À família, a base de tudo. Compõe os meus maiores incentivadores: mãe, pai, namorada, avós, tios, primos, todos eles. Por mais que, às vezes, não compreendessem o universo acadêmico, sempre me apoiaram nas minhas aventuras e decisões estudantis e profissionais, sendo fundamentais para chegar até este momento.

Aos professores, da educação básica à pós-graduação. Pelo conhecimento, pela oportunidade de desenvolvimento e por me fornecer uma importante ferramenta de transformação: a educação.

Às Instituições Federais de Ensino. Por me proporcionar a capacitação para o trabalho.

Aos amigos de diversos lugares. Por me acompanharem durante o meu desenvolvimento como pesquisador, como arquiteto e urbanista e, sobretudo, como cidadão.

Determinar nomes dentro dessas categorias, além de não ser fácil, não me parece justo, pois, para mim, a vida está sempre em constante transformação. Muita coisa mudou entre a seleção de ingresso no MDU e hoje. No início desta trajetória, era servidor (assistente em administração) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e não tinha certeza se conseguiria chegar até aqui. A única certeza que tinha era que só conseguiria assistir às aulas de maneira remota, fato que só foi possível por conta da pandemia do coronavírus.

No segundo semestre, fui redistribuído para a Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mais perto de casa e da UFPE, ganhei mais responsabilidade e maturidade profissional, fato que me permitiu concluir as disciplinas. Então, logo após o término

das disciplinas, junto-me à equipe da Prefeitura Municipal de Goiana, local onde tenho minha atuação profissional. Lá, aprendi a importância da arquitetura e do urbanismo.

Todas as transformações e pessoas que estão ou passaram pela minha estrada até aqui aconteceram por conta d'Ele. Sempre digo em minhas orações, “não sei o que queres de mim, Senhor; mas quero que seja feita a tua vontade”. Assim, dedico este trabalho a Deus e agradeço a oportunidade de chegar até aqui.

“Querer construir na era da industrialização com os recursos de um período artesanal é considerado, cada vez mais, como algo sem futuro”. (GROPIUS, 2009, p. 30).

RESUMO

A moradia, do ponto de vista do direito social, deve proporcionar ao cidadão condições para o desenvolvimento de uma vida digna, levando em consideração diversos aspectos, dentre eles, a acessibilidade. Entretanto, tal aspecto vem sendo desconsiderado devido à crescente redução nas dimensões físicas dos ambientes. A acessibilidade, similarmente ao desenho universal e à ergonomia, são saberes usados para atender às necessidades de acesso e uso dos ambientes pelas pessoas que apresentam restrições de ordem física, mental ou sensorial. Diante da necessidade dessas pessoas, é fundamental que exista, por parte do projetista, conhecimento prévio das necessidades espaciais, a partir da ergonomia e dos princípios do desenho universal para promoção da acessibilidade, de forma que possa contribuir para eliminar as barreiras arquitetônicas que a dificultam. Dessa maneira, entender o processo projetual, a concepção arquitetônica e a sua relação com as normas de acessibilidade, especialmente a NBR 9050, é fundamental para construção de uma arquitetura sem barreiras. Visando auxiliar o processo projetual, a indústria da construção civil tem desenvolvido o processo de verificação de normas que permite a análise do projeto arquitetônico de forma automática e, quando apoiado no modelo BIM (*Building Information Modeling*) da obra, verifica a conformidade do objeto analisado em relação ao arcabouço de leis, normas e regulamentos inerentes ao tema. Contudo, a inserção da temática do uso da tecnologia BIM para o desenvolvimento de projetos é tão recente quanto a da acessibilidade nos programas de habitação de interesse social, necessitando, portanto, de maiores avanços e divulgação. Assim, esta pesquisa tem por objetivo investigar como o processo de projeto, baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do uso do modelo BIM para verificação de normas (*code checking*), pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares. Para responder isso, a pesquisa investigou os eixos principais relacionados à temática: o processo de verificação de normas em projetos BIM, acessibilidade e Habitação de Interesse Social (HIS).

Palavras-chave: Verificação de Normas de Projeto; *Code Checking*; BIM; Acessibilidade; Habitação de Interesse Social.

ABSTRACT

Housing, from the point of view of social rights, must provide citizens with conditions to develop a dignified life, taking into account several aspects, including accessibility. However, this aspect has been disregarded due to the increasing reduction in the physical dimensions of environments. Accessibility, similar to universal design and ergonomics, is knowledge used to meet the needs of access and use of environments by people who have physical, mental or sensory restrictions. Given the needs of these people, it is essential that the designer has prior knowledge of spatial needs, based on ergonomics and the principles of universal design to promote accessibility, so that he can contribute to eliminating architectural barriers that make it difficult. Therefore, understanding the design process, architectural design and its relationship with accessibility, especially NBR 9050, is fundamental to building a barrier-free architecture. Aiming to assist the design process, the construction industry has developed the standards verification process that allows the analysis of the architectural design automatically and, when supported by the BIM (Building Information Modeling) model of the work, verifies the conformity of the analyzed object. in relation to the framework of laws, rules and regulations inherent to the topic. However, the inclusion of the topic of using BIM technology for project development is as recent as accessibility in social housing programs, therefore requiring greater advances and dissemination. Therefore, this research aims to investigate how the design process based on an accessibility compliance approach, through the use of the BIM model to code checking, can assist in the development of affordable housing projects. To answer this, the research investigated the three main axes related to the theme: the process of verifying standards in BIM, accessibility projects and Social Housing (HIS).

Keywords: Verification of Design Standards; Code Checking; BIM; Accessibility; Social Interest Housing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo do processo de projeto CAD	23
Figura 2 - Fluxo do processo de projeto BIM	24
Figura 3 - Hierarquia de informações nos modelos orientados por objetos	29
Figura 4 - Fluxo de informações no interdisciplinar exercício de projeto	30
Figura 5 - Interface do SMC	43
Figura 6 - A cozinha de Frankfurt	48
Figura 7 - Homem vitruviano de Leonardo da Vinci	50
Figura 8 - Percentil e porcentagem do levantamento antropométrico	51
Figura 9 - Fluxograma da aplicação do método de avaliação	68
Figura 10 - Planilha de avaliação da acessibilidade do estacionamento	69
Figura 11 - Formulação do peso dos descritores	70
Figura 12 - Representação gráfica dos ICAH	71
Figura 13 - Avaliação da acessibilidade da RAE atualizada pela NBR 9050:2020	73
Figura 14 - Modificação da figura “Corrimãos em escada e rampa”	73
Figura 15 - Avaliação da acessibilidade adaptada para avaliação de habitações	77
Figura 16 - Processo de desenvolvimento do instrumento de checagem	80
Figura 17 - Unidade Habitacional 1 – Fachada Frontal	82
Figura 18 - Unidade Habitacional 2 – Perspectiva	82
Figura 19 - Unidade Habitacional 3 - Planta baixa	83
Figura 20 - Unidade Habitacional 4 – Perspectiva	84
Figura 21 - Parâmetros de análise do item de acessibilidade 4.3.4 da NBR 9050	86
Figura 22 - Parâmetros de análise do item de acessibilidade 6.11.3.2 da NBR 9050	87
Figura 23 - Parâmetros de análise do item de acessibilidade 6.11.3.2 da NBR 9050	88
Figura 24 - Parâmetros de análise do item de acessibilidade 9.3.1.4 da NBR 9050	89
Figura 25 - Ferramenta <i>dimension</i> com NBR 9050 - Altura livre abaixo do tampo da mesa	89
Figura 26 - Processo de validação do item de acessibilidade 9.3.1.4 da NBR 9050	90
Figura 27 - Unidade Habitacional 1 - Planta baixa	94
Figura 28 - Parâmetros para análise do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050	97
Figura 29 - Inconformidade do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050 – Perspectiva	98
Figura 30 - Parâmetros para análise do item de acessibilidade 6.9.2.3 da NBR 9050	98
Figura 31 - Inconformidade do item de acessibilidade 6.9.2.3 da NBR 9050 – Perspectiva	99
Figura 32 - Parâmetros para análise do item de acessibilidade 7.5 (f) da NBR 9050	99
Figura 33 - Processo de avaliação do Método de Conformidade da Acessibilidade Habitacional ...	100
Figura 34 - Planilha de avaliação da acessibilidade da Rota Acessível Interna (RAI)	101
Figura 35 - Representação gráfica dos ICA da UH1	103
Figura 36 - Unidade Habitacional 2 - Planta baixa	105
Figura 37 - Parâmetros para análise do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050	108
Figura 38 - Inconformidade do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050 no DAC	108

Figura 39 - Conformidade do item de acessibilidade 6.9.2.3 da NBR 9050 – Perspectiva.....	109
Figura 40 - Conformidade do item de acessibilidade 6.9.2.2 da NBR 9050 – Perspectiva.....	110
Figura 41 - Parâmetros para análise dos itens de acessibilidade 6.9.3.2, 6.9.2.1, 6.6.2.1 e 6.6.2.5.....	111
Figura 42 - Planilha de avaliação da acessibilidade da Rota Acessível Interna (RAI)	112
Figura 43 - Representação gráfica dos ICA da UH2.....	113
Figura 44 - Unidade Habitacional 3 - Planta baixa.....	115
Figura 45 - Parâmetros para análise do item de acessibilidade 7.12.1.2 da NBR 9050	117
Figura 46 - Conformidade do item de acessibilidade 7.12.1.2 (bacia sanitária) - NBR 9050	118
Figura 47 - Parâmetros para análise item de acessibilidade 7.7.2.1 (bacia sanitária) - NBR 9050 ..	118
Figura 48 - Verificação semiautomática do item de acessibilidade 7.7.2.1 da NBR 9050	119
Figura 49 - Parâmetros para análise dos itens 7.7.2.2 e 7.7.2.2.1 (barras de apoio) da NBR 9050 ..	120
Figura 50 - Verificação semiautomática itens 7.7.2.2 e 7.7.2.2.1 (barras de apoio) - NBR 9050 ...	120
Figura 51 - Planilha de avaliação da acessibilidade da Dormitório Acessível (DAC).....	121
Figura 52 - Representação gráfica dos ICA da UH3.....	123
Figura 53 - Unidade Habitacional 4 - Planta baixa.....	124
Figura 54 - Parâmetros para análise do item de acessibilidade 10.9.7 da NBR 9050	127
Figura 55 - Inconformidade do item de acessibilidade 10.9.7 da NBR 9050 – Perspectiva.....	128
Figura 56 - Representação gráfica dos ICA da UH4.....	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Frequência de usos BIM	26
Quadro 2 -	Frequência de usos BIM (Continuação).....	27
Quadro 3 -	Regras desenvolvidas para a análise dos itens de a de acessibilidade	90
Quadro 4 -	Regras desenvolvidas para a análise dos itens de a de acessibilidade (continuação). ..	91
Quadro 5 -	Regras desenvolvidas para a análise dos itens de a de acessibilidade (continuação). ..	92
Quadro 6 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH1	95
Quadro 7 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH1 (continuação)	96
Quadro 8 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH2	105
Quadro 9 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH2 (continuação)	107
Quadro 10 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH3	115
Quadro 11 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH3 (continuação)	116
Quadro 12 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH3 (continuação)	117
Quadro 13 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH4	125
Quadro 14 -	Itens de acessibilidade avaliados na UH4 (continuação)	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de classificação da acessibilidade hoteleira.....	71
Tabela 2 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH1.....	102
Tabela 3 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH2.....	112
Tabela 4 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH3.....	122
Tabela 5 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH4.....	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACA	Avaliação de Conformidade da Acessibilidade
ACA-Hab	Avaliação de Conformidade da Acessibilidade Habitacional
ACS	Área de Convívio Social
APO	Avaliação Pós-Ocupação
BAA	Banheiro Acessível
BIM	Building Information Model
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CAD	Computer Aided Design
CDE	Common Data Environment
CEF	Caixa Econômica Federal
CEHAP	Companhia Estadual de Habitação Popular da Paraíba
CIAM	Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna
COS	Cozinha e Serviço
DAC	Dormitório Acessível
DNGB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EACO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
ERA	Rota Acessível Externa
EST	Estacionamento
HIS	Habitação de Interesse Social
IAI	Internacional Alliance Interoperability
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Índice de Conformidade da Acessibilidade
ICAH	Índice de Conformidade da Acessibilidade Hoteleira
ICAHab	Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional
IDM	Information Delivery Manuals
IFC	Industry Foundation Class
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LOD	Level of Development
LPO	Lógica de Primeira Ordem
MDV	Model View Definitions
NEP	Níveis de Evolução do Projeto
PIB	Produto Interno Bruto
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
RAF	Rota Acessível de Fuga
RAI	Rota Acessível Interna
SAC	Serviço Acessível
SMC	Solibri Model Checker

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO GERAL.....	21
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2	O BIM E O PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DE NORMAS DE PROJETO	22
2.1	O BIM (<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>)	22
2.2	O PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DE NORMAS DE PROJETO	32
2.2.1	Ferramentas para verificação de normas de projeto.....	41
3	CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA PARA A ARQUITETURA SEM BARREIRAS	44
3.1	CONCEITOS DE ACESSIBILIDADE, ERGONOMIA E DESENHO UNIVERSAL	45
3.1.1	Ergonomia	46
3.1.2	A antropometria	49
3.1.3	Desenho universal.....	55
3.2	A RELAÇÃO ENTRE A ACESSIBILIDADE E O PROJETO DE ARQUITETURA.....	58
4	MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DA ACESSIBILIDADE	63
4.1	O MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DA ACESSIBILIDADE	65
4.2	O PROCESSO DE ATUALIZAÇÃO DO MÉTODO	72
4.3	ADAPTAÇÃO DO MÉTODO ACA PARA A AVALIAÇÃO DE HIS	74
5	OBJETO DE ANÁLISE E METODOLOGIA	79
6	ANÁLISE DOS ARTEFATOS	94
6.1	UNIDADE HABITACIONAL 1	94
6.2	UNIDADE HABITACIONAL 2	104
6.3	UNIDADE HABITACIONAL 3	114
6.4	UNIDADE HABITACIONAL 4	124
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
	REFERÊNCIAS	137
	APÊNDICE A – MÉTODO ACA-HAB	142
	ANEXO A – UNIDADE HABITACIONAL 1	161
	ANEXO B – UNIDADE HABITACIONAL 2	164
	ANEXO C – UNIDADE HABITACIONAL 3	168
	ANEXO D – UNIDADE HABITACIONAL 4	172

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida com o propósito de investigar como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do uso do modelo BIM (*Building Information Modeling*) para verificação de normas (*code checking*), pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares. Isso foi proposto a partir da possibilidade de aplicação do uso BIM de verificação de normas, *code checking*, na avaliação e desenvolvimento de projetos. Neste caso, investigou-se a avaliação da acessibilidade em projetos de habitações populares buscando responder ao seguinte questionamento: este espaço é, de fato, acessível?

Responder a esse questionamento pode até parecer fácil, em um primeiro momento; mas é uma tarefa árdua para os projetistas que devem considerar inúmeras normas, leis, decretos e regulamentos no desenvolvimento dos projetos. Para respondê-lo, então, é necessário que designers, arquitetos, engenheiros e demais agentes que atuam na concepção do espaço edificado tenham conhecimento sobre a acessibilidade, o desenho universal e a ergonomia, trio de saberes que devem ser usados para atender às necessidades de acesso e uso dos ambientes e dos produtos por todas as pessoas, e não só aquelas que apresentam restrições de ordem física, mental ou sensorial. Essas necessidades estão vinculadas à necessidade de mobilidade e acesso ao espaço arquitetônico; e compreendem um conjunto de possibilidades de interação no espaço construído (GUALBERTO FILHO, 2013).

Contudo, a multiplicidade de normas, por vezes, torna complicado o processo de desenvolvimento de projetos de edificações acessíveis, devido à dificuldade que os profissionais têm para encontrar e compilar todas as exigências relacionadas ao projeto. Isso acontece, pois, a disciplina acessibilidade não é a única que deve ser contemplada no projeto e pela quantidade de parâmetros existentes na NBR 9050, principal norma sobre acessibilidade. Assim, diante da compreensão de que a acessibilidade é um parâmetro fundamental na aferição da qualidade de vida, uma vez que sua abrangência faz com que esteja presente na vida de todas as pessoas, responder ao referido questionamento se torna fundamental para o arquiteto e urbanista no exercício de sua profissão.

Partindo dessa perspectiva, o *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, pode contribuir para a concepção de uma arquitetura sem barreiras, por meio do processo de verificação de normas (*code checking*). Esse processo, realiza a análise do objeto arquitetônico de forma automática em uma plataforma

computacional que, apoiada no modelo BIM da obra, verifica o modelo de construção em relação ao arcabouço de leis, normas e regulamentos inerentes ao tema. Nawari (2018) afirma que esse processo auxilia a visualização e análise do que vai ser fabricado ou construído em um ambiente virtual e, assim, podem ser detectados conflitos e erros em potencial.

Ademais, deve-se compreender que o *code checking*, além de analisar automaticamente se a geometria e as relações espaciais contidas no projeto estão em conformidade com as diretrizes formuladas pelo projetista, também abre a possibilidade de inovação sem prejudicar a qualidade. Isso ocorre porque esse processo automático permite a constante verificação dos parâmetros de conformidade pré-definidos. Logo, essa ação confere ao projetista a possibilidade de ter mais tempo para o desenvolvimento do projeto, pois os requisitos de conformidade podem ser verificados automaticamente por meio de um programa.

Dessa maneira, esta pesquisa pretendeu investigar como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do processo de verificação de normas, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares. Isso foi proposto, a partir da possibilidade de aplicação dos usos do modelo classificados por BIM (KREIDER; MESSNER, 2013) relacionado à “verificação de normas na avaliação” e “desenvolvimento de projetos”.

Neste caso, investigou-se a avaliação da acessibilidade em projetos de habitações populares, pois, a moradia, que é um pressuposto para a dignidade da pessoa humana, deve proporcionar ao cidadão condições para o desenvolvimento de uma vida sadia. Sendo assim, decidiu-se que a investigação aplicada às habitações populares seria uma contribuição para a ciência e para a sociedade.

A escolha pela habitação popular¹ se justifica, a partir de análise feita sobre a intervenção Estatal no Brasil, no que se refere à moradia, cuja política habitacional tem como foco a supressão do déficit de habitações. Assim, discussões sobre a acessibilidade, infraestrutura e mobilidade urbana se tornaram secundárias, diante da necessidade de edificação de conjuntos habitacionais para as classes mais populares (RODRIGUES, 1996; PEREIRA, 2007; SANVITTO, 2010; BONDUKI, 2017; MACEDO, 2018).

¹ A presente pesquisa utilizou os termos habitação de interesse social e habitação popular como sinônimos durante o desenvolvimento deste trabalho. É sabido que existem diferenças na literatura sobre os dois termos. Entretanto, essa diferença não é vista como relevante para o cumprimento do objetivo geral desta dissertação.

As políticas públicas voltadas à construção de moradias foram se desenvolvendo ao longo do século XX, até os dias atuais. Durante esse processo de desenvolvimento, novos problemas surgiram e o conhecimento técnico-científico evoluiu. Nesse cenário, o Brasil saiu de um estágio no qual a maior preocupação do poder público era a insuficiência de moradias e a insalubridade desses imóveis, até hoje, no qual o Estado atua como fomentador da política de produção de moradias subsidiadas (RODRIGUES, 1996; PEREIRA, 2007; BONDUKI, 2017; MACEDO, 2018). Assim, as discussões a respeito da acessibilidade e da necessidade de inserção urbana dos conjuntos de interesse social foram sendo abordadas. Hoje, discussões sobre a necessidade de construção de moradias inclusivas e a importância da disponibilidade dos serviços públicos próximos ao usuário ganham, cada vez mais, espaço nos programas governamentais.

No Brasil, a necessidade de construção de espaços acessíveis, principalmente moradias, é evidente, quando observados os dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS). Desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019, a pesquisa aponta que 8,4% da população acima de 2 anos apresenta, pelo menos, uma deficiência em suas funções básicas. Esses dados ficam mais alarmantes, se considerarmos que a maior parcela das pessoas com deficiência, no Brasil, está nas famílias de baixa renda (LICHT et al., 2010). Nesse contexto, pode-se dizer que o direito a uma moradia acessível, pressuposto para a dignidade da pessoa humana na visão do direito social, é um campo de atuação relativamente recente na história da política habitacional brasileira e que carece de maiores estudos.

O texto é estruturado por meio da investigação de eixos que compõem a tríplice de pesquisa: o *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, a acessibilidade e a habitação popular. Nesta investigação, os objetivos específicos, dos quais deveriam os capítulos, foram construídos de forma a apresentar uma lógica de raciocínio que evidencia a importância do método de verificação de normas para o desenvolvimento de projetos de espaços acessíveis.

Para isso, esta pesquisa está dividida em duas partes: 1) consiste na investigação teórica dos eixos principais que compõem a pesquisa, sendo composta pelos capítulos 2, 3 e 4, construindo, assim, uma linha de pensamento com o objetivo de investigar como o processo de verificação de normas pode contribuir para o desenvolvimento de projetos de habitações populares acessíveis; 2) apresenta a metodologia e as análises que mostram como o projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio

do uso do modelo BIM para verificação de normas, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações acessíveis.

O capítulo 2 apresenta o primeiro eixo, que é o BIM, buscando compreender como o uso de verificação de normas pode auxiliar o desenvolvimento de projetos por meio da avaliação da conformidade. Nesse capítulo, apresenta-se, ainda, a definição de BIM como um conjunto de processos de gestão da informação e de trabalho colaborativo no desenvolvimento de projetos. A discussão proposta aborda os impactos que essa ferramenta BIM pode trazer ao gerenciamento e controle do exercício de projeto, no que diz respeito à aferição da conformidade de modelos de construção. Nesse contexto, o uso BIM de verificação de normas, segundo Succar (2016), é apresentado como um caminho possível para a evolução da atividade de análise de projetos, na medida em que pode contribuir para a redução de inconformidades projetuais apontando, de forma automática, os itens em situação de não conformidade.

No capítulo 3, apresenta-se a contribuição da ergonomia para a arquitetura sem barreiras por meio da discussão fomentada pela necessidade do desenvolvimento de projetos com o foco no usuário e na relação desse com o espaço arquitetônico. Dessa forma, busca-se justificar a necessidade de investigação do processo de verificação de normas na disciplina acessibilidade. No texto, mostra-se a contribuição da ergonomia, da antropometria e do desenho universal para a construção de uma arquitetura sem barreiras, buscando compreender a relação entre a acessibilidade e o ato de projetar.

No capítulo 4, mostra-se o desenvolvimento de um projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade. Para isso, apresenta-se o Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA), desenvolvido por Gualberto Filho (2013), como uma ferramenta que pode avaliar quantitativamente a acessibilidade. O método apresentado mostra a possibilidade e utilidade de mensurar quantitativamente a acessibilidade no espaço construído. A mensuração realizada na avaliação de conformidade consiste na comparação entre a solução de acessibilidade existente no projeto e os requisitos exigidos pelas normas e legislações relacionadas ao tema da acessibilidade.

Essa ferramenta foi escolhida para avaliar quantitativamente a acessibilidade devido à sua capacidade de repetição em circunstâncias semelhantes, apresentando um resultado coerente, adquirindo, dessa maneira, credibilidade. Para sua aplicação na análise de habitações populares, o método foi atualizado e adaptado de modo que possa identificar e analisar as atividades realizadas no âmbito da habitação; fato esse que se mostra como

de suma importância para supressão das barreiras arquitetônicas e, conseqüentemente, para a criação de uma arquitetura inclusiva.

O tema da habitação, último dos eixos deste trabalho, é abordado de maneira transversal durante o texto. A opção por esse tipo de abordagem foi realizada devido à vasta literatura que disserta sobre o processo de projeto e construção de habitações populares em diferentes aspectos. Assim, justifica-se que a revisão de literatura da presente pesquisa se aprofunde nos temas de BIM, acessibilidade e no método proposto (ACA), sintetizando a construção de reflexões sobre a questão habitacional no Brasil — visto que consiste em um tema bastante abordado no meio acadêmico. Além disso, a opção por uma abordagem transversal também contribui para concentrar esforços nas atividades de atualização e adaptação do método, assim como a análise do artefatos e reflexões que visassem cumprir o objetivo geral deste trabalho, considerando o curto prazo de realização de uma pesquisa de mestrado.

Para isso, formulou-se um instrumento de checagem capaz de mensurar quantitativamente a acessibilidade em projetos de habitações populares. Esse instrumento foi desenvolvido por meio das quatro etapas do processo de verificação de normas, formuladas com base nos textos de Nawari (2018), Eastman et al. (2009) e Sacks (2021).

Contudo, para que o resultado extraído pelo instrumento de checagem fizesse algum sentido, utilizou-se o método ACA devido à sua capacidade de transformar a mensuração realizada pelo instrumento em um número que fosse associado a um conceito de significado imediato e de fácil compreensão. Dessa forma, uma visão simples das facilidades ou dificuldades encontradas pelos futuros usuários da edificação é mostrada ao projetista, no decorrer da realização do projeto. A partir dessa visão, torna-se possível identificar e corrigir os itens do projeto em desconformidade, evitando, assim, que barreiras arquitetônicas sejam construídas.

Como prova de conceito, os testes foram realizados em quatro projetos de unidades habitacionais acessíveis desenvolvidos pela Companhia Estadual de Habitação Popular da Paraíba (CEHAP). Esses projetos fazem parte de uma política pública denominada “Cidade Madura”, que tem por objetivo a construção de conjuntos habitacionais destinados às pessoas idosas. Os projetos da CEHAP foram escolhidos, pois, o Estado da Paraíba tem um elevado número de pessoas, acima de 2 anos, com deficiência em ao menos uma de suas funções básicas. Estando, inclusive, acima da média nacional, fato esse apontado pela Pesquisa Nacional de Saúde (PNS, 2019).

Os testes realizados com os projetos da CEHAP mostraram como o *code checking* pode ser usado no desenvolvimento de projeto de habitações populares acessíveis. Com efeito, as análises mostraram como o uso do processo de verificação de normas durante o projeto contribui para a melhoria das habitações. Ele evita que a segregação espacial e, conseqüentemente, social do indivíduo estejam relacionadas ao espaço arquitetônico, contribuindo, assim, para a qualidade de vida dos futuros moradores.

Por fim, responder se um espaço é, de fato, acessível não é uma tarefa fácil. Mas, projetar espaços acessíveis é, com certeza, uma obrigação para todos os agentes que atuam na concepção do espaço construído. Por isso, esta dissertação se propõe a propagar a ideia de que o desenvolvimento de projetos acessíveis é fundamental para a segurança, conforto e inclusão do indivíduo, contribuindo, assim, para o bem estar social. Para que isso aconteça, o compromisso com a criação de ambientes universais é de suma importância, a fim de que possam ser utilizados por todos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Investigar como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do uso do modelo BIM (*Building Information Modeling*) para verificação de normas (*code checking*), pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar como o uso BIM de verificação de normas pode auxiliar o desenvolvimento de projetos, por meio da avaliação da conformidade;
- Compreender a relação entre a acessibilidade e o ato de projetar;
- Investigar a aplicabilidade do Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA) como ferramenta para avaliação da acessibilidade por meio do processo de verificação de normas de projetos;
- Compreender como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do processo de verificação de normas, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares.

2 O BIM E O PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DE NORMAS DE PROJETO

O presente capítulo tem por objetivo apresentar o *Building Information Modeling* (BIM) e o Processo de Verificação de Normas de Projeto. No texto, trata-se do BIM como “um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar os modelos de construção” (SACKS, 2021, p. 14). E o Processo de Verificação de Normas de Projeto como uma ferramenta de análise de projeto que pode contribuir para a redução de inconformidades projetuais. Seguindo essa linha de pensamento, apresentam-se, neste capítulo, os conceitos relacionados ao uso BIM como forma de fomentar a discussão sobre os impactos do processo de verificação de normas para o gerenciamento e controle do exercício de projeto, no que diz respeito à aferição da conformidade de modelos de construção.

2.1 O BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

O BIM, em português, Modelagem de Informação da Construção, é um processo de gestão da informação e de trabalho colaborativo que acontece por meio de um processo de modelagem e de um grupo de processos de produção, integração, geração de dados e sistemas. Essa metodologia tem por objetivo a integração de projetos de diversas disciplinas para a construção de um modelo virtual de um edifício. (EASTMAN et al., 2009; FRANÇA, 2018; AMORIM, 2021; SACKS, 2021).

Nawari (2018) classifica o BIM como uma abordagem de modelagem unificada, e Eastman et al. (2011) o classificam como um dos processos mais promissores da indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Isso acontece devido à reengenharia que é realizada nos processos que fazem parte da fase projetual e que também envolvem todo o ciclo de vida da edificação.

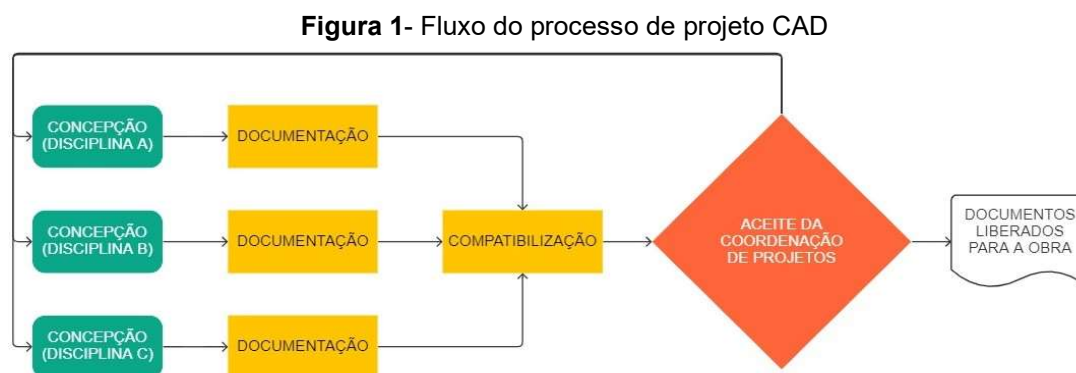
A reengenharia realizada proporciona uma maior integração entre os projetistas e os *stakeholders*² envolvidos na AECO, quando comparados com os processos *Computer Aided Design* (CAD). Isso acontece porque, com o BIM, o projeto é desenvolvido por meio do compartilhamento de um objeto arquitetônico único, e suas informações, em um modelo

² O termo *stakeholders* se refere aos agentes internos e externos envolvidos em um processo de gestão, como a elaboração de um projeto.

BIM federado³. Nesse processo, os profissionais podem atuar ao mesmo tempo em um ambiente comum de dados⁴.

O desfecho dessa ação permite que os envolvidos realizem maiores discussões sobre a obra, reduz o tempo de trabalho e as incompatibilidades projetuais, reduzindo também o retrabalho e os custos do projeto. Dessa maneira, pode-se compreender o BIM como um facilitador para o coordenador de projetos, pois seus processos surgem como instrumentos inovadores na compatibilização de disciplinas e na resolução dos conflitos existentes no desenvolvimento de projetos.

Amorim (2021) descreve que o modelo tradicional utilizado no desenvolvimento de projetos, que faz uso do processo CAD, realiza o exercício projetual de forma sequenciada e fragmentada, necessitando, assim, de compatibilizações⁵, conforme a Figura 1.



Fonte: Adaptado de Amorim (2021, p. 18).

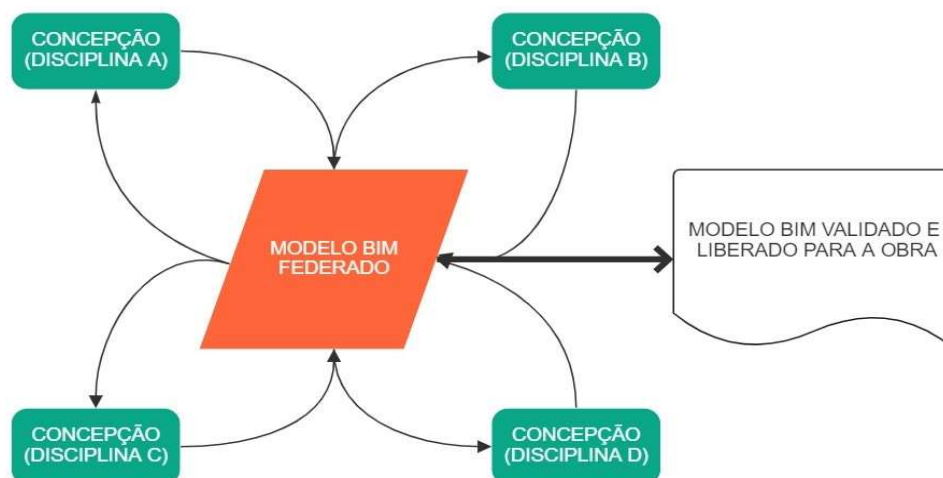
Isso é diferente do que acontece no desenvolvimento de projetos com o uso do BIM, que ocorre por meio de um processo cíclico. Nesse processo, os diversos profissionais que atuam no desenvolvimento do projeto de uma edificação trabalham simultaneamente, convergindo esforços para produção e compatibilização automática dos projetos. Por isso, o processo CAD se torna bastante longo se comparado ao BIM.

Sobre o processo BIM, temos a Figura 2:

³ Modelo BIM Federado: é o resultado da conjugação de diversos modelos de coordenação e permite a visualização do conjunto de disciplinas de projeto, permitindo uma visão completa do empreendimento (AMORIM, 2021).

⁴ O ambiente comum de dados, mais conhecido por seu acrônimo em língua inglesa CDE, “*Common Data Environment*”, permite a integração dos dados de um modelo BIM, dando a eles a possibilidade de acesso simultâneo e controlado de diversas disciplinas por meio de um servidor que pode ser local, ou através de um servidor “na nuvem” (AMORIM, 2021).

⁵ Amorim (2021) classifica a compatibilização em processos CAD como a “correção de erros ou inconsistências de projeto, ou seja, retrabalho” (p. 18).

Figura 2 - Fluxo do processo de projeto BIM

Fonte: Adaptado de Amorim (2021, p. 19).

Amorim (2021, p. 7) destaca que:

No processo de projeto BIM a comunicação é síncrona, direcionada a todos os participantes de modo simultâneo e com todos habilitados a acessar o banco de dados em que a questão foi apresentada e no qual as soluções devem ser sugeridas. Isso permite uma abordagem de colaboração entre os parceiros, na qual todos podem perceber as necessidades dos demais, facilitando e melhorando enormemente a qualidade do processo decisório. (AMORIM, 2021, p. 7).

Além disso, deve-se levar em consideração que, ao contrário do que acontece no processo CAD, a comunicação é bidirecional e simultânea no processo BIM. Deve-se destacar que o processo CAD requer a compatibilização das propostas a cada etapa de projeto realizada, o que aumenta o tempo e o custo dos projetos.

Destaca-se que a reestruturação supracitada se justifica em face dos diversos benefícios trazidos pelo BIM; a saber, o exemplo da possibilidade da construção de modelos tridimensionais. Isso permite que os projetistas visualizem o objeto arquitetônico em uma plataforma digital e extraiam informações que possam ajudar no desenvolvimento dos projetos de todas as disciplinas da edificação, convergindo esforços para a melhoria da qualidade do ambiente construído.

A necessidade de reengenharia dos processos de produção de projeto fica evidente no livro de Amorim (2021). O autor destaca que o fluxo de informações no processo BIM exige ferramentas específicas para os diferentes usos do modelo BIM, diferente do que acontece no CAD. Amorim (2021), ainda, justifica a necessidade de mudanças e a

implantação do BIM na construção civil, ao comparar o desenvolvimento dessa indústria com os setores automobilístico e aeronáutico.

O autor afirma que a automação desses setores só foi possível graças à adoção de processos que integraram um banco de dados à concepção e ao desenvolvimento de projeto, possibilitando ganhos de produtividade, por meio da implementação de processos de gestão da informação. Nesse sentido, o BIM, como processo de gestão da informação, encaixa-se como “sistema integrado de concepção, produção e construção” (AMORIM, 2021, p. 3).

A adoção do BIM se faz necessária, uma vez que Amorim (2021) aponta que a indústria da construção civil vem apresentando menores índices de produtividade em relação aos outros setores, o que pode fazer com que se torne menos atrativa para os investidores se comparada com as demais. O autor argumenta que a implementação dos processos BIM pode elevar a produtividade dos projetos entre 25% e 50%, além de reduzir as revisões, que são a principal causa de retrabalho, em até 90%.

Assim, para a disseminação do uso do BIM e o desenvolvimento da indústria da construção civil, o Governo brasileiro criou a Estratégia BIM BR, por meio do Decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019, que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*. A Estratégia BIM BR tem por objetivo a promoção e difusão do BIM e seus benefícios, assim como criar condições favoráveis para investimentos públicos e privados em BIM (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2022).

O uso do BIM é visto como uma forma de contribuir para competitividade da indústria da construção civil frente às demais indústrias, pois, segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), apenas 9,2% das empresas desse setor implementaram o BIM em suas atividades. E esse percentual representa apenas cerca de 5% do Produto Interno Bruto (PIB) produzido pela construção civil. Diante disso, uma das metas da Estratégia BIM BR é atingir o aumento da produtividade das empresas em 10% e a redução dos custos de produção em 9,7%. Isso poderá elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil. Todavia, para que esse resultado seja atingido, é necessário que um maior número de empresas passe a utilizar o BIM como uma estratégia em seus empreendimentos.

O desenvolvimento de projetos em BIM ocorre por meio do compartilhamento de um objeto arquitetônico único, que pode ser chamado de modelo de construção (AMORIM, 2021). Esse modelo pode ser dividido em categorias ou componentes, a saber:

- **Componentes de construção:** são os componentes do edifício, representados por objetos inteligentes associados aos atributos gráficos, de dados e normas paramétricas, por meio de um aplicativo de programa;
- **Componentes de comportamento:** incluem os dados necessários à identificação do comportamento de determinado objeto. Esses dados são utilizados para a realização de análises, como desempenho, orçamento e verificação de conformidade;
- **Dados consistentes e não-redundantes:** são aqueles passíveis de modificações, podendo ser representados em todas as visualizações do objeto BIM, como, por exemplo, a alteração das dimensões de uma porta.

O processo de projeto BIM, assim como o modelo BIM federado, podem ser utilizados em diversas aplicações relacionadas à AECO. Succar (2016), pesquisador BIM, indicou 125 possíveis usos BIM e os agrupou em 8 categorias diferentes apresentados nos Quadros 1 a 2, abaixo.

Quadro 1 - Frequência de usos BIM

Uso do BIM	Frequência
Coordenação 3D	60%
Revisão de projeto	54%
Desenvolvimento do projeto	42%
Projeto da solução construtiva	37%
Modelagem de condições existentes	35%
Planejamento e controle 3D	34%
Programação de serviços	31%

(Continua)

Quadro 2 - Frequência de usos BIM (Continuação)

Uso do BIM	Frequência
Planejamento 4D (custos e prazos)	30%
Registros de modelagem	28%
Utilização do canteiro	28%
Análise do canteiro/implantação	28%
Análise estrutural	27%
Análise energética	25%
Orçamentação	25%
Avaliação de sustentabilidade LEED	23%
Análise de sistemas construtivos	22%
Gestão de espaços/monitoramento	21%
Análise mecânica	21%
Validação de regulamentos e legislação	19%
Análise lumínica	17%
Outras análises de engenharia	15%
Fabricação digital	14%
Gestão de ativos	10%
Programação de manutenção	5%
Planejamento de atendimento a desastres	4%

Fonte: Adaptado de KREIDER et al. (2010).

Destaca-se que o processo de validação de regulamentos e legislação, que é um dos objetos de estudo desta dissertação, está presente em 19% dos projetos BIM. AsBEA (2013) e Kreider et al. (2010) também apontam que o processo de verificação de modelo, ou de revisão de projeto, é um dos principais usos BIM na elaboração de projetos. A publicação *“The uses of BIM”* (KREIDER; MESSNER, 2013) categoriza os usos BIM em cinco grandes categorias: coletar, gerar, analisar, comunicar e realizar; que, por sua vez, dividem-se em subcategorias. Assim, o processo de verificação de normas se encontra dentro da categoria “analisar”.

Partindo do pressuposto de que o desenvolvimento de projetos com o uso BIM é um processo de gestão da informação, conceitos como integração, colaboração e

interoperabilidade⁶ são imprescindíveis à disrupção do processo de projeto. Assim, percebe-se que a atividade projetual é uma atividade interdisciplinar que necessita, cada vez mais, ser colaborativa.

O desenvolvimento da indústria 4.0⁷, aliado à necessidade de adaptação, cada vez mais rápida, frente às necessidades de mercado, faz com que o exercício de projeto tenha que ser rápido, preciso, adaptável e eficiente. Nesse sentido, o processo de projeto sequencial, CAD, foi aos poucos sendo substituído por um processo de fluxo de trabalho dinâmico, adaptável e eficiente. Nesse novo fluxo, os colaboradores não precisam trabalhar no mesmo escritório, reunir-se presencialmente, ou morar no mesmo país. Entretanto, para que tudo isso seja possível, a troca de informações entre os profissionais deve ser coordenada e facilitada para que não exista a perda de informações.

A coordenação de dados que facilitou esse novo processo de projeto foi possível graças à implementação do conceito da interoperabilidade, que pode ser compreendido como “a habilidade de passar dados entre aplicações e contribuir para que múltiplas aplicações atuem de forma conjunta no trabalho” (SACKS, 2021, p. 87). Isso tornou possível a estabilização dos fluxos de trabalho e a automação dos processos de projeto.

Para a implementação da interoperabilidade projetual, bem como do processo BIM, foi necessária a construção de um formato que permitisse a livre troca de informações entre os diversos programas, dos diversos fabricantes, das mais diversas disciplinas da AECO. Assim surgiu a *Internacional Alliance Interoperability* (IAI), precursora do que, hoje, conhece-se por *BuildingSMART*. Essa instituição tem por objetivo a construção e o desenvolvimento de um formato padrão que permitisse tal façanha, o que levou ao surgimento do *Industry Foundation Class*, o IFC.

O IFC, que se tornou base para o conceito de *openBIM*⁸, é reconhecido como o padrão de referência no intercâmbio de informações entre os diferentes programas e aplicativos que envolvem a indústria da construção – pois é um formato neutro de código

⁶ A interoperabilidade é definida por Moço (2015, p. 46) como “a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem dados entre si, suprimindo a necessidade de repetir a informação que já foi introduzida por outro interveniente, facilitando os fluxos de trabalho”.

⁷ A indústria 4.0, que também é conhecida como a quarta revolução industrial, refere-se a necessidade de melhoria da eficiência dos processos por meio do uso de sistemas de tecnologia da informação.

⁸ O conceito de OpenBIM compreende a desnecessidade de especificação de um aplicativo específico para o desenvolvimento de um projeto, e determina que os arquivos utilizados no processo de integração e coordenação de projeto sejam desenvolvidos no formato IFC, que é um formato universal de código aberto. (AMORIM, 2021).

aberto – regulamentado pela ISO 16739:2013 – *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*. Essa regulamentação permite a “importação e exportação segura de dados para um arquivo IFC” (AMORIM, 2021, p. 32).

Sobre a estrutura do formato IFC, que é definido pela norma ISO 16739:2013, Takagaki (2016) e Sacks (2021) afirmam que o formato possui uma hierarquia de informações nos modelos orientados por objetos, conforme a Figura 3:

Figura 3 - Hierarquia de informações nos modelos orientados por objetos

IfcRoot -> IfcObjectDefinition -> IfcProduct -> IfcElement -> IfcBuildingElement -> IfcWall

Fonte: Adaptado de Takagaki (2016, p.16).

Nessa hierarquia, as informações dos níveis inferiores sempre recebem as informações do nível superior, que são intercambiadas em uma estrutura semelhante a uma árvore. Takagaki (2016) ilustra esse conceito ao descrever como são distribuídas as informações contidas em um componente comum, como por exemplo, uma parede, e apresenta que, em cada nível, são introduzidos diferentes atributos ao componente, consonante com a citação a seguir:

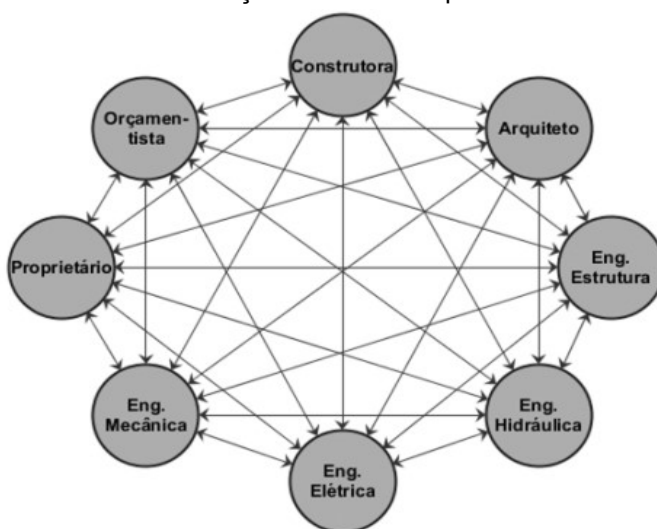
IfcRoot introduz o GlobalID, que é um identificador global, e outras informações de identificação; IfcObject representa os itens intangíveis e também incorpora processos. No IFC quase todos os objetos estão dentro de uma hierarquia de composição (IfcObjectDefinition), ou seja, eles são parte de uma composição e também têm seus próprios componentes; IfcProduct introduz a localização da parede e sua forma; IfcElement introduz os relacionamentos desse elemento com outros como, por exemplo, parede fronteira e espaços que a parede separa; e também introduz informações de qualquer abertura dentro da parede e seus preenchimentos por portas e janelas (TAKAGAKI, 2016, p.16).

Mainardi Neto (2016) disserta sobre os benefícios do formato IFC para a comunicação entre os diversos projetos que compõem o edifício e destaca as vantagens do uso do IFC, ao invés dos formatos proprietários. O autor também cita a importância do planejamento para compatibilização de informações no interdisciplinar exercício de projeto ao afirmar que:

Para que o processo de comunicação entre todos os agentes obtenha sucesso, deve-se ter em mente certo planejamento, uma vez que *softwares* proprietários não necessariamente comunicam-se entre si. Adicionalmente, quando a comunicação é possível, a integridade das informações ainda precisa ser verificada (MAINARDI NETO, 2016, p. 23).

A Figura 4 apresenta o fluxo de informações no interdisciplinar exercício do projeto:

Figura 4 - Fluxo de informações no interdisciplinar exercício de projeto



Fonte: Mainardi Neto (2016, p. 23).

Moço (2015, p. 51) aponta o formato IFC como a “melhor resposta aos problemas de interoperabilidade da AECO”. Além disso, outra vantagem do formato IFC diz respeito à proteção de autoria, pois o arquivo IFC não pode ser alterado diretamente, necessitando de ser importado para algum programa ou aplicativo de autoria para realização de modificações, o que garante a responsabilidade técnica a cada projetista. Amorim (2021) explica que essa ação permite a verificação da autenticidade do arquivo entregue por meio da verificação de sua data de criação. Todavia, o mesmo autor ressalta que a entrega de um projeto em formato IFC não impede que sejam feitas modificações, uma vez que estas podem ser feitas por meio da importação do modelo IFC para algum programa de autoria⁹.

A possibilidade da construção de modelos tridimensionais é o benefício BIM mais conhecido pelos profissionais, pois possibilita a visualização antecipada e precisa de um objeto arquitetônico. Sacks (2021) exemplifica vários benefícios BIM como o aumento da colaboração no processo de desenvolvimento de projeto, assim como a melhoria do processo de planejamento da construção. Isso resulta na construção de um projeto integrado que possui diversos benefícios para o exercício projetual e o desempenho da

⁹ Compreende-se como programa de autoria como o programa no qual é desenvolvido o projeto. São exemplos de programa de autoria Autodesk Revit e Navisworks.

construção. Além disso, também se tornam possíveis a extração da estimativa de custo e da reação rápida às mudanças de projeto solicitadas pelo cliente.

Assim, percebe-se que o BIM não se limita apenas à construção de um modelo 3D, mas compreende um processo de gestão da informação que regula o desenvolvimento de objetos paramétricos¹⁰ de um modelo BIM. Esse processo disciplina não apenas o projeto, mas, também, o processo de construção e operação de um futuro empreendimento. Nesse sentido, para a construção de um único modelo digital que envolva as diversas disciplinas de um empreendimento, é necessário um processo colaborativo entre profissionais de diversas áreas, que devem atuar de forma coordenada e simultânea (AMORIM, 2021).

É bem verdade que existem vários modelos BIM¹¹, e que eles podem ser simultâneos e coordenados. E que esses modelos se referem as mais diversas disciplinas da AECO. O objeto arquitetônico único, o Modelo BIM Federado, é o resultado da vinculação dos vários modelos BIM que compõem um projeto e que ocorre em um ambiente comum de dados.

O ambiente comum de dados, mais conhecido por seu acrônimo em língua inglesa *Common Data Environment* (CDE)¹², permite a integração dos dados de um modelo BIM, dando a eles a possibilidade de acesso simultâneo e controlado de diversas disciplinas. Sobre esse recurso, Amorim (2021) define:

O objetivo central dessa prática é que a informação seja gerada uma única vez e reutilizada tanto quanto necessário por todos os participantes da cadeia de

¹⁰ Os objetos paramétricos podem ser compreendidos, segundo Sacks (2021), como diferentes dos objetos 2D tradicionais, pois possuem, dentre outros atributos, a capacidade de modificação automática de geometria e a capacidade de receber, divulgar ou exportar atributos para uma determinada disciplina de projeto, por exemplo, dados de orçamentários, de potência elétrica e similares.

¹¹ Amorim (2021) descreve em seu texto 6 diferentes tipos de modelos BIM, a saber: **Modelo de Autoria**: modelo de uso exclusivo do projetista e que contém uma série de informações e facilidades para a produção do projeto em um programa de autoria. **Modelo de Coordenação**: modelo utilizado para compatibilização de projetos e que utiliza o formato IFC. Carrega consigo informações de geometria, classificação e especificações de elementos. **Modelo BIM Federado**: é o resultado da conjugação de diversos modelos de coordenação e permite a visualização do conjunto de disciplinas de projeto, permitindo uma visão completa do empreendimento. **Modelo da Construção**: que representa os elementos e equipamentos necessários para a execução da obra, como guias e andaimes. Modelo para Fabricação ou Produção: permite a confecção de itens específicos, como pré-moldados, esquadrias, etc. **Modelo “as built”**: representa o edifício como construído e é o único onde os elementos têm o LDO determinado em 500.

¹² Amorim (2021) afirma que o Ambiente Comum de Dados “*Common Data Environment*” (CDE) é um ponto chave para a integração de dados, pois permite acesso simultâneo as informações.

produção, bem como garantir sua confiabilidade e integridade até a entrega da edificação ao responsável pela sua operação (AMORIM, 2021, p. 33).

É importante destacar a segurança em relação ao direito autoral no Modelo BIM Federado, pois, ao passo em que todos os projetistas podem visualizar o conjunto de disciplinas que compõem o projeto, os mesmos só podem alterar, em regra, o modelo BIM de sua autoria. Outro benefício proporcionado pelo uso do modelo BIM federado em um (CDE) (Ambiente Comum de Dados) diz respeito ao enriquecimento da representação gráfica do projeto, que permite um melhor entendimento por parte do leitor. Essa melhora na representação gráfica ocorre devido à possibilidade de inclusão de diversas disciplinas em um mesmo desenho, aproximando a representação gráfica da realidade.

Outra vantagem do uso do BIM diz respeito à compatibilização de projetos e a análise imediata de conflitos. Esse processo é feito a partir das ferramentas de detecção de conflitos (*clash detection*)¹³, que podem verificar não apenas a sobreposição e os conflitos entre elementos físicos, mas também a conformidade quanto às legislações, como a acessibilidade. Nesse sentido, o processo de verificação de normas e conflitos será melhor detalhado nas páginas seguintes.

2.2 O PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DE NORMAS DE PROJETO

O processo de verificação de normas, ou de verificação de códigos (*code checking*), é um dos usos do BIM presentes nas classificações de Kreider *et al.* (2010), Eastman *et al.* (2009) e de Succar (2016), assim como diversos outros autores. Nawari (2018, p. 52) classifica o processo de verificação de normas como um instrumento que pode melhorar a “eficiência e a precisão dos processos de verificação pelos projetistas”. Além disso, Eastman *et al.* (2009) definem como um processo de análise de um objeto por meio das informações de seus componentes, sua geometria, informações e atributos como uma importante ferramenta para o desenvolvimento de empreendimentos.

Sobre o processo de verificação de modelos, um dos benefícios BIM apontados por Sacks (2021) e Nawari (2018, p. 50), pode-se ressaltar que esse processo auxilia a visualização e análise do que vai ser fabricado ou construído em um ambiente virtual e que, nesse processo, podem ser detectados conflitos e erros em potencial. Ademais, deve-se

¹³ Amorim (2021) afirma que as ferramentas de controle de qualidade de modelo, mais conhecidas pela sua capacidade de verificação de conflitos (*clash detection*), são importantes para obter resultados consistentes nas análises de comunicação e colaboração BIM.

compreender que o *code checking*, além de analisar automaticamente se a geometria e as relações espaciais contidas no modelo federado estão em conformidade com as diretrizes formuladas pelo projetista, também abre a possibilidade de inovação nos projetos. Isso ocorre por que esse processo automático permite a constante verificação dos parâmetros de conformidade pré-definidos. Essa ação dá ao projetista a possibilidade de ter mais tempo para o desenvolvimento do projeto, pois os requisitos de conformidade podem ser verificados automaticamente através de um programa.

É importante esclarecer que o uso de ferramentas de verificação modelo (*model chackers*) permitem a verificação de conflitos (*clash detection*) físicos, bem como normativos existentes em um objeto arquitetônico. As verificações podem ser feitas em disciplinas de projeto isoladas, ou em conjunto, quando envolvem mais de uma disciplina. Nesse sentido, Amorim (2021) explica:

As ferramentas de controle de qualidade de modelo, mais conhecidas pela sua capacidade de verificação de conflitos (*clash detection*), cumprem um papel importante, mas para obter resultados consistentes devem ser aliadas aos sistemas de comunicação e colaboração BIM¹⁴. A verificação de conflitos, porém, vai muito além desses benefícios, pois, ao simular a execução e detectar precocemente os problemas, evita perdas substanciais na etapa da obra, além de permitir a avaliação de novos processos e impulsionar a integração das equipes (AMORIM, 2021, p. 10).

Além disso, deve-se destacar que, por meio do uso do processo de verificação de normas em um modelo federado, a documentação gráfica tradicional, como plantas baixas, cortes e fachadas não precisa mais ser desenvolvida nas etapas intermediárias do processo projetual. Sobre essa mudança disruptiva do processo projetual, Amorim (2021) defende:

Uma vez que a aprovação do modelo seja feita, é possível evoluir no trabalho de concepção sem o recurso de desenhos impressos, que podem ser substituídos por imagens dos mais diversos tipos e pelo próprio modelo federado, o que reduz os custos e os prazos do projeto (AMORIM, 2021, p. 21).

Conforme descrito anteriormente, o processo de projeto em BIM pode ser compreendido como um processo cíclico no qual diversos projetistas atuam simultaneamente para a produção de um único modelo federado. À vista disso, assim como no processo de desenvolvimento tradicional de projetos, o modelo federado é desenvolvido de forma incremental, em um modelo BIM central. Nesse processo, o volume de informações e o detalhamento vão sendo desenvolvidos no decorrer das fases de projeto,

¹⁴São exemplos de *programas* de colaboração BIM: SOLIBRI, NAVISWORKS, TEKLABIMSIGHT e BENTLEY NAVIGATOR.

o que faz com que “o volume de dados ou informações inseridos no banco de dados central, ou no modelo BIM, seja diretamente proporcional à evolução no desenvolvimento do projeto” (AMORIM, 2021, p. 22).

Seguindo esse pensamento, compreende-se que a forma cíclica de desenvolvimento de projetos em BIM proporciona a revisão e a compatibilização das diversas disciplinas que compreendem o projeto durante os diferentes Níveis de Evolução do Projeto (NEP)¹⁵. Essa ação permite que interferências e inconformidades sejam detectadas desde o estudo preliminar, até as fases mais avançadas de projeto. Esse processo vai ao encontro do que será apresentado nos próximos capítulos, que discorrerão sobre a necessidade de aferição da conformidade da acessibilidade durante o exercício de projeto. Assim, pretende-se construir a ideia de que, a partir do desenvolvimento dos projetos em BIM, a disciplina da acessibilidade pode ser compatibilizada com as demais durante todo o exercício de projeto.

A possibilidade de verificação de inconformidades e conflitos contribui tanto para o desenvolvimento de projetos, quanto para o seu processo de aprovação. Nawari (2018) destaca que quando um projeto é analisado por programa de verificação de conflitos, extingue-se a margem de erro presente no processo de análise tradicional dos projetos. E que essa margem é o resultado da falta de padronização no procedimento de análise e compatibilização. Nesse sentido, pode-se dizer que esse processo BIM reduz a margem de erro e introduz conceitos como confiabilidade e segurança ao resultado da análise.

Khemlani (2005 apud MAINARDI NETO, 2016) aborda as vantagens do BIM em relação ao CAD para a análise e aprovação de projetos ao explicar que:

O processo de análise e aprovação manual, como é realizado atualmente por grande parte do mercado, requer um trabalho muito intenso e demorado, com grandes chances de inconsistências devido às possíveis diferenças interpretativas do analista, além da frequente falta de tempo para esta etapa que colabora com esse contratempo (KHEMLANI, 2005 apud MAINARDI NETO, 2016, p. 37).

Todavia, para que esse processo seja realizado, Amorim (2021) destaca que é necessário que seja desenvolvida uma nomenclatura padronizada, tanto para o modelo, quanto para os componentes que compõem o modelo de construção, pois é a partir das nomenclaturas que são definidas as normas de verificação. O autor também afirma que,

¹⁵Amorim (2021, p. 23) define que Níveis de Evolução do Projeto (NEP) refletem o desenvolvimento das especificações e geometria do projeto.

se as nomenclaturas estiverem erradas, a análise também será errada. Ele exemplifica o problema ao explicar que:

Se nas normas está definido “sala de estar” como um tipo de compartimento, caso seja lançado apenas o nome “sala”, este compartimento não será verificado. Em um CAD, lançar “circulação” ou “corredor” não faz diferença, mas, em um processo BIM, são compartimentos diferentes. Isso vale também para elementos e componentes do projeto, tais como rampas, corrimãos, peitoris, etc., que também podem ser objeto de verificação de alturas, inclinações e outras exigências. Daí a importância de utilizar como referência uma referência padronizada, como a da ABNT NBR 15965, preferencialmente implantada em um banco de dados que possa ser acessado pelos diferentes aplicativos (AMORIM, 2021, p. 89).

Nawari (2018) também trata a nomenclatura padronizada como um aspecto crucial para a verificação de componentes ao dissertar sobre a importância da organização dos componentes em categorias e subcategorias em uma hierarquia taxonômica. Com o objetivo de padronizar esse processo, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolveu a NBR 15965 (Sistema de Classificação da Informação da Construção), que determinou a classificação dos componentes com base nos estudos de Nawari (2018). A referida norma possui, atualmente, 5 partes em vigor. Essas, por sua vez, determinam:

- Terminologia e estrutura – parte 1;
- Características dos objetos da construção – parte 2;
- Processos da construção – parte 3;
- Recursos da construção – parte 4; e
- Informação da construção – parte 7.

Mainardi Neto (2016) aponta que a referida NBR visa permitir que cada regra determine a necessidade de informação para a análise de cada item avaliado. Além disso, a NBR permite que o projetista saiba até que ponto as informações do modelo devem ser refinadas e trabalhadas em cada fase do projeto. Ainda sobre o assunto, o autor destaca a necessidade do estabelecimento de um padrão de desenvolvimento de projeto, pois a falta pode resultar em preciosismo no detalhamento ou, a falta dele, quando necessário (MAINARDI NETO, 2016).

A determinação dos Níveis de Desenvolvimento de Objeto, em inglês, *Level of Development* (LOD), permitem uma padronização do nível de detalhe de cada objeto inserido durante o desenvolvimento do projeto. Entretanto, Amorim (2021) destaca que, em

um projeto, podem existir diversos LODs, uma vez que, nas fases mais avançadas do projeto, a maior parte dos componentes está classificada em um LOD acima de 300; apresentado-se também elementos de LOD 100, como textos e símbolos.

Moço (2015) afirma que a classificação dos níveis de desenvolvimento de objetos permite que sejam determinados os níveis de progressão lógica desde o menor nível de detalhamento (de caráter meramente conceitual) até o mais alto nível (de representação precisa). Nesse último, as informações de instalação, uso, manutenção e operação estão inseridas no modelo de construção. Assim, compreende-se que “as diferentes fases do ciclo de vida de um modelo de informação estão diretamente relacionadas com o seu nível de desenvolvimento” (MOÇO, 2015, p. 36).

Os diferentes Níveis de Desenvolvimento de Objeto são determinados pela classificação elaborada pelo BIMFórum, que é citada por Nawari (2018) e França (2018). Os autores definem que o LOD é dividido em 6 diferentes níveis de classificação, a saber:

- **LOD 100:** o elemento é representado apenas por uma simbologia gráfica, ou outro tipo de representação genérica que não atende os pré-requisitos para ser enquadrada no LOD 200;
- **LOD 200:** representação de elementos e objetos por meio de elementos genéricos, com características físicas, quantidade, local e orientação definidos;
- **LOD 300:** neste nível, os aspectos gráficos já determinam as especificidades do objeto. Além disso, as informações físicas como tamanho, forma, quantidade, localização e orientação são precisas. Todavia, as informações não físicas, mantém no mesmo nível do LOD 200;
- **LOD 350:** acrescentam-se, ao nível do LOD 300, as informações relativas às interações do objeto com o restante dos elementos de projeto. Por exemplo, neste nível as informações necessárias à conexão de uma torneira com o restante dos elementos pertencentes ao projeto de instalações hidráulicas já estão definidas;
- **LOD 400:** Este nível representa fielmente o objeto projetado com todas as suas informações, inclusive as relacionadas as instalações, uso e operação;
- **LOD 500:** Representa o projeto como construído, definido como “*as-built*”. Neste nível de desenvolvimento, a construção é modelada com todas as características e elementos existentes na obra materializada. O LOD 500 é utilizado para o planejamento da manutenção predial.

Amorim (2021) afirma que ainda não é possível realizar a verificação de todos os requisitos legais que compõem um projeto, pois, para ele, alguns códigos de edificações são confusos e subjetivos. Moço (2015), justifica essa subjetividade ao dizer que as legislações foram escritas e pensadas para serem aplicadas por pessoas, e não por máquinas ou programas. Todavia, o autor reconhece a necessidade de criação de ferramentas de verificação, criando rotinas lógicas e objetivas. Assim, deve-se considerar que, apesar de a verificação automática de modelos reduzir as inconformidades arquitetônicas, assim como os prazos e o tempo de trabalho, esse processo não pode extinguir a função do analista responsável pela aferição da conformidade dos itens de um projeto.

Mesmo diante dessa impossibilidade, Nawari (2018) apoia a necessidade de aferição de conformidade automatizada. O autor afirma que a verificação de conformidade de uma legislação é “um trabalho mecânico com uma grande carga de trabalho, e essa tarefa normalmente é demorada e sujeita a erros se não for automatizada para melhorar a eficiência e a economia” (NAWARI, 2018, p. 52).

Assim, embora Amorim (2021) reforce a ideia de que nem todos os itens relativos ao projeto podem ser avaliados automaticamente, deve-se levar em consideração que os projetistas e analistas de projeto, raramente, possuem a capacidade de memorizar todos os itens presentes nas mais diversas normas e regulamentos que incidem sobre as diferentes tipologias arquitetônicas. Lee (et al., 2003 apud SACKS, 2021, p. 76) ratifica esse pensamento ao dizer que “até mesmo os profissionais com muita experiência não conseguem identificar os erros nos desenhos com facilidade”.

Dessa maneira, deve-se compreender que o processo de verificação pode reduzir as inconformidades, mas não pode erradicá-las, pois existem os itens que não podem ser verificados automaticamente. Assim, o pesquisador entende que a verificação automática de modelos não funciona como ferramenta de substituição do analista, mas atua como um importante aliado na supressão das inconformidades arquitetônicas nas diversas disciplinas que compõem a AECO, dentre elas a acessibilidade.

No que diz respeito aos requisitos de modelo necessários para o processo de verificação de normas, Nawari (2018) afirma que os requisitos para a verificação automática são diferentes dos requisitos presentes em desenhos 2D e 3D, pois as informações necessárias são baseadas em um maior nível de detalhe. Assim sendo, o autor defende que o principal pressuposto para a verificação automatizada da conformidade é a construção de um modelo que possua as “informações necessárias para permitir uma

verificação abrangente de conformidade com os regulamentos de construção” (NAWARI, 2018, p. 52).

Destarte, com base em todos os pressupostos apresentados nessa subseção de capítulo, Nawari (2018), Eastman et al. (2009) e Sacks (2021) dividem o processo de verificação de modelos em algumas fases. Para fins didáticos, esta pesquisa dividiu esse processo em 4 fases distintas, a saber:

- 1. Fase de transposição das normas de verificação** para uma linguagem de programa: nesta fase a legislação é transformada em uma linguagem que possa ser compreendida e avaliada por um programa;
- 2. Fase de preparação do modelo de verificação:** esta fase pode ser desenvolvida por meio do uso de um modelo existente ou de uma base de dados nova capaz de definir os parâmetros de conformidade a serem avaliados;
- 3. Fase de verificação:** na qual as normas desenvolvidas na fase 1 são aplicadas no modelo de verificação construído na fase 2;
- 4. Fase de extração dos resultados:** nesta fase são criados os mecanismos de extração dos dados da avaliação.

Moço (2015, p.7) sugere a elaboração de convenções comuns para a elaboração das três primeiras fases “de forma a adaptar o melhor possível o conjunto de normas ao modelo de verificação, uniformizando o processo”. E Nawari (2018) defende que a maioria dos modelos BIM criados em programas de autoria, a exemplo de *Revit* e *Archicad*, não possuem o nível de detalhamento suficiente para realizar a verificação do modelo, sendo necessário, para isso, o desenvolvimento de Modelos de Definição de Vista, em inglês, *Model View Definitions* (MVDs)¹⁶ em Manuais de Entrega de Informações (IDM)¹⁷.

Conforme explanado anteriormente, as legislações foram escritas para serem lidas e interpretadas por um ser humano, que lê e é capaz de interpretar aquilo que lê, e não de máquina. Contudo, Nawari (2018) e Eastman et al. (2009) apontam a necessidade de

¹⁶ Os Modelos de Definição de Vista são definidos por (NAWARI, 2018, p. 54) como um “processo que integra requisitos de troca (ERs) provenientes de muitos processos de IDM para as visualizações de modelo mais lógicas que serão suportadas por aplicativos de *programa*”.

¹⁷ Nawari (2018) classifica os Manuais de Entrega de Informações (IDM) como uma etapa crítica responsável pela base da definição da visualização do modelo que tem por objetivo permitir “a interoperabilidade entre aplicativos de *programa*, promover a colaboração digital entre os atores no processo de construção de edifícios e fornece uma base para troca de informações precisas, confiáveis, consistentes e de alta qualidade” (NAWARI, 2018, p. 52).

transformação das normas de verificação de uma “linguagem humana” para uma “linguagem informática” como o primeiro passo para o processo de verificação de modelos. Moço (2015) esclarece que é preciso retirar a complexidade subjetiva da legislação que se faz presente no processo de estruturação do texto e a inter-relação que existe entre os artigos de uma legislação para que a avaliação seja realizada. Todavia, devido à complexidade da estrutura e das inter-relações, nem todas as normas podem ser transferidas para uma linguagem de máquina.

Assim, Yang (et al., 2004 apud MOÇO, 2015, p. 8) dividem as normas em **indetermináveis**, que não podem ser transformadas em uma linguagem de informática, e **mensuráveis**, que podem ser transformadas em uma linguagem de informática. Isso ratifica a ideia de que o processo de verificação de normas não substitui o analista de projetos, mas atua como uma ferramenta auxiliar naquilo que puder ser transformado em uma linguagem de máquina. Essa, por sua vez, deve ser utilizada para avaliar aspectos quantitativos, mensuráveis, deixando os casos qualitativos, não mensuráveis e interpretativos para o analista de projetos.

Moço (2015) disserta sobre os procedimentos necessários à transformação da legislação em uma linguagem informática - que possa ser facilmente compreendida pelo programa - ao arrazoar sobre a possibilidade de transformação dessa legislação por meio de um sistema de Lógica de Primeira Ordem (LPO). O autor afirma que esse sistema simplifica o processo em três respostas lógicas: verdadeiro, falso e indefinido. Esse último ocorre quando o item não pode ser mensurável ou é inexistente. Esse processo de simplificação da linguagem normativa em um sistema de LPO foi desenvolvido por Gualberto Filho (2013) e está contido no método ACA. E foi um dos motivos para a escolha do método de avaliação.

No que tange ao processo de preparação do modelo de verificação, as premissas necessárias à modelagem, assim como o LOD necessário para o desenvolvimento da avaliação devem estar presentes no IDM (Manuais de Entrega de Informações) e nos MVDs (Modelos de Definição de Vista) do projeto, uma vez que os requisitos necessários para avaliação de uma disciplina de projeto podem ser diferentes dos requisitos necessários para outra. Por exemplo, para verificar a conformidade das normas relativas à acessibilidade, é necessário que o modelo apresente às características relacionadas à referida disciplina, como por exemplo: a indicação do tipo de pavimento ou a altura da maçaneta das portas.

Nawari (2018) afirma que o estabelecimento dos IDMs fornecem uma referência à realização dos processos necessários à verificação de normas, e que esse processo se divide em duas etapas: a primeira, realiza o mapeamento de processos necessários à formulação do projeto; e a segunda que consiste na lista de requisitos de troca, é a etapa na qual são definidos os parâmetros que devem ser exportados para o arquivo IFC. Sobre os MVDs, o autor afirma que esses modelos são a tradução dos requisitos técnicos que especificam como as informações devem aparecer no esquema IFC.

Corroborando com esse argumento, Moço (2015) explica que:

Um modelo de verificação adequado para posterior validação automática tem obrigatoriamente de ser consistente com as normas a verificar, possuindo todas as entidades IFC e propriedades antes da derivação da informação e da verificação automática. Os requisitos para um modelo de verificação bem definido devem ser claramente específicos (MOÇO, 2015, p. 12).

Quanto ao processo de verificação, Moço (2015) destaca a importância da realização de uma pré-verificação sintática do modelo, de forma a garantir que todos os parâmetros necessários à avaliação foram inseridos no modelo BIM. Isso se deve à multiplicidade de itens que podem ser avaliados em uma disciplina de projeto, ou no conjunto de disciplinas. Todavia, o autor justifica que a avaliação “será de mais fácil execução quando as normas estão transpostas para linguagem de programação consistente com funções, e essas funções estão corretamente correlacionadas com os objetos sujeitos à verificação automática” (MOÇO, 2015, p. 14).

Para auxiliar o processo de verificação e garantir que todos os parâmetros necessários à avaliação foram inseridos no modelo BIM, algumas ferramentas, como o *Solibri Model Checker* (que será apresentado com uma maior riqueza de detalhes) inclui o *BIM Collaboration Format* (BFC)¹⁸ em sua estrutura. Essa inclusão permite que as falhas sejam detectadas pelas normas. Assim, Sacks (2021) explica que:

Os relatórios de erros podem ser destacados visualmente, formados por função, papel do usuário, pavimento, etc. O *Solibri Model Checker* (SMC) também suporta a mineração de dados: erros nas normas podem ser agrupados por tarefa, implementador, contexto ou outra classificação e exportados para análise (SACKS, 2021, p. 82).

¹⁸O BIM Collaboration Format (BFC) é um arquiteto de formato aberto que permite a inserção de comentários para a comunicação entre os projetistas.

Sobre a última etapa, a de extração dos resultados, Moço (2015) afirma que os resultados são, normalmente, exportáveis para o formato XLS¹⁹ e que contém os seguintes resultados para os itens avaliados: validado; não validado; indefinido/erro. As respostas presentes nos resultados exportáveis são as mesmas utilizadas pelo método ACA para o preenchimento das planilhas de avaliação. Nesse sentido, esta pesquisa pretende utilizar os dados exportados para o preenchimento das planilhas de avaliação do método, a fim de que o resultado final da avaliação realizada no programa possa ser incorporado aos índices de avaliação do método.

2.2.1 Ferramentas para verificação de normas de projeto

A literatura mostra que já existem diversos estudos acerca da aplicação do processo de verificação de normas, como o *Projeto Corenet* em Cingapura, que foi o projeto propulsor desse uso BIM, e a iniciativa *DesignCheck*, da Austrália. Todavia, deve-se salientar que a maior parte dos estudos relacionados ao tema se encontra em desenvolvimento, o que evidencia a necessidade de estudos para o desenvolvimento deste uso BIM (MOÇO, 2015).

Referente à verificação de normas relacionadas à acessibilidade, o projeto *Stasbygg*, da Noruega, e o já citado projeto *DesignCheck*, da Austrália, fazem a verificação, dentre outras disciplinas, da acessibilidade. Sendo que o primeiro utiliza o programa Solibri Model Checker (SMC) como programa de avaliação. No Brasil, destacam-se as pesquisas desenvolvidas por Mainardi Neto (2016), França (2018) e Takagaki (2016). Além disso, merecem destaque as iniciativas realizadas por entes federativos como as prefeituras de Salvador e São Paulo, e o Governo do Estado de Santa Catarina.

Todavia, apesar dos trabalhos supracitados realizarem o processo de verificação de inconformidades em diversos aspectos e disciplinas, e que os citados trabalhos realizados na Austrália e na Noruega avaliam a acessibilidade, é necessário compreender como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade, por meio do processo de verificação de normas, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de uma forma que seja aplicável à realidade brasileira, uma vez que, no Brasil, existem legislações específicas sobre o tema, como a NBR 9050, de 2020. Nesse sentido, este trabalho busca preencher a referida lacuna e investigar como o uso BIM de verificação de modelos pode

¹⁹O formato XLS é um formato habilitado para macro e baseado em XML como uma planilha eletrônica. É manipulado normalmente em programas como Microsoft Office – Excel e Libre Office Calc.

ser aplicado para identificar as inconformidades projetuais referentes à disciplina da acessibilidade no Brasil, e aplicá-lo em projetos de habitações.

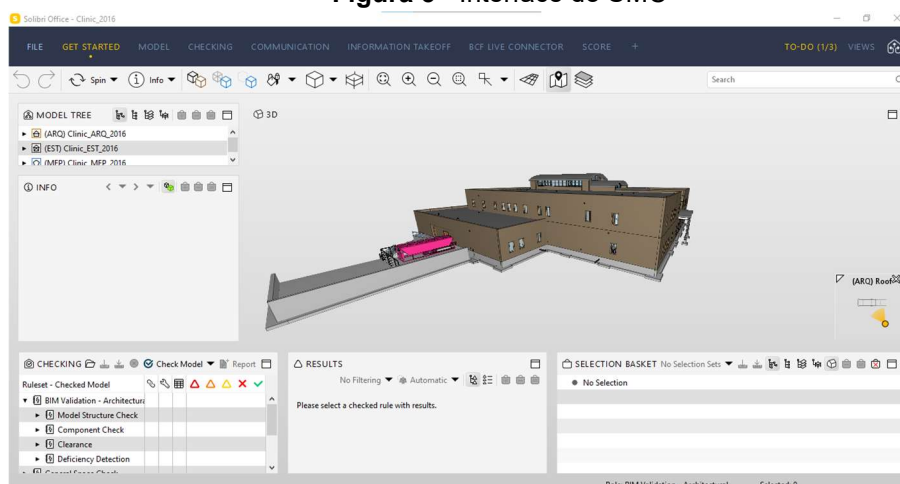
Para a verificação dos modelos, Eastman *et al.* (2009) apresentam os meios pelos quais o processo de verificação de normas pode ser aplicado. Os autores defendem que o objeto arquitetônico pode ser analisado em uma plataforma diferente da utilizada para a elaboração de um projeto, por meio do uso de um *plug-in*. Mas também afirmam que a aplicação pode fazer a análise por meio do uso de um programa de computador independente do programa de projeto, e de aplicativos de Internet que aceitem um arquivo IFC, por exemplo.

Os já citados trabalhos de Mainardi Neto (2016), França (2018) e Takagaki (2016) retratam o uso de um programa paralelo, o Solibri Model Checker (SMC) como o mais utilizado para a verificação de projetos, inclusive de acessibilidade. Sobre o programa, Eastman (et al., 2009 apud FRANÇA, 2018) diz que:

O programa Solibri Model Checker (SMC) trata-se de um *software* que foi desenvolvido em ambiente Java pela empresa Solibri.Inc, e que tem como funcionalidades analisar modelos BIM com um conjunto de normas para identificar e avisar de potenciais problemas, conflitos ou violações que possam vir a existir num determinado modelo de informação (EASTMAN et al., 2009 apud FRANÇA, 2018, p. 36).

Os estudos realizados por Eastman *et al.* (2009) apontam o uso da plataforma SMC como capaz de realizar verificações de modelos BIM, a partir de arquivos IFC. Além disso, Eastman et al. (2009), Nawari (2018) e Sacks (2021) apontam as vantagens do uso do SMC, ao defender que o programa é pré-configurado com cerca de 300 normas pré-definidas, mas que também permite que o usuário faça adaptações nas normas pré-definidas, criando novas. Além dessa funcionalidade, a plataforma também permite a criação de novas normas por meio da utilização da interface de programação do aplicativo. Além do mais, os autores também destacam que a ferramenta SMC possui uma interface simples, o que permite uma melhor relação entre o usuário e a máquina, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Interface do SMC



Fonte: O autor (2023).

Sacks (2021) apresenta o programa em seu texto e explica que o mesmo permite que o usuário realize a compilação de diversas bibliotecas de projeto para verificação de diferentes parâmetros projetuais como área, volume, tipo de material e desempenho. Outra vantagem apontada pelo autor é que o SMC “suporta múltiplos esquemas de classificação de construção: *Ommiclass*, *Uniclass*, *Masterformat*, *Unifformat*, *DSTV* e outros” (SACKS, 2021, p. 81). Sobre a capacidade do programa para o desenvolvimento da verificação, Nawari (2018) afirma que:

Em termos de verificação do modelo projetado, o SMC pode literalmente verificar qualquer coisa no modelo - por exemplo, verificar se todos os quartos têm aberturas, se não há componentes duplicados (por exemplo, uma parede arquitetônica no topo de uma parede estrutural), se há lacunas entre os elementos de construção (por exemplo, paredes e pisos), que um pilar estrutural atravessa uma laje ou que os espaços estão devidamente alocados no modelo (NAWARI, 2018, p. 95).

Com base nessa argumentação, esta pesquisa optou por fazer o uso do Solibri Model Checker (SMC) como instrumento para verificação de modelos. Essa decisão levou em consideração também as palavras de Amorim (2021), que aponta o SMC como um dos programas de verificação de modelos com o maior número de recursos.

Além disso, deve-se destacar como fator relevante para a escolha do SMC, o fato de que a empresa Solibri.Inc, por meio de sua parceira no Brasil, a CADTEC, disponibilizou uma licença gratuita para a realização da pesquisa. Esse fator não foi determinante para a escolha do programa como a narrativa presente nos parágrafos anteriores, mas se tornou relevante, uma vez que os programas de *model checkers* são pagos.

Consonante ao que foi discutido neste texto, o SMC permite a criação e edição de normas (*rulesets*), que são formuladas e modificadas pelo Gestor de Normas (*Rules Manager*), resultando na construção de elementos de verificação de projeto por meio desta funcionalidade. Essa funcionalidade se torna fundamental à verificação de modelos, uma vez que permite que diversas legislações sejam aplicadas sobre o modelo ao mesmo tempo – justificando, mais uma vez, a escolha por este programa.

Ainda sobre a funcionalidade citada no parágrafo anterior, França (2018) afirma que a versatilidade do programa permite a criação de diversas estruturas de verificação sem a necessidade de que o projetista tenha conhecimentos relacionados à programação. Ademais, o autor destaca que “os parâmetros incluídos em cada regra podem ser editados, bem como o grau de severidade de cada regra, o que faz com que estas normas possam ser adaptáveis a uma determinada realidade” (NAWARI, 2013 apud FRANÇA, 2018, p. 37).

O resultado do processo de avaliação do SMC é um relatório que aponta os itens que estão em conformidade e desconformidade com os parâmetros apontados, permitindo também a visualização dos pontos críticos através da visualização do modelo 3D. Esse relatório é utilizado para o preenchimento das planilhas de avaliação do método ACA, cuja metodologia de preenchimento, assim como o processo de avaliação de conformidade da acessibilidade habitacional serão apresentados no capítulo do método de pesquisa.

3 CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA PARA A ARQUITETURA SEM BARREIRAS

No capítulo anterior, foram apresentados os conceitos a respeito do *Building Information Modeling* (BIM) e o Processo de Verificação de Normas de Projeto, assim como foi apresentado o programa Solibri. Esse, que, segundo a literatura, mostra-se capaz de verificar se o modelo virtual do objetivo arquitetônico a ser edificado está em conformidade com normas relativas ao ato de projetar, dentre elas as de acessibilidade.

Neste capítulo, a discussão será pautada pela necessidade de desenvolvimento de projetos com o foco no usuário e sua relação com o espaço arquitetônico, buscando, assim, justificar a necessidade de investigação da aplicação do processo de verificação de normas na disciplina de acessibilidade. Dessa maneira, a discussão, aqui, proposta acerca da criação de edificações busca mostrar a contribuição da ergonomia, antropometria e do desenho universal para a construção de uma arquitetura sem barreiras.

Da mesma forma que o poder público e as ciências, a sociedade também mudou. Novos hábitos surgiram, a cultura foi modificada, bem como a forma de morar (BONDUKI,

2017; SEGAWA, 2018). Um dos resultados desse processo pode ser observado no tamanho das edificações e seu programa de necessidades que variaram, com o passar do tempo.

Aliada a essas premissas, a forma de interação dos seres humanos com o ambiente depende diretamente de suas capacidades que, por sua vez, variam, com o passar dos anos. Na primeira infância, as dimensões humanas inferem limitações que não permitem a realização de uma série de atividades, como abrir determinada janela ou subir escadas; limitações essas que são superadas na adolescência e na fase adulta e que voltam na velhice, em virtude das limitações físicas e motoras oriundas do envelhecimento do corpo (CIDADE, 2004). Além disso, deve-se destacar as limitações físicas e motoras que podem aparecer durante toda vida, de forma permanente ou eventual, e que podem estar associadas ao surgimento de lesões e acidentes. Nesse sentido, o trabalho de designers, arquitetos, dentre outros profissionais da construção civil é imprescindível para a edificação de moradias, que devem ser acessíveis e seguras para serem utilizadas pelas pessoas durante toda a sua vida.

A fim de discorrer sobre o tema da contribuição da ergonomia para o desenvolvimento de uma arquitetura sem barreiras, este capítulo é dividido em duas partes. A primeira apresenta os conceitos da ergonomia, antropometria e do desenho universal (como conceitos indissociáveis e imprescindíveis para a construção de uma arquitetura inclusiva). E a segunda discute a relação entre a acessibilidade e o exercício projetual.

3.1 CONCEITOS DE ACESSIBILIDADE, ERGONOMIA E DESENHO UNIVERSAL

Para a construção de espaços acessíveis (compreendidos como aqueles que proporcionam interações socioeconômicas, culturais e políticas no espaço construído), é fundamental que o projetista possua os conhecimentos relacionados à ergonomia, à antropometria e ao desenho universal. Assim, será possível atender às necessidades de acesso e uso dos ambientes e dos produtos pelas pessoas que apresentam restrições de ordem física, mental ou sensorial (GUALBERTO FILHO, 2013).

O primeiro desses conceitos, a ergonomia, relaciona-se ao estudo da relação do ser humano com o meio em que está inserido, em especial no desenvolvimento de atividades como trabalhar, cozinhar, limpar, dormir e estudar. O segundo conceito, a antropometria, estuda as diferenças métricas existentes entre os indivíduos, que podem variar de acordo com o sexo, idade, profissão, dentre outras, assim como a dinâmica dos

movimentos. Por fim, o desenho universal tem por objetivo a criação de espaços, equipamentos e produtos que possam ser utilizados pelo maior número possível de pessoas (CAMBIAGHI, 2007; BOUERI FILHO, 2004).

O entendimento desses conceitos é de suma importância para o projeto e construção de uma arquitetura sem barreiras²⁰, uma vez que Boueri Filho (2004) destaca a importância da construção de espaços acessíveis para a formação do arquiteto e para o desenvolvimento da sociedade. Seguindo esse pensamento, este tópico dissertará sobre os conceitos da ergonomia, da antropometria e do desenho universal, que servirão de base para a discussão seguinte que trata da relação entre a acessibilidade e o projeto de arquitetura.

3.1.1 Ergonomia

A ergonomia do ambiente construído se fundamenta como uma ciência do trabalho que, de forma interdisciplinar, surge na primeira metade do século XX. Ela é resultado da necessidade de estudos sobre a relação humana com o espaço construído, sobretudo no estudo da relação entre trabalho e tarefa. Assim, objetivando avaliar as possibilidades e os limites do desempenho humano para o trabalho, essa ciência busca compreender o que as pessoas fazem e a maneira como fazem. Isso acontece por meio da análise da tarefa, a partir da avaliação dos movimentos executados nas mais diversas atribuições e atividades. Vale salientar que a ergonomia possui diversas aplicações, até mesmo nas relações psicológicas relacionadas à tarefa (CAMBIAGHI, 2007; BOUERI FILHO, 2004).

Os estudos ergonômicos surgiram associados aos problemas relacionados ao trabalho, principalmente aqueles ligados às áreas industrial e militar. Posteriormente, a ergonomia passou a ter como objeto de estudo a análise da tarefa realizada em outras áreas como a habitação e o desenvolvimento de produtos. Hoje, a ergonomia é uma ciência que tem sua aplicação presente no dia a dia das pessoas, tanto no ambiente de trabalho, quanto no ambiente doméstico.

²⁰ Pode-se compreender arquitetura sem barreiras como aquela que possui condições para o acesso, uso e permanência de todos no espaço construído, incluindo-se as pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida (GUALBERTO FILHO, 2013).

A relação homem-máquina ²¹ existente nos estudos ergonômicos busca compreender a conexão entre as dimensões físicas do usuário e do seu objeto de manuseio para o desenvolvimento das mais diversas atividades. Destaca-se também que “com o desenvolvimento dos estudos, precisaram ser levados em conta aspectos fisiológicos, psicológicos e antropométricos de problemas de projeto e design específicos” (BOUERI FILHO, 2004, p. 45).

As primeiras aplicações de estudos ergonômicos para a construção de habitações foram realizadas no Reino Unido, por meio de um programa habitacional subsidiado pelo Governo inglês que buscava revisar e melhorar as condições de moradias. O relatório *Parker Morris, House Planning – A Guide to User Needs*, produzido pelo Ministério da Habitação Britânico, retratava as mudanças que estavam acontecendo na população, em face do desenvolvimento tecnológico, e incitou discussões sobre o tema.

A partir das décadas de 1960 e 1970, a ergonomia passou a figurar como um dos aspectos fundamentais para o desenvolvimento do espaço habitacional, principalmente relacionado ao espaço de atividades²². A aplicação ergonômica nos projetos de arquitetura tinha como objetivo adequar o ambiente aos equipamentos e mobiliários utilizados pelo usuário, pois o desenvolvimento da televisão, do ferro de passar e de outros eletrodomésticos mudava completamente o modo de viver do século XX (BOUERI FILHO, 2004).

A ergonomia aplicada ao ambiente construído, ou ergonomia das atividades não profissionais, surgiu como conceito destinado à sua aplicação em atividades não relacionadas ao trabalho ou à indústria bélica, nos anos 1950. Seu objetivo era resolver os problemas relacionados às outras áreas, como habitação, atuando, principalmente, no dimensionamento. Dessa forma, os estudos ergonômicos estão diretamente vinculados à concepção arquitetônica e ao exercício de projeto, pois o conhecimento das dimensões humanas é fundamental para o dimensionamento da própria habitação.

Partindo da premissa exposta por Rodrigues (1996), cujo argumento defende que, de alguma maneira é preciso morar, pois não é possível viver sem ocupar espaço, o homem sempre buscou relacionar-se com o espaço no qual ele está inserido. Assim, compreender a relação métrica e ergonômica deste espaço se torna indispensável, uma vez que não há

21 “Máquina, nessa acepção, deve ser entendida como todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando os equipamentos, ferramentas, o mobiliário e instalações” (COSTA FILHO, 2005, p. 28).

22 O espaço de atividades é a superfície necessária e suficiente para que uma pessoa possa desenvolver qualquer atividade sem interferência ou restrição provocada por mobiliário, equipamentos e/ou componentes do edifício (BOUERI FILHO, 2008, p. 7).

como viver sem morar. Em casas, apartamentos, nas ruas ou nas cavernas, o ser humano sempre se relaciona com o espaço onde realiza suas atividades básicas, como comer e dormir. Nesse sentido, é necessário adequar ergonomicamente o ambiente e a habitação ao usuário, da mesma forma que a chamada interface homem-atividade.

Desse modo, os estudos ergonômicos passaram a fazer parte do dimensionamento dos projetos de habitação. Para isso, a técnica da análise da tarefa foi utilizada para identificar as necessidades humanas para o dimensionamento dos espaços de habitação em diversos estudos. Dentre eles, destaca-se a Cozinha de Frankfurt, conforme visto na Figura 6, na década de 20 (BOUERI FILHO, 2004).

Figura 6 - A cozinha de Frankfurt



Fonte: Boueri Filho (2004).

Boueri Filho (2004) destaca que a análise da tarefa e a influência dos aspectos culturais e psicológicos dos usuários devem ser levadas em consideração na concepção arquitetônica. Assim, a ergonomia inseriu no projetista a visão de que as dimensões corporais devem ser utilizadas como um dos parâmetros para a concepção e decisão do projeto de arquitetura e que a edificação deveria atender ao padrão antropométrico ao qual se destinava. Nesse sentido, a ergonomia passa a ser vista como “uma valiosa ferramenta de apoio à arquitetura, principalmente, no processo de projetar para usos e necessidades coletivas não declaradas” (COSTA FILHO, 2005, p. 32).

Em suma, os estudos ergonômicos relacionados à tarefa nos ensinam que o conhecimento das atividades realizadas no espaço arquitetônico, bem como o

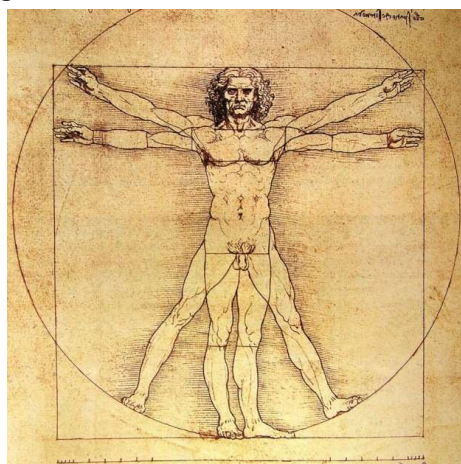
conhecimento sobre o público que irá utilizá-lo está diretamente relacionado à efetividade do projeto. Dessa forma, o estudo da tarefa, aliado ao conhecimento do público alvo, retrata que as dimensões corpóreas utilizadas em um projeto de uma base militar são completamente diferentes das utilizadas na construção de um laboratório de pesquisas ou de uma repartição pública. Todavia, essa diferença métrica só é perceptível graças aos estudos de outra ciência, que é a antropometria.

3.1.2 A antropometria

Compreendida como “a ciência que trata especificamente das medidas do corpo humano para determinar diferenças entre indivíduos e grupos” (PANERO; ZELNIK, 2015, p. 23), a antropometria também é conceituada por Corrêa e Boletti (2015 apud MACEDO, 2018) como um ramo das ciências biológicas que estuda os caracteres mensuráveis da morfologia humana. Assim, seu objetivo é mensurar metricamente diferenças entre o padrão corporal de populações, que podem ser físicas, como: altura, peso e sexo, mas também sociais, ao relacionar os parâmetros anteriores com a capacidade financeira, o ramo de trabalho, ou a localização geográfica.

Desde a antiguidade, a humanidade vem buscando relacionar a sua habitação (abrigo) com suas dimensões físicas. Das cavernas às mansões, as relações antropométricas sempre estiveram presentes. Mesmo que de forma não proposital, a humanidade tem relacionado o ambiente ao seu redor com suas próprias dimensões. Isso pode ser comprovado, se levarmos em consideração que as relações antropométricas deram origem às diversas unidades de medidas usadas na antiguidade - a exemplo da braça, milha e pé -, como também de diversos estudos, como o homem vitruviano de Leonardo da Vinci (Figura 7) e a seção áurea de Euclides (PANERO; ZELNIK, 2015).

Figura 7 - Homem vitruviano de Leonardo da Vinci

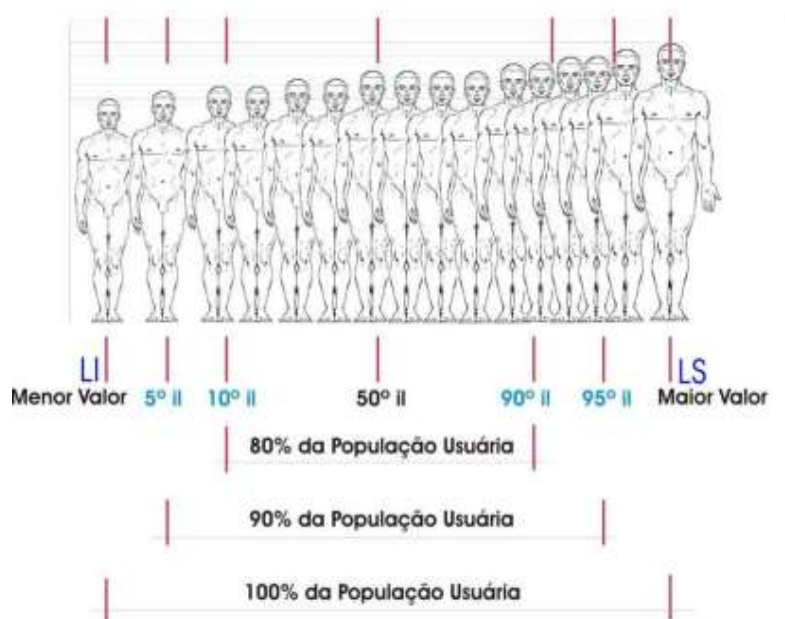


Fonte: Panero, Zelnik (2015).

Todavia, essas escalas de medidas se tornaram falhas justamente pelas diferenças corporais apontadas pelos estudos antropométricos. Por isso, a aplicação dos conhecimentos antropométricos à ergonomia tem por objetivo projetar, adequar e adaptar produtos, equipamentos e postos de trabalho por meio do estudo da diferenciação dos grupos de usuários, funcionando como importante ferramenta para a construção do projeto com foco no usuário (MACEDO, 2018).

Com o objetivo de considerar as diferenças entre os indivíduos, a antropometria diferencia a população por meio de uma escala gráfica na forma de percentis, ou seja, uma gradação percentual. Assim, o primeiro percentil corresponde às menores dimensões e o percentil 100 diz respeito às maiores. Panero e Zelnik (2015) destacam que os projetos devem levar em consideração 90% da população, usando o intervalo entre os percentuais 5 e 95, e que esses intervalos podem variar de acordo com as atividades desenvolvidas, conforme indicado na Figura 8.

Figura 8 - Percentil e porcentagem do levantamento antropométrico



Fonte: Boueri Filho (2004).

Os percentis criados a partir dos estudos antropométricos constataram que o corpo humano de dimensões perfeitas, áureas, vitruviano, não existe. Isso porquê não há como mensurar perfeitamente a raça humana. Assim, pode-se considerar que o homem perfeito, proporcional, vitruviano é uma falácia, pois existem variações métricas causadas pela raça, sexo e idade dos indivíduos (PANERO; ZELNIK, 2015).

Erroneamente, diversos projetistas fazem uso do que chamam de “homem-médio”, utilizando-se do percentil 50 para a concepção dos projetos. Todavia, esse uso se torna um equívoco, pois o uso desses dados resulta, por vezes, na criação de objetos que não podem ser usados por todos. Soares (2000 apud COSTA FILHO, 2005) afirma que ninguém é médio em todas as dimensões e que poucos são para algumas, constatando que o homem ideal, médio, não existe.

Panero e Zelnik (2015) apresentam dados mais precisos para comprovar essa afirmativa, argumentando que: “os homens médios em duas dimensões de medida constituem apenas cerca de 7% da população; em três dimensões de medidas apenas 3% e, em quatro dimensões de medidas, a percentagem cai para menos de 2%”. Assim, os autores concluem que o homem médio não existe, enfatizando que, para a construção de espaços ergonomicamente eficientes, deve-se considerar as variações que existem nas diferentes partes do corpo.

A literatura afirma que o uso dos percentis deve ser usado em diferentes fases e para diferentes atividades dentro do projeto habitacional. Por exemplo, para pegar uma panela em um armário, ou abrir uma janela, o projetista deve utilizar o percentil 5, que abrange as pessoas com menor estatura, uma vez que onde a pessoa mais baixa alcança, a mais alta também alcança. Já para o dimensionamento de passagens e espaços de circulação, deve ser levado em consideração o percentil 95, pois onde a pessoa com maiores dimensões consegue passar, as pessoas menores também conseguem.

O grau de confiabilidade dos dados pode variar de acordo com a população pesquisada, pois quanto maior a restrição, maior a chance de acerto. Isso ocorre pois, dentro de um mesmo país, podem existir indivíduos completamente distintos de região para região; dado que também pode variar de acordo com a profissão (por exemplo: jogadores de basquete são, geralmente, maiores do que professores ou nadadores).

Deve-se destacar que os padrões antropométricos não se referem apenas à valores estáticos ou estruturais que concernem às medidas do corpo humano. Aliada à ergonomia, a antropometria também é responsável pela identificação do espaço de atividades, realizando o estudo dinâmico das dimensões humanas, como ângulos, capacidade de alcance e a força dos movimentos associados a uma determinada tarefa (BOUERI FILHO, 2004; PANERO, ZELNIK, 2015).

Sobre o assunto, Costa Filho (2005) defende que:

O conhecimento das dimensões do corpo humano e da sua mecânica de articulação, portanto, é imprescindível quando se procura melhorar a relação do edifício com aqueles que farão uso dos espaços edificados. Esse enfoque físico-morfológico é inegavelmente fundamental na busca do conforto nos espaços arquitetônicos, porém não é o único. Sobretudo porque um projeto ergonomicamente adequado não pode ser definido apenas com preocupações antropométricas, sendo fundamental tomar o usuário na sua total complexidade de ser humano (COSTA FILHO, 2005, p. 51).

Os estudos antropométricos aliados às análises ergonômicas da tarefa buscam compreender as atividades desenvolvidas no ambiente doméstico e as suas influências no dimensionamento arquitetônico nos projetos habitacionais. Questões como: qual o tamanho ideal para as circulações e qual deve ser a área útil para cozinhar com segurança são respondidas por meio da análise do público que irá desenvolver as atividades nesses espaços. Além disso, questões como habilidade e desempenho dos usuários também podem ser levadas em consideração para o dimensionamento nos espaços de habitação,

sobretudo se considerarmos que as dimensões corpóreas e as habilidades variam, ao longo da vida.

Com o advento do movimento moderno, no início do século XX, as relações antropométricas e sua aplicação nas habitações ganharam caráter científico, por meio de diversos estudos sobre a antropometria que passaram a respaldar a aplicabilidade das decisões arquitetônicas no espaço construído. A partir do 2º Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, realizado em 1929, buscou-se sistematizar “o que seria o mínimo aceitável para uma família viver, abordando não somente o espaço físico da moradia, como as relações de mobiliário, modo de vida, bem como a racionalização da produção e do uso desse espaço” (FOLZ, MARTUCCI, 2007, p. 24). Foi nesse cenário que surgiu o conceito de habitação mínima para se viver, o *existenzminimum*, que foi aplicado e, depois, mal utilizado na construção de moradias populares.

Costa Filho (2005, p. 51) afirma que as “técnicas antropométricas permitiram mensurar as dimensões corporais de uma população significativa, obtendo medidas físicas apropriadas para se projetar objetos e espaços mais adequados aos usuários”. Como fruto desses estudos, surgiram diversos manuais para o dimensionamento de espaços arquitetônicos. O primeiro, e mais conhecido deles, foi produzido por Ernest Neufert, em 1936, com o título *Bauentwurfslehre*. Participante da fundação da Bauhaus, em 1919, Neufert pretendeu desenvolver com sua obra (chamada de “a arte de projetar em arquitetura”) uma arquitetura racional funcionalista e industrialmente padronizada, a partir da sistematização dos dados dimensionais utilizados nos projetos da Bauhaus. Isso permitiu a criação de um banco de dados que melhorou a construção dos projetos (BOUERI FILHO, 2004).

A obra de Neufert é uma das principais referências para o dimensionamento de projetos, passando por diversas atualizações durante sua história. Hoje, a publicação (que se encontra na 20ª edição) foi revisada em relação aos diversos estudos sobre antropometria e ergonomia, desenvolvidos, sobretudo, nas décadas de 60 e 70. Similarmente, também foram inseridas novas seções referentes à acessibilidade, projeto de proteção contra incêndio, dentre outras.

Os estudos antropométricos realizados a partir do 2º CIAM e da obra de Neufert auxiliaram o desenvolvimento da ergonomia em atividades não profissionais. Nesse sentido, a ergonomia passaria a se tornar a ciência que tinha a função de sistematizar os dados para aplicar as medidas corporais no dimensionamento dos objetos e espaço. Surgia a antropometria aplicada à arquitetura:

Conteúdo que estuda as dimensões físicas do homem, sua habilidade e desempenho ao ocupar um espaço quando realiza sua atividade utilizando-se de equipamento e mobiliário adequado para o desenvolvimento da mesma (BOUERI FILHO, 1999, p. 5-6).

Se levarmos em consideração que a maior parte das produções humanas são destinadas ao seu próprio uso, desde as primeiras formas de abrigo, até os dias atuais, pode-se dizer que tudo está relacionado à capacidade de alcance, uso e aplicabilidade dos espaços, produtos e objetos das habilidades humanas. Diante disso, os dados antropométricos são um importante instrumento para garantir que as concepções humanas atendam o fim para o qual se destinam, levando em consideração as diferentes variáveis do usuário como peso, idade e condições físicas.

O tamanho do nosso corpo serve como parâmetro de medidas para percepções do espaço. Ambientes muito pequenos ou muito baixos podem ser vistos como claustrofóbicos, na mesma medida em que ambientes com um pé direito elevado, ou com espaços abertos, podem causar a sensação de grandiosidade e monumentalidade. Entender a inserção do usuário no projeto de arquitetura permite ao projetista identificar o homem em um sistema tridimensional que pode abarcar não apenas aspectos físicos, mas também sensoriais e psicológicos.

Boueri Filho (1999) destaca que:

Progressivamente, a antropometria vem sendo considerada nos projetos de arquitetura. O uso de dados antropométricos, cada vez mais acessíveis, relaciona-se com parâmetros para o dimensionamento de espaços adequados aos requisitos humanos. Tais configurações são determinantes da carga física relacionada às atividades nos ambientes e permitem assegurar a integridade física e psíquica dos usuários, além de garantir um desempenho de uso mais satisfatório (BOUERI FILHO, 1999, p. 10).

Conceber uma arquitetura inclusiva é necessário para perceber como esses aspectos podem se tornar benéficos para o usuário. Por isso, um dos principais objetivos do projetista consiste em proporcionar ao usuário condições de uso e permanência no espaço, dentro de suas habilidades, com segurança e conforto.

Panero e Zelnik (2015), assim como Costa Filho (2005), destacam que a interação do usuário com o ambiente deve garantir conforto e segurança de forma que as superfícies de trabalho, a circulação e os serviços sejam compatíveis com todos, inclusive aos que possuem alguma limitação, de forma a garantir participação social e inclusão. Partindo desses pressupostos, os autores destacam que, em geral, ou se projeta para uma quantidade quase infinita de usuários, ou para grupos bem específicos, a citar crianças,

idosos e pessoas com deficiência. Todavia, a arquitetura só possui efetividade quando atende às “necessidades do grupo de usuários para quem se destina, cabendo ao projetista a seleção dos dados antropométricos adequados e relacionados aos percentis específicos” (COSTA FILHO, 2005, p. 51).

Cambiaghi (2007) defende que a arquitetura e o design inclusivos têm como ponto de partida os dados antropométricos e que a compreensão das dimensões corpóreas e das atividades permitem ao projetista ter dados suficientes para a construção de um projeto que proporcione condições suficientes para alcance dos objetos, bem como a possibilidade de manipulação deles levando em consideração a usabilidade desse objeto. Entretanto, Costa Filho (2005) destaca a importância da distinção entre os conceitos ergonômicos e antropométricos. O autor destaca que não se deve projetar considerando apenas questões métricas e de grandeza para a concepção arquitetônica, pois existem outras questões como a multiplicidade de usuários, limitações, conforto, questões psicológicas e as atividades desenvolvidas no espaço que devem ser levadas em conta.

Assim, a antropometria é tida como um fator no processo de decisão projetual do arquiteto. E os dados antropométricos devem conciliar os movimentos do corpo e o design universal, possibilitando ao usuário desfrutar dos ambientes sem receber um tratamento discriminatório por causa de suas características pessoais (PANERO, ZELNIK, 2015; CAMBIAGHI, 2007).

3.1.3 Desenho universal

O desenho universal preconiza a disponibilização de espaços, produtos e objetos para atender a maior diversidade de pessoas possível. Possui aplicações tanto na arquitetura e nos espaços interiores, quanto nos utensílios domésticos como copos e talheres. Cambiaghi (2007) define que o conceito do desenho universal surgiu como resultado dos movimentos sociais relacionados às pessoas com deficiência e de arquitetos, urbanistas e designers que pretendiam proporcionar um atendimento mais amplo às suas concepções projetuais em segmentos distintos.

O movimento que deu origem ao desenho universal surgiu na década de 1980 e tinha por objetivo a supressão das barreiras arquitetônicas²³ que minavam as oportunidades e transformavam a participação das pessoas com mobilidade reduzida²⁴ na sociedade em uma participação sofrida e resignada. O desenho universal almeja a maior participação por meio da redução da distância funcional entre a arquitetura, os objetos e a capacidade das pessoas.

Os precursores do movimento acreditavam que, em um espaço acessível, todos os usuários podem fazer o uso irrestrito do lugar, pois os conhecimentos antropométricos e ergonômicos se unem aos princípios do desenho universal para a construção de uma arquitetura sem barreiras. Isso fomenta não apenas a inclusão social, mas, também, da produtividade no trabalho. Infelizmente, a criação de espaços universais é, ainda hoje, muito mais um desejo do que uma realidade.

Para a construção desses espaços de inclusão e equiparação de oportunidades, o Centro para o Design Universal da Escola de Design da Universidade da Carolina do Norte elencou sete princípios fundamentais para o desenvolvimento do desenho universal. Os princípios têm por objetivo avaliar projetos existentes, da mesma forma em que se colocam como elementos norteadores para a elaboração de novos projetos e para a formação de profissionais (CAMBIAGUI, 2007). Estes foram descritos a seguir:

- O primeiro princípio descreve a equiparação das possibilidades de uso. Por meio deste, o objeto deve evitar a segregação de pessoas, devendo proporcionar segurança, proteção e equidade ao usuário; disponibilizando os mesmos recursos para todos de forma a evitar a estigmatização;
- O segundo princípio explana sobre a flexibilidade do uso de forma em que o usuário seja atendido independente da sua acuidade; podendo ser utilizado por indivíduos com diferentes tipos de limitação, equiparando o uso a capacidade de cada um;
- O terceiro princípio apresenta o conceito do uso simples e intuitivo, de forma que os objetos, produtos e espaços devem ser projetados sem complexidades

²³ Pode-se compreender como barreira arquitetônica como sendo todo obstáculo que dificulte a participação do indivíduo no espaço arquitetônico, os induzindo ao isolamento e a exclusão de oportunidades.

²⁴ Cambiagui (2007) define pessoa com mobilidade reduzida como o grupo social que possui problemas de acesso e utilização dos ambientes construídos, inserindo nesse nicho pessoas com deficiência, crianças, idosos, pessoas carregando pacotes, carrinhos de bebê e pessoas com alguma lesão temporária.

desnecessárias, ou necessitem que o usuário possua uma capacidade elevada de conhecimento, cognitiva, ou até mesmo linguístico;

- O quarto princípio se refere à informação perceptível. Nesses casos, o projeto de arquitetura deve ser de fácil entendimento de modo que as pessoas não fiquem “perdidas” no espaço construído, facilitando as instruções de uso da edificação e seus equipamentos. Nesse sentido, sinalização de piso, a presença de mapas táteis e placas de avisos são muito úteis para o usuário;
- Os princípios cinco e seis podem ser facilmente percebidos por sua aplicabilidade em projetos de banheiros acessíveis; eles dizem respeito à tolerância ao erro (ao dizer que objeto deve isolar e proteger elementos de risco) e o mínimo esforço físico, que prevê a utilização eficiente e confortável com o menor esforço possível; e
- O sétimo e último princípio explana sobre o dimensionamento dos espaços, que devem ser construídos para permitir o acesso de todos. Ele trata da possibilidade de alcance manual para usuários sentados ou em pé e da necessidade de acomodar variações do tamanho de mãos e pegada (CAMBIAGHI, 2007).

Cambiaghi (2007) defende que o desenho universal é uma garantia para que os usuários possam fazer uso do espaço construído sem a necessidade de um tratamento discriminatório em face das suas limitações. Através desses princípios, percebeu-se que a capacidade das pessoas poderia ser aumentada, na medida em que as dificuldades de acesso e uso dos equipamentos e produtos sejam removidas para atender um número cada vez maior de cidadãos. Para que isso possa acontecer, os dados antropométricos devem ser cuidadosamente selecionados de forma a identificar o correto perfil dos usuários. Dessa forma, os princípios do desenho universal serão corretamente aplicados, principalmente no que diz respeito à variabilidade das necessidades e dimensões humanas.

Assim, a ergonomia, a antropometria e o desenho universal se tornam conhecimentos indissociáveis e indispensáveis à concepção de um projeto de arquitetura sem barreiras. Pensar em um espaço acessível é pensar na construção de um espaço onde a cidadania seja exercida plenamente, sem que existam restrições de oportunidades. Para isso, o projetista deve ter em mente as variações físicas, psicológicas, sensoriais e fisiológicas dos usuários, além de conhecimento sobre as atividades que serão desenvolvidas no espaço para a concepção de uma arquitetura inclusiva, tolerante e intuitiva.

3.2 A RELAÇÃO ENTRE A ACESSIBILIDADE E O PROJETO DE ARQUITETURA

Deve-se partir do princípio que projetar ambientes que possam ser utilizados por todos é fundamental para a participação e inclusão social do indivíduo. Nesse sentido, a observância dos conhecimentos da antropometria, ergonomia e do desenho universal durante o exercício de projeto funcionam como elementos de inclusão espacial que reduzem o isolamento e a exclusão de cidadãos com algum tipo de limitação física, mental ou sensorial. A fim de observar esses conhecimentos e promover o bem estar social, é fundamental que o projetista conheça as características do grupo populacional que irá utilizar o espaço construído; bem como suas possíveis limitações, para que possa desenvolver soluções técnicas necessárias à promoção de uma arquitetura segura, funcional e confortável.

Isso pode ser obtido por meio do projeto de arquitetura com foco no usuário, que é baseado nas características físicas e mentais do indivíduo. Nele, o dimensionamento dos espaços se inicia com a análise das atividades que serão desenvolvidas no empreendimento. Assim, consideram-se não só os aspectos fundamentais da arquitetura como forma, função e estrutura, mas também os aspectos ergonômicos que fazem parte da análise dos movimentos e sensações promovidas e executadas dentro daquele espaço.

Portanto, projetar para todos deve ser entendido não apenas como uma obrigação, mas como um fator basilar nas decisões projetuais que contribui substancialmente para a melhoria do objeto arquitetônico e da qualidade de vida das pessoas. À vista disso, a implementação dos princípios do desenho universal “pode significar para o usuário a garantia de que ele pode desfrutar dos ambientes sem receber um tratamento discriminatório por causa de suas características pessoais” (CAMBIAGHI, 2007, p. 83).

O projeto de arquitetura com foco no usuário busca suprimir as barreiras arquitetônicas que provocam desarmonia nas relações humanas e que são criadas quando não observados os elementos necessários à construção de uma arquitetura acessível. Qualharini e Anjos (1997) conceituam que as barreiras arquitetônicas são criadas pelos projetistas quando:

Incluem nos ambientes construídos determinados elementos estéticos ou funcionais, que se propõem a delimitar os ambientes e disciplinar o seu uso, restringindo também o acesso aos que necessitam de aparelhos especiais para locomover-se, resultando em segregação de pessoas segundo a sua capacidade de interagir com o meio físico (QUALHARINI; ANJOS, 1997, p. 17).

Diante dessa necessidade de adequação do ambiente construído ao indivíduo, é fundamental que exista conhecimento prévio do projetista acerca das necessidades espaciais, a partir da ergonomia e dos princípios do desenho universal para promoção da acessibilidade.

Segundo Kowaltowski *et al.* (2005):

[...] À preocupação – no ato de projetar - recai não somente sobre a forma dos ambientes, seus dados conceituais, a inserção urbana e histórica do edifício, mas primordialmente sobre a vivência daqueles que irão ocupar este espaço projetado. É nesta questão que o conforto e a acessibilidade do ambiente exercem o seu papel principal: o respeito pelo usuário que usufrui o espaço onde realiza suas atividades cotidianas (KOWALTOWSKI *et al.*, 2005, p. 1).

Recorrendo novamente aos ensinamentos de Kowaltowski *et al.* (2005), ao afirmar que o projeto de arquitetura deve contribuir para minimizar as barreiras arquitetônicas que dificultam a acessibilidade, e de Martin (2007), ao tratar a concepção como fruto do trabalho coletivo de um conjunto de atores, entender o processo projetual e a concepção arquitetônica é fundamental para construção de uma arquitetura sem barreiras. Logo, para promover a arquitetura sem barreiras, é importante que os integrantes da indústria da construção civil tenham a consciência de que projetar para todos não é um custo especial para a obra, e que as soluções para a promoção da acessibilidade não devem ser dissociadas do projeto de arquitetura. Com efeito, deve-se propagar a cultura construtiva de que as soluções inclusivas possuem seu custo otimizado durante a fase de projeto e que suas implantações são mais baratas quando padronizadas, feitas de início, do que quando são feitas posteriormente, como uma reforma ou em um projeto complementar (QUALHARINI; ANJOS, 1997).

A arquitetura destinada à construção de casas subsidiadas tem sua história marcada pela precariedade em diversos aspectos como localização e a qualidade projetual e construtiva. Além disso, existe a consciência de que todos esses aspectos estão relacionados como uma importante variável que é o custo. Nesse sentido, existem discussões sobre o que pode ser considerado como moradia mínima para se viver e qual o custo disso.

Desde os congressos internacionais de arquitetura moderna, até os dias atuais, tem sido difícil elencar qual é o mínimo para se viver, atendendo de forma minimamente satisfatória todas as atividades desenvolvidas em um lar. Assim, o custo se torna um fator que agrava a qualidade das construções habitacionais devido à política de barateamento da construção que, por vez, resulta na redução das dimensões físicas dos ambientes,

fazendo com que questões como a acessibilidade espacial acabem sendo desconsideradas (PRADO et al., 2015).

A problemática apresentada vai de encontro à necessária implementação dos conceitos de conforto, proteção e segurança nas habitações. Esses conceitos relacionam o ato de projetar como um instrumento que “deve atuar como um facilitador na relação espacial entre o ambiente construído e usuário, e ser adaptável às variações funcionais que possam ocorrer, sejam essas temporárias ou permanentes” (SILVA, 2014, p.1).

Essa discussão mostra a importância do exercício projetual para a efetividade de políticas públicas e a promoção do direito social à moradia. Para que isso aconteça sem que ocorra um aumento no custo da construção, é necessário haver uma racionalização no dimensionamento dos ambientes, que pode ser considerada determinante à avaliação da qualidade habitacional. Essa racionalização é alterada, com o passar dos anos, devido não só às mudanças culturais da sociedade, como também pela camada social. Assim, essa discussão não se trata apenas de meros valores métricos, mas também suscita discussões sobre a distribuição dos ambientes e leiaute.

Folz e Martucci (2007, p. 23) descrevem que: “o atual padrão dimensional das unidades habitacionais permitido pelos programas públicos está abaixo dos limites considerados em diferentes estudos”. O autor também diz que avaliações pós-ocupação realizadas em conjuntos habitacionais mostram que o mobiliário utilizado pelos moradores dificilmente é semelhante ao proposto nos projetos. Isso faz com que a unidade fique congestionada e reduz a capacidade de deslocamento das pessoas dentro dos ambientes.

Para construção de uma arquitetura inclusiva, os conceitos em prol da acessibilidade devem ser inseridos no projeto desde o programa de necessidades²⁵ e devem considerar não só os aspectos físicos e funcionais, mas também psicológicos causados pelo ambiente. É importante frisar que o tópico da acessibilidade não está relacionado apenas à mobilidade e o uso do espaço, mas também ao aspecto da segurança dos moradores, sobretudo os mais idosos, uma vez que um bom desenho pode auxiliar a prevenção de quedas e acidentes domésticos.

Cambiagui (2007) defende que um bom projeto de arquitetura deve atender satisfatoriamente ao programa de necessidades e, com isso, atender aos requisitos mínimos de acessibilidade e diminuir a demanda por produtos especializados para pessoas

²⁵ A NBR 6492 conceitua o programa de necessidades como um documento preliminar do projeto que caracteriza o empreendimento ou o projeto objeto de estudo, que contém o levantamento das informações necessárias, incluindo a relação dos setores que o compõem.

com mobilidade reduzida. Por conseguinte, o aspecto ergonômico existente na realização das tarefas domésticas deve ser considerado desde o início das etapas projetuais, para racionalizar os ambientes para uma distribuição mais eficiente e econômica, considerando a funcionalidade, o conforto e a segurança do usuário.

Qualharini e Anjos (1997) abordam a discussão de que, em algum momento da vida, todas as pessoas apresentam algum tipo de limitação; seja ela oriunda de deficiências e limitações pré-existentes, ou adquiridas, ou pela idade. Ao passo que Barros (2000) e Cidade (2004) consideram que o espaço residencial deve ser adaptável para atender às limitações que surgem ao longo da vida, e que elas podem ser temporárias ou permanentes. Por isso, o projeto de arquitetura deve ser concebido de forma que possa ser facilmente adaptável às pessoas com mobilidade reduzida.

Qualharini e Anjos (1997) classificam as edificações quanto à acessibilidade em três grupos, sendo:

- Franqueáveis: quando apenas o acesso ao edifício é garantido de maneira independente – fato comum nos edifícios públicos;
- Acessíveis: quando, além de franqueáveis, permitem o deslocamento das pessoas por todos os espaços da edificação; e
- Utilizáveis: aqueles onde todas as atividades projetadas para o edifício podem ser realizadas por qualquer cidadão.

A arquitetura inclusiva busca, ao máximo, a criação de edificações utilizáveis. Contudo, no que tange às políticas públicas para a construção de moradias populares, tal objetivo se torna utópico, uma vez que para a produção de habitações utilizáveis, seria necessário que, além da formulação de programas de necessidades individuais para cada família (proporcionando que o projetista tivesse conhecimento das atividades específicas realizadas por cada família), o Estado financiasse o mobiliário e os equipamentos domésticos para essa população. Esse cenário pode ser considerado como algo impossível do ponto de vista financeiro e, até certo ponto, irresponsável, pois a padronização de um mobiliário Estatal desrespeitaria aspectos culturais e regionais das famílias contempladas.

Diante disso, a promoção de habitações acessíveis pode ser considerada como uma contribuição para a melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida sem desrespeitar suas peculiaridades e características culturais, religiosas e regionais. Assim, entende-se que o conceito de edificações utilizáveis é mais

aplicável em edificações de uso público, onde as características funcionais prevalecem, até certo ponto, das premissas individuais dos usuários.

Estudos ergonômicos para a análise da tarefa se tornam um importante aliado do exercício projetual, ao exceder discussões de cunho dimensional e normativo e atuar na adaptabilidade e conformidade do projeto em face às exigências operacionais, organizacionais e sensoriais. Boueri Filho (2004) reforça a necessidade desses estudos ao dizer que a formação do arquiteto, de modo geral, não possui uma disciplina sobre o dimensionamento dos espaços habitacionais, e que essa atividade projetual é realizada, muitas vezes, de forma empírica e sem a adequada correlação com dados ergonômicos e antropométricos.

Como fruto dessas discussões e para fomentar a implementação, a fiscalização e o ensino dos resultados de diferentes estudos referentes aos requisitos de desempenho básicos de projeto, diversas normas técnicas foram criadas e atualizadas para disciplinar as áreas da construção civil. Hoje, as Normas Brasileiras (NBR) abrangem praticamente todos os aspectos referentes à construção de uma habitação. Essas definem diretrizes que contemplam desde a representação gráfica dos projetos, até padrões de segurança e conforto. Aliadas a essas normas, existem também diversas leis, decretos e regulamentos que formam um arcabouço legislativo acerca de vários temas, dentre eles a acessibilidade. Para a construção de uma arquitetura sem barreiras, deve-se considerar também que as inconformidades arquitetônicas podem ter diversas causas, como naturais, ambientais e resultantes de técnicas construtivas que impedem a acessibilidade das pessoas. Isso nem sempre é fruto de uma ação voluntária, mas, quase sempre, de descaso e da não obediência às leis vigentes (SILVA, 2006).

Todavia, as exigências normativas e legislativas não são as únicas que devem ser observadas pelo projetista para construção de uma arquitetura sem barreiras. É importante serem considerados também os aspectos regionais e culturais que envolvem a construção de moradias populares (FOLZ; MARTUCCI, 2007). Aliado a isso, é necessário haver uma mudança atitudinal nos agentes da construção civil para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos no ambiente construído (CAMBIAGUI, 2007).

Logo, a multiplicidade de NBRs e legislações pertinentes ao tema torna o projeto acessível como algo, por vezes, utópico, devido à dificuldade que os profissionais têm para encontrar e compilar todas as exigências relacionadas ao projeto. Uma vez que a disciplina acessibilidade não é a única que deve ser contemplada, também existem exigências relativas ao conforto e as legislações municipais, a saber os códigos de obras e de posturas.

Frente à multiplicidade de legislações, torna-se difícil para o projetista responder ao seguinte questionamento: este espaço é, de fato, acessível? Diante da compreensão de que a acessibilidade é um parâmetro fundamental na aferição da qualidade de vida, uma vez que sua abrangência faz com que seja presente no cotidiano de todas as pessoas, responder a esse questionamento se torna fundamental para o arquiteto e urbanista no exercício de sua profissão.

A literatura consultada mostra a existência de diversos métodos internacionais de avaliação do desempenho das edificações sob diversos aspectos, como: *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (DGNB), da Alemanha; *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), dos Estados Unidos; *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), do Reino Unido; e nacionais: o Selo Casa Azul; PROCEL EDIFICA; e LEED Brasil. Contudo, nenhum desses métodos de avaliação é específico para a acessibilidade em habitações de interesse social. Outra fragilidade encontrada é que apenas dois métodos, o *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (CASBEE) do Japão, e o Índice de Acessibilidade (Brasil), avaliam a acessibilidade, mas todos dependem do juízo de valor por parte do avaliador. Isso compromete a confiabilidade do resultado, uma vez que um mesmo edifício pode apresentar diferentes resultados a depender do avaliador (GUALBERTO FILHO, 2013).

O único método encontrado de avaliação da acessibilidade que dispensa o uso do juízo de valor por parte do avaliador, ao possibilitar uma avaliação quantitativa, é o método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA), desenvolvido por Gualberto Filho, em 2013. Esse método será apresentado no próximo capítulo como base para a avaliação de projetos.

4 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DA ACESSIBILIDADE

No capítulo anterior, abordaram-se os conceitos e definições sobre a acessibilidade e temas correlatos. No texto, tratou-se da contribuição da ergonomia para o desenvolvimento de uma arquitetura sem barreiras, argumentando sobre a importância do projeto com o foco no usuário e na sua relação com o espaço arquitetônico. Seguindo essa linha de pensamento, este capítulo continua a dissertar sobre a acessibilidade, apresentando o Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA) como resposta ao questionamento: como avaliar quantitativamente a acessibilidade?

Nesse sentido, o capítulo apresenta o método ACA como a metodologia de análise a ser utilizada nessa dissertação, discorrendo sobre o contexto de sua atualização, adaptação e aplicação para ser utilizado em habitações populares. Além disso, trata também da importância da avaliação quantitativa como um caminho para supressão de barreiras arquitetônicas e a consequente criação de uma arquitetura inclusiva.

Para isso, o capítulo foi dividido em três partes. A primeira apresenta o método ACA como forma de avaliação quantitativa da acessibilidade; a segunda mostra o processo de atualização do método face às mudanças legislativas que ocorreram entre sua produção e os dias atuais. E, no último segmento deste capítulo, apresenta-se o processo de adaptação do método para avaliação de habitações populares.

4.1 O MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DA ACESSIBILIDADE

O Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA) foi desenvolvido na tese de doutorado de Gualberto Filho (2013) visando comprovar a possibilidade e utilidade da mensuração quantitativa da acessibilidade no espaço construído. A mensuração da acessibilidade visa contribuir para a construção de ambientes que atendam às características de mobilidade física dos usuários.

O autor destaca que a metodologia ACA permite a mensuração da acessibilidade por meio de um procedimento simples e de fácil aplicação, sendo capaz de gerar resultados precisos - de ordem quantitativa - por meio da realização de cálculos de baixa complexidade. Os procedimentos de avaliação da metodologia visam a minimização de erros, decorrentes de juízo de valor por parte do avaliador, o que torna o método confiável. Assim, a avaliação de conformidade²⁶ usada no método consiste na comparação entre a solução de acessibilidade existente no ambiente e os requisitos exigidos pelas normas e legislações relacionadas ao tema da acessibilidade. Isso permite a construção de um indicador numérico de acessibilidade preciso, com características como consistência e credibilidade (GUALBERTO FILHO, 2013).

Trzesniak (1998) destaca que um método padronizado, aquele que não permite diferença de resultado a depender do examinador, é considerado estável quando pode ser repetido em circunstâncias semelhantes e apresenta um resultado coerente, adquirindo, dessa maneira, credibilidade. Entretanto, para que um método possa ter credibilidade, ele deve possuir informações bem estruturadas e montadas conforme um processo lógico, apresentando uma base quantitativa e precisamente definida. Essa estrutura proporciona uma avaliação simples e direta, com uma única interpretação, possibilitando que seja facilmente compreendida por todos, além de garantir a perfeita adequação à organização onde ele está sendo usado (PALADINI, 2007).

Gualberto Filho (2013) entendeu que a melhor maneira de expressar a acessibilidade era transformando-a em um número que fosse associado a um conceito de significado imediato e de fácil compreensão. Seguindo esse pensamento, os valores mais elevados indicam os melhores padrões de acessibilidade, assim com os valores mais baixos indicam os menores padrões. Dessa forma, a facilidade ou dificuldade de acessar e

²⁶ Gualberto Filho (2013) entende a conformidade como “a condição onde alguma coisa está de acordo com o pretendido ou previamente estabelecido. E o não atendimento à especificação configura a condição de não conformidade” (GUALBERTO FILHO, p. 75).

utilizar o ambiente edificado por pessoas com mobilidade reduzida ou com deficiência passa a ser expressa por meio de um indicador de acessibilidade.

O autor conferiu ao indicador características que afirmam a confiabilidade, consistência e credibilidade do método, a saber: a relevância, por estar relacionada ao aspecto mais importante do processo, que é a acessibilidade e a importância dessa para a vida das pessoas; a univocidade, que corresponde ao aspecto único e bem definido do mesmo; a padronização, por ser baseado em uma norma técnica e um procedimento único; e a rastreabilidade, onde os dados usados na formação do indicador, como os cálculos realizados e os nomes dos responsáveis pela apuração são registrados e preservados. O autor ainda afirma que foram consideradas outras características importantes, por contribuírem para o aperfeiçoamento do indicador, como a amplitude, portabilidade e invariância de escala.

A amplitude diz respeito às outras aplicações que o indicador pode ter em outros processos de natureza diferente, porém dentro da mesma área; a portabilidade, significa que o indicador pode ser usado com sucesso no estudo de outras áreas do conhecimento; e a invariância de escala, verifica-se quando o indicador mantém sua validade e interpretação, mesmo que as dimensões do processo examinado sejam significativamente diferentes.

A metodologia ACA foi desenvolvida para avaliar a acessibilidade do ambiente edificado. Como prova de conceito, foram utilizados hotéis que recebem hóspedes idosos, pessoas com mobilidade reduzida e com deficiência. A análise possui como ponto de partida o entendimento das atividades realizadas na edificação pelo usuário, sendo esta estruturada em quatro elementos, a saber: o descritor de acessibilidade, a normativa, as planilhas de avaliação e o arcabouço matemático.

O descritor é o elemento de acessibilidade a ser avaliado com detalhamento de uma característica física (acessibilidade), que permite a mensuração por meio de uma condição (conformidade) que pode ser mensurada. No caso do hotel, os descritores avaliados foram: estacionamento, rota acessível externa, rota acessível interna, rota acessível de fuga e serviço acessível (GUALBERTO FILHO et al., 2019).

A normativa corresponde ao conjunto de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), leis, decretos e regulamentos usados como padrão e através dos quais se avalia a conformidade. Os itens usados na construção das planilhas são retirados da normativa e estabelecem o roteiro usado para avaliar a conformidade dos descritores. Contemplando o método, Gualberto Filho (2013) desenvolveu o arcabouço

matemático, formado por um conjunto de equações onde são inseridos os dados obtidos através das planilhas para fornecer o resultado, ou seja, os indicadores numéricos de conformidade da acessibilidade hoteleira.

Os resultados obtidos são dois indicadores numéricos. Um é o Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA), e o outro, o Indicador de Conformidade da Acessibilidade Hoteleira (ICAH). O ICA é uma informação quantitativa sobre a conformidade da acessibilidade dos descritores. Através da ponderação desse índice, obtém-se a segunda informação que é o Indicador de Conformidade da Acessibilidade Hoteleira (ICAH). Além da resposta quantitativa, o método aponta os itens que não estão em conformidade, mas que podem ser corrigidos, visando melhorar o atendimento ao hóspede e elevar a classificação da acessibilidade hoteleira (GUALBERTO FILHO et al., 2019).

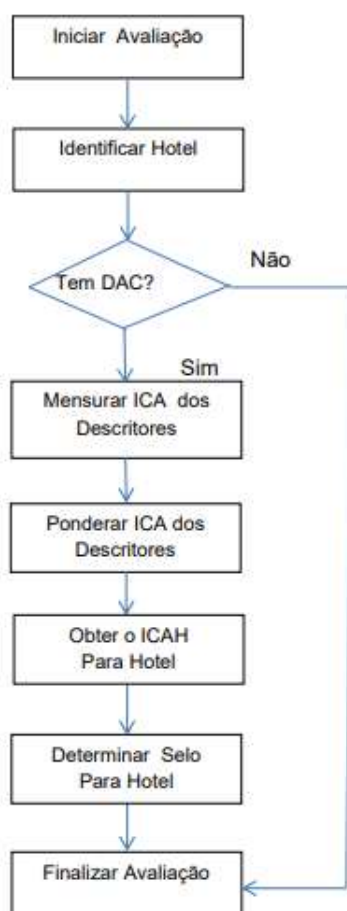
Conforme descrito, Gualberto Filho (2013) desenvolveu o método a partir da análise do comportamento dos hóspedes para a construção dos descritores de acessibilidade. Ele investigou externa e internamente as atividades desenvolvidas, desde o estacionamento, passando pelas circulações, até às acomodações e serviços oferecidos. Como resultado, o autor definiu os descritores de acessibilidade a serem avaliados, sendo eles:

- **Estacionamento (EST):** verifica-se a distribuição das vagas e a sinalização;
- **Rota Acessível Externa (RAE):** que corresponde ao caminho percorrido desde o estacionamento até a porta de entrada do estabelecimento hoteleiro, quando se observa a condição do revestimento do piso como presença de frestas, inclinação e sinalização;
- **Rota Acessível Interna (RAI):** iniciando na porta de entrada e seguindo através dos caminhos horizontais, inclinados e verticais, onde se observam a largura das portas e dos corredores, as áreas de manobra para cadeira de rodas, o tipo do piso e a sinalização, escadas, rampas, elevadores e plataformas elevatórias;
- **Serviço Acessível (SAC):** é o descritor com maior número de itens a serem avaliados: recepção, banheiro acessível existente no saguão, unidade habitacional ou dormitório acessível, restaurante, bar, auditório ou similar, área para prática de esporte, sauna, piscina e praia;
- **Rota Acessível de Fuga (RAF):** descreve as condições de acessibilidade e de segurança que o hotel deve disponibilizar para a retirada dos hóspedes em caso de

emergência. Ainda que, em condições normais a RAF não seja utilizada, a sua existência é fundamental para a segurança dos hóspedes.

Segundo Gualberto Filho (2013), o método de avaliação exclui os hotéis que não são reconhecidos como acessíveis, pois, para o autor, a existência de pelo menos um Dormitório Acessível (DAC) é condição *sine qua non* para que um hotel possa ser considerado acessível. Partindo dessa premissa, o processo de avaliação se inicia com a identificação do empreendimento (responsável pelo empreendimento, número de pavimentos, número de quartos, dentre outras informações) e a verificação da existência de dormitório acessível. Após esse procedimento, é feita a avaliação da edificação, conforme os itens presentes na planilha. Em seguida, tem a mensuração e ponderação do ICA dos descritores, o cálculo para a obtenção do ICAH, e a determinação do selo de acessibilidade para o hotel, seguindo o procedimento exemplificado na Figura 9:

Figura 9 - Fluxograma da aplicação do método de avaliação



Fonte: Gualberto Filho (2013).

A referência normativa usada na construção do Método ACA foi estruturada, a partir de um conjunto de quatro normas relacionadas ao ambiente hoteleiro: acessibilidade de edificações, saídas de emergência, elevadores para transporte de pessoas com deficiência e sistema de iluminação de emergência. A partir dessas normas, foram selecionados os itens a serem avaliados em cada um desses descritores. A Figura 10, abaixo, mostra a planilha de avaliação da conformidade do descritor Estacionamento (EST).

Figura 10 - Planilha de avaliação da acessibilidade do estacionamento

Nº	NBR	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
01	9050:2004	6.12.3	TAB. 7	O número de vagas acessíveis está em conformidade? (ver tabela)			
02	9050:2004	5.4.1.3 (b)		As vagas acessíveis apresentam sinalização em local visível?			
03	9050:2004	6.12.1	109	A sinalização está em conformidade? (ver figura)			
04	9050:2004	6.12.1	108	A vaga acessível está dimensionada corretamente?			
05	9050:2004	6.12.1 (b, d)	108	O espaço adicional de circulação está em conformidade?			
TOTAL Σ (s,n)							

Fonte: Gualberto Filho (2013).

Após a aferição da conformidade dos itens existentes na planilha, calcula-se a soma total dos “s” e dos “n”²⁷. O resultado dessa soma é usado na equação abaixo, cujo resultado será o Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA)²⁸:

$$ICA^{EST}(s_i, n_i) = \frac{\sum_{i=1}^5 s_i}{\sum_{i=1}^5 (s_i + n_i)} \cdot 10^2$$

O procedimento é repetido para os demais descritores, gerando um Índice de Conformidade de Acessibilidade (ICA) para cada um deles. Após a obtenção dos índices de conformidade dos demais descritores, faz-se a ponderação na Figura 11.

²⁷ Onde si é a soma dos “sim” e ni é a soma dos “não” encontrados durante o procedimento de avaliação.

²⁸ ICA^{EST} - Índice de Conformidade da Acessibilidade do Estacionamento; onde si é o número de itens em conformidade com a normativa; e o ni é o número de itens em desconformidade com a normativa; e o i é o número de itens avaliados.

Figura 11 - Formulação do peso dos descritores

Nº	Nome do Descritor	Sigla do Descritor	Peso de Ponderação do Descritor (pp)
1	Estacionamento	EST	$\sum_{i=1}^5 (s_i + n_i)$
2	Rota Acessível Externa	RAE	$\sum_{j=1}^{35} (s_j + n_j)$
3	Rota Acessível Interna	RAI	$\sum_{i=1}^{133} (s_i + n_i)$
4	Rota Acessível de Fuga	RAF	$\sum_{i=1}^{63} (s_i + n_i)$
5	Serviço Acessível	SAC	$\sum_{i=1}^{256} (s_i + n_i)$

Fonte: Gualberto Filho (2013).

Na Figura 11, vemos a atribuição de um peso para cada um deles, de modo a estabelecer a sua representatividade na obtenção do indicador de conformidade da acessibilidade hoteleira. Essa representatividade é estabelecida em função da quantidade de questões avaliadas por meio da planilha do ICA de cada descritor. Gualberto Filho (2013) justifica esse quesito ao dar o seguinte exemplo:

Se o roteiro do descritor estacionamento tem cinco questões e o do descritor serviço acessível tem 256, entende-se que este último tem maior peso na determinação do Indicador de Conformidade da Acessibilidade Hoteleira (ICAH). Todavia, como foi explicado anteriormente, na formação do peso do descritor entram apenas os itens correspondentes aos elementos que realmente existiam no hotel e que foram avaliados como estando em situação de conformidade ou de não conformidade, marcadas nas colunas s e n. (GUALBERTO FILHO, 2013. p. 106).

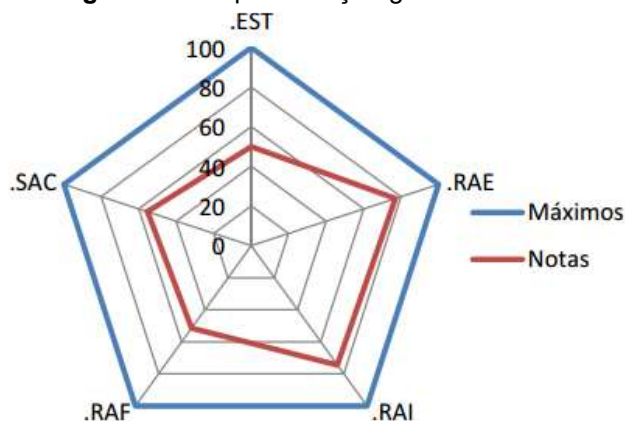
Para se chegar ao Indicador de Conformidade da Acessibilidade Hoteleira (ICAH), calcula-se a média ponderada dos índices de conformidade da acessibilidade (ICA) dos cinco descritores e o Índice de Conformidade da Acessibilidade Hoteleira (ICAH)²⁹ será obtido através do resultado da equação abaixo:

$$ICAH = \frac{\sum_{\square} ICA_{.pp}}{\sum_{\square} pp_{\square}}$$

²⁹ ICAH - Índice de Conformidade da Acessibilidade Hoteleira; ICA pp - Índice de Conformidade da Acessibilidade ponderado; pp - Peso de Ponderação dos Descritores

A Figura 12, abaixo, demonstra o gráfico resultante da análise realizada em um dos hotéis que foram utilizados por Gualberto Filho (2013) como prova de conceito.

Figura 12 - Representação gráfica dos ICAH



Fonte: Gualberto Filho (2013).

Nesta avaliação, o hotel apresentou índice de conformidade de acessibilidade hoteleira (ICAH) = 61,3 como resultado da avaliação de conformidade da acessibilidade dos descritores. O resultado do Método ACA mostra que o Índice de Conformidade da Acessibilidade hoteleira (ICAH) gera informações úteis para a melhoria do ambiente construído. Esse indicador está relacionado a uma escala gráfica que classifica o hotel em três categorias de selo: “**selo bronze**, que varia de 1 a 39 e frações, **selo prata** que varia de 40 a 69 e frações e o **selo ouro** variando de 70 a 100” (GUALBERTO FILHO, 2013, p. 108, grifo nosso). No exemplo anterior, o hotel recebeu o selo prata de acessibilidade, conforme Tabela 1:

Tabela 1 - Escala de classificação da acessibilidade hoteleira

ESCALA DE VARIAÇÃO	SELO DE CLASSIFICAÇÃO
$70 \leq \text{ICAH} \leq 100$	Selo Ouro
$40 \leq \text{ICAH} < 69$	Selo Prata
$1 \leq \text{ICAH} < 39$	Selo Bronze

Fonte: Gualberto Filho (2013).

Gualberto Filho (2013) descreve que os selos auxiliam a compreensão dos hóspedes em relação ao nível de acessibilidade do edifício hoteleiro. Contudo, destaca que:

A classificação do hotel por estrelas não influencia a classificação da acessibilidade, porque o que o método avalia é a conformidade dos elementos de acessibilidade existentes no hotel, de modo que um hotel duas estrelas pode ter um selo de

acessibilidade melhor que um quatro estrelas, pois o que se avalia não é a quantidade de serviços acessíveis oferecidos pelo hotel e sim a conformidade da acessibilidade desses serviços em relação às normas de referência (GUALBERTO FILHO, 2013, p. 108).

4.2 O PROCESSO DE ATUALIZAÇÃO DO MÉTODO

Por se tratar de uma metodologia de análise formada pela conjunção de um arcabouço matemático atrelado a um conjunto de normas, decretos e regulamentos, o método ACA carecerá de atualizações, sempre que acontecerem modificações nas normativas que o compõe. Destaca-se que a aplicação do método de forma atualizada, permite o correto emprego dos padrões de acessibilidade nos projetos; o que é de suma importância para a qualidade de vida e mobilidade das pessoas. Nesse sentido, o método ACA se mostra como instrumento adequado para a orientação e obtenção de espaços acessíveis, mas que necessita de atualizações, sempre que houver mudança na legislação vigente.

O método passou por um processo de atualização, realizado por Gualberto Filho *et al.* (2019), em face ao lançamento da NBR 9050:2015, que é a principal normativa sobre a acessibilidade no espaço construído. Todavia, um novo processo de atualização se faz necessário, devido à recente atualização da NBR 9050, em 2020. A nova atualização se justifica, uma vez que a atualização realizada em 2019 constatou a necessidade de ajustes nos descritores devido à inclusão e a supressão de itens normativos da NBR 9050.

Assim, partindo desses pressupostos, buscou-se atualizar novamente o método em face da atualização da NBR 9050, realizada em 2020. Para a atualização do método, utilizou-se a mesma metodologia apresentada por Gualberto Filho *et al.* (2019), que compõe as seguintes etapas:

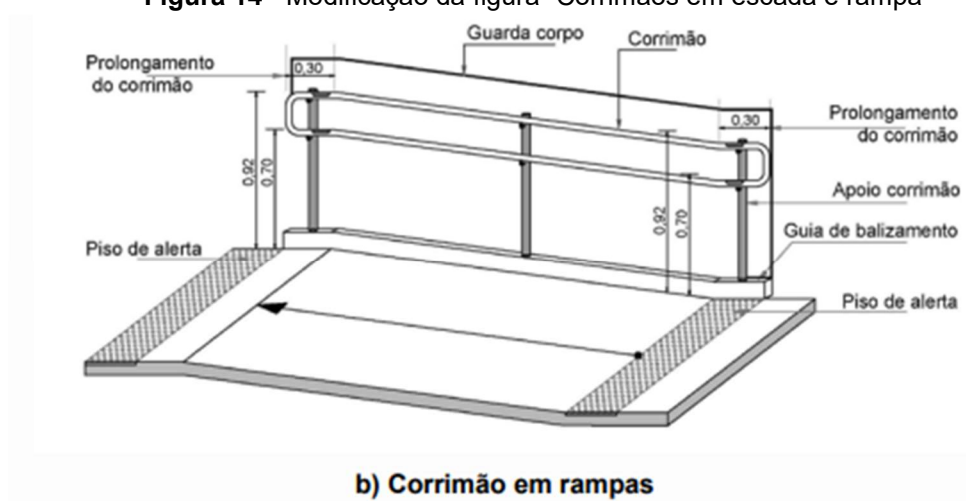
- Identificação dos itens que se mantiveram sem alterações entre a NBR 9050:2015 e a NBR 9050:2020;
- Identificação das mudanças normativas que resultaram na adição ou na subtração de descritores; verificação se as demais normas, decretos e regulamentos foram modificados durante o período entre 2019 e 2022; e
- Confeção das novas planilhas de avaliação, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Avaliação da acessibilidade da RAE atualizada pela NBR 9050:2020

Nº	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
09	9050:2020	4.3.7	11	Existem proteções contra queda limitadas por superfícies laterais, planas ou inclinadas, com declives e que tenham a altura do desnível igual ou acima de 0,18 m?			
10	9050:2020	4.3.7.1	11	Existe margem plana antes do desnível, ao lado da circulação, com largura $\geq 0,60$ m?			
11	9050:2020	4.3.7.1	11	A faixa de proteção tem piso diferenciado quanto ao contraste tátil e visual de no mínimo 30 pontos aferidos pela luz refletida (LRV)?			
12	9050:2020	6.3.5		Os vãos das grelhas e juntas estão no sentido perpendicular ao movimento?			
13	9050:2020	6.3.5		A largura dos vãos das grelhas e juntas é ≤ 15 mm?			
14	9050:2020	6.3.6		As tampas de caixas de inspeção e de visita estão niveladas com o piso?			
15	9050:2020	6.3.6		As frestas resultantes entre a tampa e o piso são ≤ 15 mm?			
16	9050:2020	6.3.7		Na presença de carpetes e similares, estes estão fixados ao piso com desníveis máximo $h \leq 5$ mm?			
Sub-total $\sum(s,n)$							

Fonte: O autor (2023).

Após analisar a edição atualizada na normativa, constatou-se que poucos itens foram modificados ou adicionados, e que nenhum item foi suprimido do método. Destaca-se que as modificações efetuadas nos descritores de acessibilidade presentes na nova versão da NBR 9050 se referem, em sua maioria, à modificação e a adição de novas figuras exemplificativas, conforme a Figura 14.

Figura 14 - Modificação da figura “Corrimãos em escada e rampa”

Fonte: ABNT(2020).

4.3 ADAPTAÇÃO DO MÉTODO ACA PARA A AVALIAÇÃO DE HIS

Conforme descrito nas páginas anteriores, o Método de Avaliação da Conformidade da Acessibilidade (ACA) foi desenvolvido como um instrumento de avaliação pós-ocupação para ser aplicado em hotéis que hospedem pessoas idosas, pessoas com mobilidade reduzida e com deficiência. Todavia, conforme afirmam Gualberto Filho *et al.* (2019), o método pode ser adaptado para ser aplicado em outras tipologias construtivas, bem como ser utilizado como:

Instrumento revisional dos parâmetros de acessibilidade - mesmo antes da fase de materialização da obra arquitetônica - durante a fase de projeto, na medida em que os itens que compõem as planilhas funcionam como “check-list” das exigências normativas referentes ao tema (GUALBERTO FILHO *et al.*, 2019, p. 10).

Dessa maneira, o uso da metodologia ACA pode contribuir para o desenvolvimento de habitações populares, uma vez que um projeto que possua um bom índice de conformidade da acessibilidade possui grande probabilidade de atender a maioria da população no que se refere a esse quesito. Deve-se destacar que o projeto é a expressão de uma vontade relativa ao futuro que abrange não só a construção, mas também o modelo de funcionamento (LEDOUX, 2000 apud MARTIN, 2007, p. 361). E que este funcionamento deve prever o uso universal do espaço construído. À vista disso, a acessibilidade e os princípios do desenho universal devem ser instituídos no início, na definição do programa arquitetônico, que é, ao longo do processo projetual, a declaração de intenções e atribuições a serem desenvolvidos durante o ato de projetar.

Assim sendo, apesar da metodologia ACA ter sido desenvolvida, inicialmente, como processo de Avaliação Pós-Ocupação (APO), ela pode ser aplicada na fase de desenvolvimento do projeto, pois a coerente avaliação quantitativa dos aspectos referentes à acessibilidade deve ser considerada no estudo de viabilidade técnica e econômica do empreendimento. Dessa forma, pode-se entender o método ACA como peça chave para obtenção de resultados que objetivem a universalidade usual do espaço arquitetônico.

Com base nestes pressupostos e entendendo que o exercício projetual é um processo cíclico no qual atuam diversos profissionais, esta pesquisa possui como um de seus objetivos específicos: investigar a aplicabilidade do Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA) como ferramenta para avaliação da acessibilidade em projeto, de modo que a metodologia ACA se aplique durante todo procedimento

projetual para evitar a ocorrência de não conformidades. Sua aplicação possibilita a identificação de ocorrências que podem levar o projeto a divergir das normas que regem a acessibilidade, o desenho universal e a ergonomia.

Assim, a metodologia de avaliação de conformidade da acessibilidade pode ser aplicada na avaliação de projetos de habitações, visando contribuir com as metodologias de levantamento de dados no programa arquitetônico. Além disso, o desenvolvimento do algoritmo pode produzir dados precisos para a análise e correção das falhas em projetos (KOWALTOWSKI; MOREIRA, 2008) contribuindo substancialmente para uma “reflexão sobre as implicações dos conceitos do Desenho Universal no processo de projeto, requisito fundamental para o projeto de arquitetura” (KOWALTOWSKI; BERNARDI, 2005, p. 155).

É importante, ainda, salientar que o método foi desenvolvido com base em normas que foram selecionadas em função da sua relação com os descritores de acessibilidade. Esses, correspondem aos itens de acessibilidade existentes nos espaços do edifício onde são feitas as avaliações, o que pode corresponder às diversas áreas que compõem a habitação. Segundo Gualberto Filho (2013), existem diversos métodos para a avaliação da acessibilidade. Contudo, verifica-se a inexistência de instrumentos que avaliem a acessibilidade de forma quantitativa, sem a necessidade de juízo de valor da parte do avaliador.

Corroborando com essa assertiva, a literatura mostra a existência de inúmeros instrumentos para avaliação de acessibilidade em habitações, a exemplo dos trabalhos de Pereira (2007) e Sousa (2019), que realizam a avaliação de forma qualitativa, exigindo o juízo de valor por parte do avaliador. Entretanto, deve-se destacar que esta dissertação não é contrária, de forma geral, às análises qualitativas, pois essas também contribuem de alguma forma para a melhoria da arquitetura.

Partindo da exposição acima, verificou-se a necessidade de adaptação dos descritores desenvolvidos na avaliação da acessibilidade hoteleira para a construção dos descritores de acessibilidade habitacional. O primeiro passo desta atividade foi a identificação das funções realizadas na habitação, que são diferentes das atividades realizadas em um hotel, para a formulação dos novos descritores. Os novos descritores foram formulados com base nas análises desenvolvidas nos trabalhos de Pereira (2007) e Sousa (2019). No caso da habitação popular, os descritores considerados são: Rota Acessível Interna (RAI), Área de Convívio Social (ACS), Cozinha e Serviço (COS), Dormitório Acessível (DAC) e Banheiro Acessível (BAA).

- **Rota Acessível Interna (RAI):** iniciando na porta de entrada e seguindo através dos caminhos horizontais, onde se observam a largura das portas e dos corredores, as áreas de manobra para cadeira de rodas, o tipo do piso;
- **Área de Convívio Social (ACS):** que descreve as condições de acessibilidade e de segurança da habitação nas áreas de maior uso das pessoas, pois é o núcleo de convivência familiar, que correspondem à(s) sala (s) e à varanda ou terraço. Sua existência é fundamental para a inclusão social do indivíduo, justificando, assim, a sua inclusão no método de avaliação de conformidade da acessibilidade habitacional;
- **Cozinha e Serviço (COS):** possui a maior quantidade de itens a serem avaliados, da mesma forma em que é uma das áreas de maior risco para a população com deficiência. Isso acontece porque a maioria das atividades desenvolvidas nesses espaços requererem esforço físico, como: guardar panelas e lavar roupas. Aliado a esse risco, devem ser levados em consideração outros como queimaduras em fogões provocadas por panelas quentes;
- **Dormitório Acessível (DAC):** da mesma forma que Gualberto Filho (2013) considerou a necessidade de existência de ao menos um dormitório acessível como condição *sine qua non* para a avaliação da acessibilidade (pois sem a presença desse, não seria possível a permanência prolongada de pessoas com mobilidade reduzida e com deficiência), o autor da presente pesquisa também considera a presença de dormitório acessível imprescindível, sem a qual não é possível fazer a avaliação. Assim, com bases nas análises realizadas, decidiu-se por formular um descritor específico para o dormitório acessível, em face da sua importância na habitação;
- **Banheiro Acessível (BAA):** assim como o dormitório acessível, a existência de um banheiro acessível também é considerada uma condição *sine qua non* para a avaliação da acessibilidade, pois a existência desse ambiente é fundamental para garantir o uso da edificação por pessoas com mobilidade reduzida e com deficiência.

A formulação de novos descritores levou à necessidade de construção de novas planilhas de avaliação. E para a construção dessas planilhas, a metodologia utilizada seguiu os seguintes passos:

- Identificação da aplicabilidade das normativas presentes no método ACA desenvolvido por Gualberto Filho (2013) no método ACA-HAB;
- Identificação de normas, decretos e regulamentos que incidem sobre a construção de habitações que não existiam quando o método ACA foi desenvolvido por Gualberto Filho (2013);
- Verificação da necessidade de adição ou de subtração de descritores em face das atividades realizadas nos passos anteriores e a confecção das novas planilhas de avaliação.

As novas planilhas de avaliação foram desenvolvidas, conforme mostra a Figura 15, seguindo o mesmo leiaute desenvolvido por Gualberto Filho (2013) e estão presentes no Apêndice 1 desta dissertação.

Figura 15 - Avaliação da acessibilidade adaptada para avaliação de habitações

1. PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DO DORMITÓRIO ACESSÍVEL

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
01	9050:2020	10.9.3	147	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura? (ver figura)			
02	9050:2020	10.9.3	7	A disposição do mobiliário permite manobra para acesso ao sanitário, camas e armários? ver			
03	9050:2020	10.9.3	146	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°? (ver			
04	9050:2020	10.9.3		A altura da cama é de 46cm?			

Fonte: O autor (2023).

A formulação desses novos descritores e a atualização do método permitiu a construção do Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ACA-HAB), cujo objetivo é avaliar a acessibilidade em habitações populares. Outrossim, deve-se destacar que a atualização e adaptação do método ACA, que permitiu a construção do método ACA-HAB, resulta na construção de um método de Avaliação Pós-Ocupação (APO), assim como o método desenvolvido por Gualberto Filho (2013). Todavia, esta dissertação propõe como um dos seus objetivos específicos Investigar a aplicabilidade do Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA) como uma ferramenta

para avaliação da acessibilidade por meio do processo de verificação de normas de projetos.

Para isso, o próximo capítulo disserta sobre o processo de verificação de normas, *code checking*, que é um dos 25 usos possíveis para o BIM presente no guia de Planejamento da Execução do Projeto BIM (MESSNER et al., 2021), desenvolvido pela Universidade Estadual da Pensilvânia (*Pennsylvania State University*, conhecida como *Penn State*). A junção entre o método ACA-HAB com o processo de verificação de normas de projeto, que será exposto no próximo capítulo, possibilita investigar como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do processo de verificação de normas, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares, que é o objetivo geral desta dissertação.

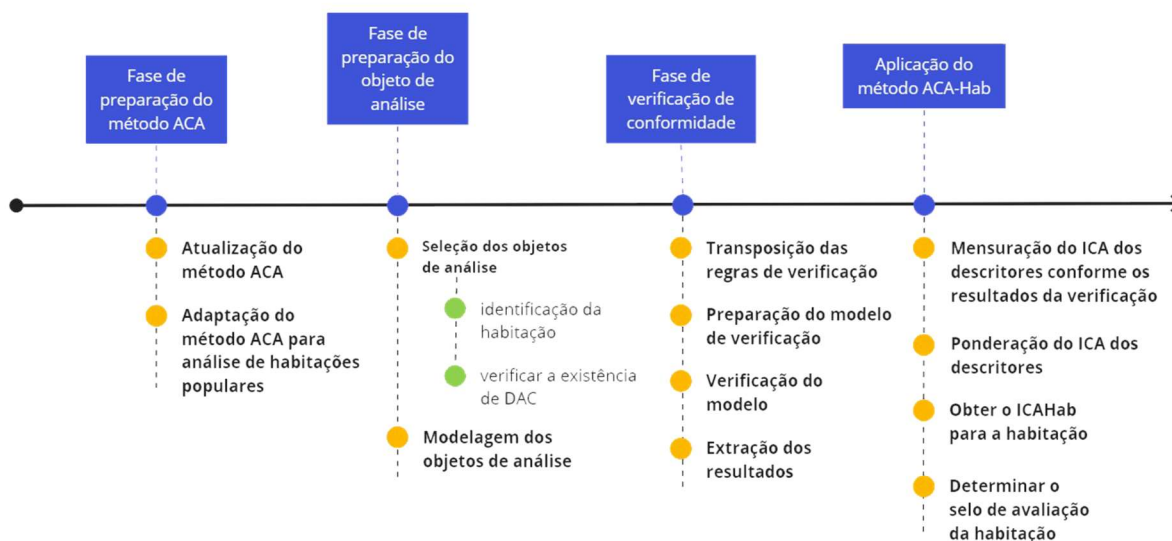
5 OBJETO DE ANÁLISE E METODOLOGIA

Os capítulos anteriores constituíram na fundamentação teórica dos temas que compõem a presente pesquisa sobre como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do uso do modelo BIM para verificação de normas, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares acessíveis. Na primeira parte deste trabalho, foi apresentado o Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA) como um instrumento a ser utilizado para avaliação da acessibilidade.

A segunda parte desta pesquisa constitui na construção de um instrumento de checagem de projeto capaz de mensurar, quantitativamente, a acessibilidade em projetos de habitações populares e na análise de como o *code checking* pode auxiliar no desenvolvimento desses projetos. Esse instrumento consiste num conjunto de regras desenvolvido para aferir a conformidade da acessibilidade de modelos de construção, criados a partir de uma plataforma BIM. O esperado é que os resultados obtidos por meio desse conjunto de possibilitem uma reflexão sobre como o uso BIM, de verificação de normas, pode auxiliar o desenvolvimento de projetos. Para isso, neste capítulo, é apresentada a metodologia de avaliação e os objetos arquitetônicos utilizados.

Os primeiros passos para a construção do instrumento de checagem foram apresentados no capítulo anterior, quando tratou do processo de atualização do método ACA, bem como da sua adaptação para a avaliação de projetos de habitações populares. O passo seguinte diz respeito ao processo de escolha e modelagem do objeto arquitetônico usado para prova de conceito de validação do instrumento. Em seguida, são desenvolvidas as quatro etapas do processo de verificação de normas, construídas a partir da leitura dos textos de Nawari (2018), Eastman et al. (2009) e Sacks (2021): (1. Transposição das normas de verificação para uma linguagem de programa; 2. Preparação do modelo de verificação; 3. Verificação do modelo; 4. Extração dos resultados) já apresentadas anteriormente.

Por fim, o resultado da verificação é exportado, de forma manual, para as planilhas que compõem o método ACA, a fim de produzir o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICAHab) e determinar o selo de avaliação do projeto, conforme a Figura 16:

Figura 16 - Processo de desenvolvimento do instrumento de checagem

Fonte: O autor (2023).

Conforme apresentado no capítulo anterior, as existências de um dormitório e um banheiro acessíveis são consideradas condições *sine qua non* para a avaliação da acessibilidade, uma vez que a inexistência de acessibilidade nesses espaços não os classifica como habitações acessíveis, ou seja, capazes de proporcionar uso e permanência segura e confortável de pessoas com mobilidade reduzida e com deficiência. Nesse sentido, foram selecionados objetos arquitetônicos que fossem projetados, inicialmente, como acessíveis, e que possuísem algum tipo de relevância para a sociedade, como instrumentos para a validação do Método de Avaliação da Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ACA-Hab).

Assim, foram selecionados quatro projetos de unidades habitacionais acessíveis desenvolvidos pela Companhia Estadual de Habitação Popular da Paraíba (CEHAP), disponíveis no Anexo 1 deste trabalho. Esses projetos dizem respeito à política pública denominada “Cidade Madura”, que tem por objetivo a construção de conjuntos habitacionais destinados às pessoas idosas. Esses conjuntos estão sendo implantados em seis diferentes cidades paraibanas, a saber: João Pessoa, Cajazeiras, Campina Grande, Guarabira, Sousa e Patos.

Os projetos da CEHAP foram escolhidos, pois, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019, 8,4% da população acima dos 2 anos apresenta pelo menos uma deficiência em suas funções básicas. Na Paraíba este número é de 10,7%. Assim, uma das justificativas para escolha do estado da Paraíba para análise na presente pesquisa, pauta-se no fato de

que o Estado possui um número de pessoas com deficiência acima da média nacional. Outrossim, destaca-se que o pesquisador deste trabalho reside na cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, favorecendo o acesso aos dados sobre os estudos de caso, bem como o contato com a CEHAP para a disponibilização dos projetos.

Além disso, deve-se destacar que, embora os projetos desenvolvidos para a Cidade Madura tenham sido desenvolvidos antes da publicação da última edição da NBR 9050, eles foram escolhidos porque ao realizar a atualização e adaptação do método ACA frente a essa atualização normativa, constatou-se que poucos itens foram modificados ou adicionados, e que nenhum item foi suprimido do método. Destaca-se que as modificações efetuadas nos descritores de acessibilidade presentes na nova versão da NBR 9050 se referem, em sua maioria, à modificação e a adição de novas figuras exemplificativas. Também deve ser levado em consideração o fato que a política pública do Cidade Madura foi um dos projetos de maior relevância na construção de edificações inclusivas em um estado que possui um número de pessoas com deficiência acima da média nacional. Assim, decidiu-se por testar o processo em um projeto que foi materializado, construído, para que a verificação possuía relevância, sendo aplicado em um caso real.

Diante desses fatos, esta pesquisa ponderou que a relevância dos projetos desenvolvidos pela CEHAP para a sociedade supera as poucas mudanças realizadas na NBR 9050 que poderiam ter algum impacto no exercício de projeto.

Para fins didáticos de apresentação e análise, os projetos foram nomeados como unidades habitacionais e numeradas de 1 a 4. A unidade habitacional um (UH1), presente nos conjuntos habitacionais dos municípios de João Pessoa, Cajazeiras e Campina Grande, consiste no tipo “casa geminada”. Nessa tipologia, duas células habitacionais são construídas como um espelho – onde uma é o reflexo da outra -, e compartilham uma única parede central.

A UH1 apresenta uma área construída de aproximadamente 108 m², sendo 54 m² por célula, e uma área coberta de 130 m². O sistema construtivo da edificação é do tipo tradicional, composto por alvenaria de tijolos cerâmicos e telhado em telha também cerâmica. Nele, destaca-se a presença de alguns requisitos mínimos de acessibilidade como rampas de acesso e guarda-corpo.

No que diz respeito ao programa arquitetônico, cada célula habitacional possui um terraço, uma sala de estar e jantar, um quarto, além de cozinha, banheiro e área de serviço. Na Figura 17, a fachada frontal deste projeto pode ser observada:

Figura 17 - Unidade Habitacional 1 – Fachada Frontal

Fonte: CEHAP (2012).

A unidade habitacional dois (UH2), presente no município de Patos, também é do tipo “casa geminada”. A UH2 apresenta uma área construída de aproximadamente 97,2 m², sendo 38,65 m² por célula, e uma área comum de 19,89 m², sendo menor que a UH1. No que diz respeito ao programa arquitetônico, além da varanda comum, cada célula habitacional possui uma sala integrada a cozinha e ao serviço, além de um quarto e um banheiro, diferindo da UH1 em relação à existência da varanda comum, ao invés da varanda privativa.

Consonante a perspectiva presente na Figura 18, a UH1 e a UH2 possuem o mesmo sistema construtivo, do tipo tradicional, composto por alvenaria de tijolos cerâmicos e telhado em telha cerâmica, assim como possuem os mesmos requisitos mínimos de acessibilidade. O projeto também apresenta a existência de rampas de acesso e guarda-corpo, além de possuir um banheiro acessível.

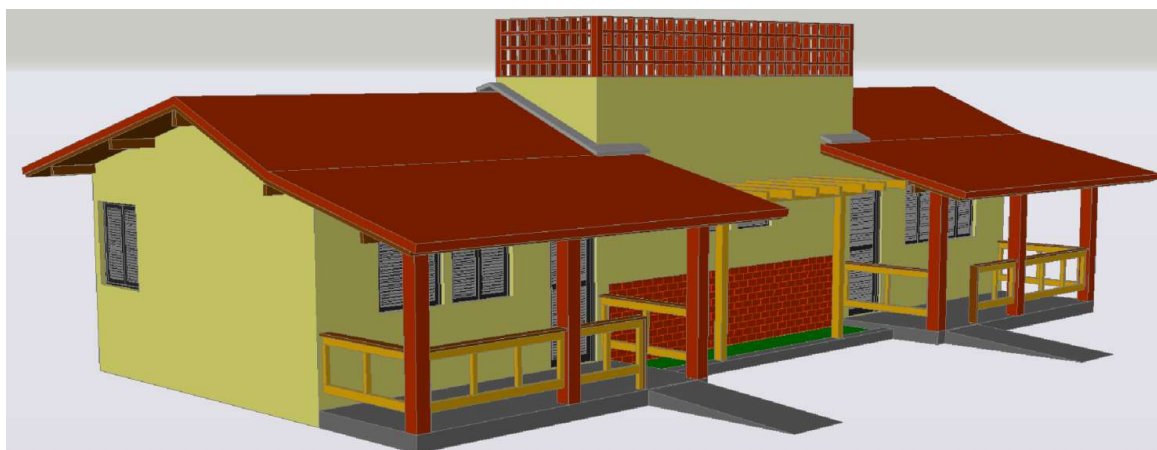
Figura 18 - Unidade Habitacional 2 – Perspectiva

Fonte: CEHAP (2016).

A unidade habitacional três (UH3), presente no município de Guarabira, também é do tipo “casa geminada”. A UH3 apresenta uma área construída de aproximadamente 92,08 m², sendo 46,04 m² por célula habitacional, e uma área coberta de 125 m². Assim como as anteriores, o sistema construtivo da edificação é do tipo tradicional, composto por alvenaria de tijolos cerâmicos e telhado em telha também cerâmica.

No que diz respeito ao programa arquitetônico, cada célula habitacional possui um terraço, uma sala de estar e jantar, um quarto, além de cozinha, banheiro e área de serviço, assemelhando-se a UH1. Referente aos requisitos mínimos de acessibilidade, o projeto apresenta a existência de rampas de acesso, além de possuir um banheiro acessível, mas não apresenta guarda-corpo como os projetos anteriores, condizente pode ser observado na Figura 19:

Figura 19 - Unidade Habitacional 3 - Planta baixa



Fonte: CEHAP (2015).

A unidade habitacional quatro (UH4), presente no município de Sousa, também é do tipo casas geminadas. A UH4 apresenta uma área construída de aproximadamente 92,08 m², sendo 46,04 m² por célula, e uma área coberta de 127,86 m². O sistema construtivo da edificação é do tipo tradicional, composto por alvenaria de tijolos cerâmicos e telhado em telha também cerâmica.

No que diz respeito ao programa arquitetônico, cada célula habitacional possui um terraço, uma sala de estar e jantar, um quarto, além de cozinha, banheiro e área de serviço. O projeto, apresentado na Figura 20, possui alguns requisitos de acessibilidade, como rampas de acesso, além de possuir um banheiro acessível.

Figura 20 - Unidade Habitacional 4 – Perspectiva



Fonte: CEHAP (2015).

A CEHAP forneceu as plantas dos projetos apresentados acima por meio das suas pranchas em formato PDF. Todavia, conforme descrito no Capítulo 2, a análise de verificação de modelos não pode ser feita por meio desses arquivos. Para isso, deve-se utilizar um modelo BIM, em formato IFC, para a verificação utilizando-se o programa *Solibri Model Checker* (SMC). Assim, faz-se necessária a digitalização dos projetos para a realização do processo de análise, algo que é feito por meio da construção do modelo BIM em arquivo de formato IFC. Para tal propósito, utilizou-se o programa de modelagem *Autodesk Revit*³⁰.

Finalizada a etapa de escolha e modelagem do objeto arquitetônico a ser usado no processo de validação do instrumento, iniciam-se as etapas do processo de verificação, formuladas a partir dos textos de Nawari (2018), Moço (2015), Eastman *et al.* (2009) e Sacks (2021): (1) transposição das normas de verificação para uma linguagem de programa; (2) preparação do modelo de verificação; (3) verificação de modelo; e (4) extração dos resultados.

As etapas foram desenvolvidas por meio de uma parceria construída entre esta pesquisa e a CADTEC, parceira da empresa Solibri.Inc no Brasil, que está realizando o desenvolvimento de um conjunto de regras para a avaliação da acessibilidade. O trabalho

³⁰ Destaco que não há um motivo específico para a escolha do programa de modelagem Autodesk Revit em detrimento de outros. Todavia, ressalto que a disponibilidade de licença gratuita do *programa* para pesquisadores proporcionada pela Autodesk foi um fator determinante para a escolha do *programa* de modelagem.

conjunto possibilitou o desenvolvimento de regras de checagem mais assertivas, pois contou com a colaboração dos desenvolvedores da CADTEC, como também da Solibri, desenvolvedora do programa de análise. Na primeira etapa, de transposição das normas de verificação para uma linguagem de programa, verificou-se quais das normas presentes no método ACA-Hab eram possíveis de serem transformadas em uma linguagem de programa e aceitas pelo SMC.

Os 135 itens contidos no método ACA-Hab abordam a NBR 9050 sob diversos aspectos, como a possibilidade de alcance manual de objetos, áreas de circulação e a utilização de banheiros e cozinha, por exemplo. Esses aspectos, por sua vez, relacionam-se não só com os diferentes níveis de projeto arquitetura (estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo), mas também com os projetos complementares, como o de instalações elétricas. A verificação apontou que os itens presentes no método podem ser checados através do programa, mas em virtude do tempo de desenvolvimento de uma pesquisa de mestrado, nem todos puderam ser desenvolvidos durante a parceria. Ressalta-se também que alguns itens de acessibilidade estão presentes em mais de um descritor.

Para a conclusão do presente trabalho, definiu-se que o conjunto possui 31 regras, selecionadas a partir dos descritores, em virtude de sua importância para a avaliação da acessibilidade habitacional, sendo definidas como regras estruturantes. Essas regras, que são capazes de avaliar parâmetros como a largura dos corredores e a existência de área de manobra de cadeira de rodas, por exemplo, foram escolhidas porque se relacionam, principalmente, com as primeiras etapas do projeto de arquitetura e porque seus erros são mais difíceis de serem suprimidos.

É sabido que a NBR 9050 não determina uma escala de gravidade de possíveis erros e inconformidades que possam existir no projeto. Contudo, uma escala de prioridades foi definida levando em consideração os impactos que determinados itens em desconformidade podem ter no dia a dia dos usuários se comparados a outros. Desse modo, entendemos que erros projetuais como a existência de corredores e portas com a largura inferior à recomendada possuem um impacto maior e são mais difíceis de serem corrigidos do que a altura de maçanetas, por exemplo.

Nesse sentido, as 31 regras presentes no conjunto de regras desenvolvido durante a parceria, até o momento, avaliam os aspectos definidos como fundamentais à acessibilidade habitacional e que se relacionam, em sua maioria, com a fase de projeto básico de arquitetura. Em um segundo momento, após a conclusão da etapa do mestrado, as demais regras serão desenvolvidas e os projetos executivos de habitação poderão ser

avaliados não apenas em relação à disciplina de arquitetura, como também nos projetos complementares.

Abaixo, apresenta-se o processo de verificação do item 4.3.4, que determina as condições para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento. Com efeito, formulou-se no Solibri uma regra de verificação que fosse capaz de identificar os pontos onde não é possível realizar a rotação da cadeira nas 3 possibilidades previstas na NBR 9050: rotação de 90°, rotação de 180° e rotação de 360°, conforme a Figura 21.

Figura 21 – Parâmetros de análise do item de acessibilidade 4.3.4 da NBR 9050

The screenshot shows the 'Choose Requirements' dialog box with the following settings:

- Free Wheelchair Turning Circle:** Checked. Diameter: 1.50 m.
- Free Corridor:** Unchecked. Width: 1.00 m. Subtract Door Swings: Unchecked.
- Free Rectangle:** Checked. Avoid Obstacles: Checked. Length: 1.20 m. Width: 1.20 m.
- Free Rectangle:** Checked. Avoid Obstacles: Checked. Length: 1.50 m. Width: 1.20 m.

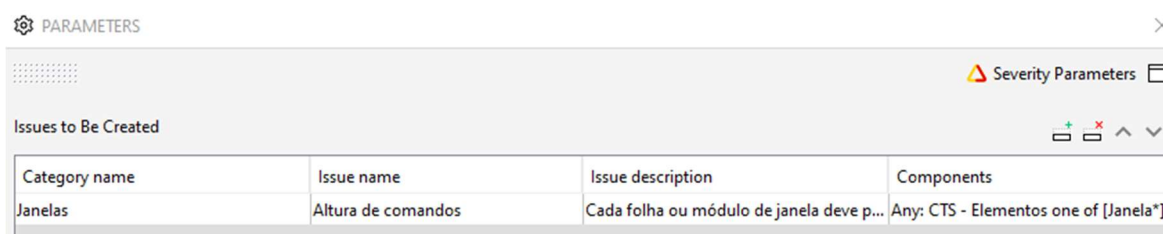
Fonte: O autor (2023).

Ressalta-se que nem todos os itens presentes nas 31 regras desenvolvidas até o momento puderam ser analisados de forma automática por limitações do programa. Isso acontece porque o Solibri não permite, em alguns casos, a verificação da distância entre determinadas partes dos componentes e um referencial. Por exemplo, a distância entre a parte inferior do tampo da mesa e o piso. Isso significa dizer que alguns itens devem ser checados de forma semiautomática no modelo IFC.

A verificação semiautomática das regras funciona da seguinte maneira: desenvolveu-se uma regra para identificar no modelo a existência de determinado item que não pode ser checado automaticamente por limitações do programa, como a verificação da

altura máxima do comando de acionamento, quer dizer, a altura máxima para abrir a janela. Isso acontece porque o programa não consegue identificar a distância entre um componente específico da janela (comando de acionamento) e o referencial (piso). A altura do comando de acionamento deve estar entre 60 e 120 cm, consonante o item 6.11.3.2 da NBR 9050. Dessa forma, o programa identifica a existência de todas as janelas como erro em relação a esse descritor de acessibilidade. Com os elementos identificados, cabe ao analista verificar visualmente a altura do comando do acionamento no componente da janela, conforme a Figura 22.

Figura 22 – Parâmetros de análise do item de acessibilidade 6.11.3.2 da NBR 9050



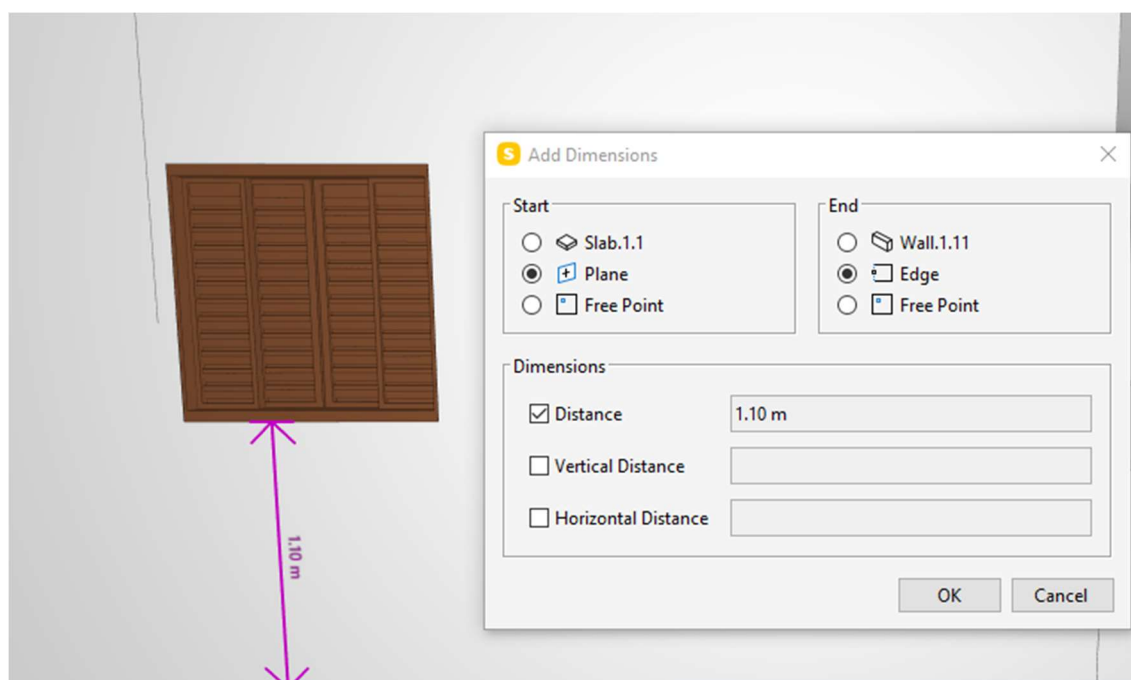
Category name	Issue name	Issue description	Components
Janelas	Altura de comandos	Cada folha ou módulo de janela deve p...	Any: CTS - Elementos one of [Janela*]

Fonte: O autor (2023).

Dessa maneira, se o elemento estiver em conformidade, o examinador pode inserir na análise a informação de que o item está em conformidade³¹. Verificou-se com o uso da ferramenta *dimension* se a altura da aresta mais baixa da janela está dentro do intervalo permitido pela norma (entre 60 e 120 cm). Esse parâmetro foi utilizado, pois se trata de uma janela de correr. Dessa forma, entendeu-se que a janela poderia ser aberta por meio de um movimento realizado em sua base. No exemplo apresentado, que faz parte da UH1, o item de acessibilidade está de acordo com o parâmetro normativo. Contudo, se o item não estiver em conformidade, o analista deve deixar o erro marcado para a extração dos dados presente na fase 4 do processo de verificação, conforme a Figura 23.

³¹ Destaca-se que o processo de verificação semiautomática descrito pode ser replicado em outras ferramentas de code checking com o uso da mesma lógica de construção da regra de avaliação: identificação dos itens e análise do examinador.

Figura 23 – Parâmetros de análise do item de acessibilidade 6.11.3.2 da NBR 9050

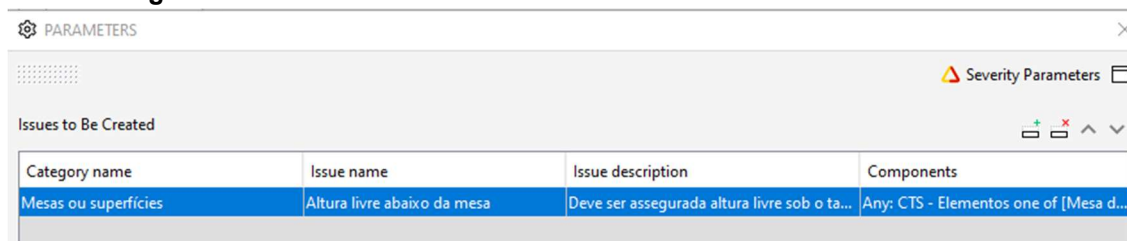


Fonte: O autor (2023).

A verificação manual dos descritores de acessibilidade se fez presente na análise de outros itens, como pode ser observada no item 9.3.1.4. O item diz que “deve ser assegurada altura livre sob o tampo de no mínimo 0,73 m, com profundidade livre mínima de 0,50 m, de modo que a P.C.R.³² tenha a possibilidade de avançar sob a mesa ou superfície” (ABNT, 2020). O Solibri possui regras pré-configuradas que permitem a análise de itens em relação ao topo de seus elementos e a distância entre esses elementos e outros componentes do projeto. E isso possibilitou o desenvolvimento de diversas regras, como verificar se bacia sanitária com acento está a uma altura máxima de 46 cm do piso (item 7.7.2.1).

Todavia, o programa não possui a mesma capacidade para a checagem da distância entre outras partes do objeto arquitetônico e outros elementos. Por isso não é possível verificar automaticamente quanto uma cadeira de rodas, por exemplo, pode avançar embaixo da mesa ou a altura livre que existe sobre o tampo, conforme determina a norma. E esse é mais um exemplo onde a checagem semiautomática é realizada. Assim como no exemplo apresentado anteriormente, desenvolveu-se uma regra de checagem onde os itens classificados como mesas foram identificados como erro, conforme pode ser observado na Figura 24.

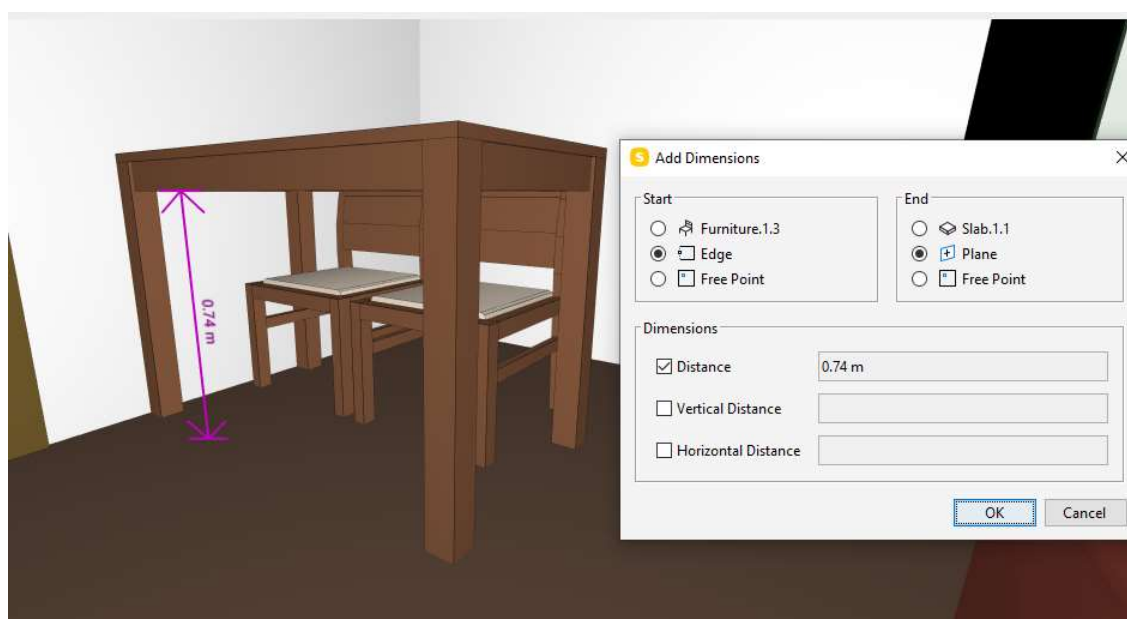
³² P.C.R. – Pessoa em Cadeira de Rodas (ABNT, 2020).

Figura 24 – Parâmetros de análise do item de acessibilidade 9.3.1.4 da NBR 9050


Category name	Issue name	Issue description	Components
Mesas ou superfícies	Altura livre abaixo da mesa	Deve ser assegurada altura livre sob o ta...	Any: CTS - Elementos one of [Mesa d...

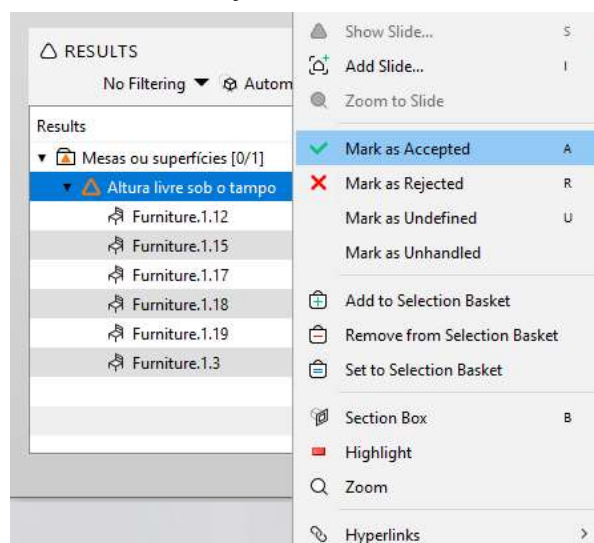
Fonte: O autor (2023).

Com os elementos identificados, verificou-se com o uso da ferramenta *dimension* se a mesa possui uma altura livre sobre o tampo e profundidade compatível com a norma. Neste caso, o item está em conformidade com a normativa, como pode ser observado na Figura 25.

Figura 25 – Ferramenta *dimension* com NBR 9050 - Altura livre abaixo do tampo da mesa

Fonte: O autor (2023).

Como este descritor de acessibilidade atende os parâmetros construtivos exigidos pela norma, na aba resultados, o programa permite que o projetista informe que o item avaliado está em conformidade. Dessa forma, o resultado desse item não será apontado como em desconformidade na fase de extração dos resultados, o que pode ser visto na Figura 26.

Figura 26 – Processo de validação do item de acessibilidade 9.3.1.4 da NBR 9050

Fonte: O autor (2023).

A escolha das 31 regras analisadas vai ao encontro dos dados contidos nos projetos fornecidos pela CEHAP, que possuem o nível de detalhamento de anteprojeto e não contém os projetos complementares. Dessa maneira, nem todos os itens de conformidade presentes no método puderam ser avaliados por este trabalho por conta do nível de detalhamento do projeto. Entretanto, ressalta-se que os itens de acessibilidade desenvolvidos permitem a avaliação de elementos de acessibilidade nos 5 descritores criados para a avaliação de projetos de habitação popular: (Rota Acessível Interna (RAI), Área de Convívio Social (ACS), Cozinha e Serviço (COS), Dormitório Acessível (DAC) e Banheiro Acessível (BAA). Estes se encontram destacados nos Quadros 3 a 5:

Quadro 3 - Regras desenvolvidas para a análise dos itens de a de acessibilidade

Nº DA REGRA	ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO
01	6.11.1	RAI	A largura do corredor com até 4,00m de comprimento é $\geq 90\text{cm}$?
02	4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 90° ?
03	4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 180° ?
04	4.3.4	RAI / ACS / DAC	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360° ?

(continua)

Quadro 4 - Regras desenvolvidas para a análise dos itens de a de acessibilidade (continuação)

Nº DA REGRA	ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO
05	4.3.5	RAI	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento?
06	6.11.2.4	RAI	A porta apresenta vão livre mínimo de 80cm e altura mínima de 2,10m?
07	6.9.2.1	RAI	Os corrimãos estão instalados em ambos os lados da escada fixa ou da rampa?
08	4.6.5	RAI	Há um espaço livre de no mínimo 4,0cm entre a parede e o corrimão?
09	6.9.2.2	RAI	O corrimão prolonga-se 30cm antes do início e após o fim da rampa ou escada?
10	6.9.2.3	RAI	As extremidades dos corrimãos apresentam acabamento recurvado?
11	6.9.3.2	RAI	O corrimão está a uma altura de 92cm e 70cm do piso?
12	6.6.2.1	RAI	A inclinação da rampa está entre 6,25% e 8,33%?
13	6.6.2.5	RAI	As rampas apresentam largura mínima de 1,20 m?
14	6.11.3.2	RAI	A altura máxima do comando de acionamento da janela está entre 60 e 120 cm?
15	10.17.1	ACS / COS	Há faixa livre de circulação de 90 cm?
16	9.3.2.2	ACS / COS	Além da aproximação frontal com o M.R., é garantida circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R.junto às mesas?
17	10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura?
18	10.9.3	DAC	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°?

(continua)

Quadro 5 - Regras desenvolvidas para a análise dos itens de a de acessibilidade (continuação)

Nº DA REGRA	ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO
19	9.3.1.4	COS	Existe um M.R.** posicionado que possibilite avançar sob as mesas ou superfícies até no máximo 50cm?
20	10.9.7	COS	As pias possuem uma altura de no máximo 0,85 m, com altura livre inferior de no mínimo 0,73
21	10.9.7	COS	Junto à pia existe uma área de aproximação frontal com o M.R. com diâmetro de 1,50 m?
22	7.7.2.1	BAA	A bacia sanitária com assento está a uma altura máxima de 46cm do piso?
23	7.7.2.2.1	BAA	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80
24	7.7.2.2	BAA	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra posicionada horizontalmente, a 0,75 m de altura do piso acabado (medidos pelos eixos de fixação)
25	7.12.1.2	BAA	O boxe para chuveiro apresenta dimensões mínimas de 90 x 95 cm?
26	7.5 (f)	BAA	A porta (eixo vertical) abre para o lado externo do boxe permitindo um vão totalmente livre?
27	7.10.4.1	BAA	A área de aproximação frontal do mictório para P.M.R.* e P.C.R.** está em conformidade?
28	7.12.3	BAA	Junto ao banco articulado existe barra vertical de 70 cm localizada à 75 cm do piso?
29	7.8	BAA	No lavatório existe área de aproximação frontal para P.M.R.* e P.C.R.**?
30	7.10.3	BAA	O lavatório é suspenso e com a borda superior a uma altura de 78cm a 80cm do piso?
31	7.10.3	BAA	O lavatório apresenta uma altura livre mínima de 73cm na sua parte inferior frontal?

Fonte: O autor (2023).

A fase 2, que é o processo de preparação do modelo, foi desenvolvido de forma paralela com a etapa 1. Essa etapa se divide em dois processos: capacitação para o

processo de extração das informações e modelagem dos projetos para a realização do processo de análise. O processo de capacitação foi desenvolvido por meio de um curso disponibilizado pela Solibri.Inc, por meio de sua parceira no Brasil, CADTEC, para a realização desta pesquisa.

A modelagem dos projetos, conforme descrito anteriormente, foi desenvolvida no programa de modelagem Autodesk Revit. Além disso, o processo de classificação dos componentes de acordo com a NBR 15965 (Sistema de Classificação da Informação da Construção) também foi desenvolvido na fase de preparação do modelo. Essa etapa se faz necessária, uma vez que as regras desenvolvidas fazem a busca pelos elementos, famílias, relacionados a determinadas regras. Assim, o Solibri identifica, primeiramente, do elemento a ser avaliado e, em seguida, avalia o quesito determinado na regra. Finalizadas as etapas de preparação do método e do modelo BIM, inicia-se o processo de verificação³³ e, conseqüentemente, de validação do instrumento de checagem de projeto. O resultado dessa atividade será apresentado no próximo capítulo.

³³ O processo de verificação foi desenvolvido por meio da parceria realizada entre esta pesquisa e a CADTEC como forma de validação do ACA-Hab e do conjunto de regras que está sendo desenvolvido pela empresa.

6 ANÁLISE DOS ARTEFATOS

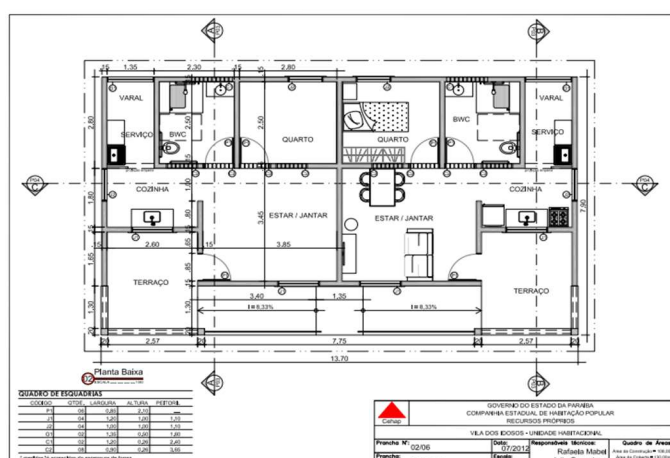
O processo de validação do instrumento de checagem é desenvolvido através da análise de 4 projetos desenvolvidos pela CEHAP para uma política pública denominada cidade madura, conforme o texto do capítulo anterior. Nesta fase, a terceira do processo de verificação de normas, os arquivos IFC dos projetos são importados no programa Solibri para serem avaliados conforme as normas de avaliação da conformidade da acessibilidade.

As análises desenvolvidas são apresentadas a seguir, bem como a quarta fase do processo de verificação de normas e extração dos resultados. Apresenta-se, na sequência, a aplicação dos dados obtidos no método ACA-Hab para aferição do índice de conformidade da acessibilidade habitacional, conforme metodologia apresentada no Capítulo 4.

6.1 UNIDADE HABITACIONAL 1

A unidade habitacional um (UH1) é constituída de duas células habitacionais espelho – onde uma é o reflexo da outra -, e compartilham uma única parede central. A UH1 apresenta uma área construída de aproximadamente 108 m², sendo 54 m² por célula, e uma área coberta de 130 m². No que diz respeito ao programa arquitetônico, cada célula habitacional possui um terraço, uma sala de estar e jantar, um quarto, além de cozinha, banheiro e área de serviço, o que pode ser visto na Figura 27.

Figura 27 - Unidade Habitacional 1 - Planta baixa



Fonte: CEHAP (2012).

Neste modelo, foi possível aferir 39 itens de acessibilidade presentes no método ACA-Hab, e presentes nos 5 descritores de acessibilidade desenvolvidos: Rota Acessível Interna (RAI), Área de Convívio Social (ACS), Cozinha e Serviço (COS), Dormitório Acessível (DAC) e Banheiro Acessível (BAA). Destaca-se que nem todas as regras de checagem desenvolvidas puderam ser analisadas neste modelo devido à ausência de itens de detalhes que permitissem aferir alguns quesitos. Os Quadros 6 a 7 mostram quais foram itens de acessibilidade que puderam ser avaliados no modelo, o descritor correspondente e se a regra é avaliada de forma automática ou semiautomática.

Quadro 6 - Itens de acessibilidade avaliados na UH1

ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
6.11.1	RAI	A largura do corredor com até 4,00m de comprimento é $\geq 90\text{cm}$?	Automático
4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 90° ?	Automático
4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 180° ?	Automático
4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360° ?	Automático
4.3.5	RAI	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento?	Automático
6.11.2.4	RAI	A porta apresenta vão livre mínimo de 80cm e altura mínima de 2,10m?	Automático
6.9.2.1	RAI	Os corrimãos estão instalados em ambos os lados da escada fixa ou da rampa?	Automático
4.6.5	RAI	Há um espaço livre de no mínimo 4,0cm entre a parede e o corrimão?	Automático
6.9.2.2	RAI	O corrimão prolonga-se 30cm antes do início e após o fim da rampa ou escada?	Semiautomático
6.9.2.3	RAI	As extremidades dos corrimãos apresentam acabamento recurvado?	Semiautomático
6.9.3.2	RAI	O corrimão está a uma altura de 92cm e 70cm do piso?	Semiautomático
6.6.2.1	RAI	A inclinação da rampa está entre 6,25% e 8,33%?	Automático
6.6.2.5	RAI	As rampas apresentam largura mínima de 1,20 m?	Automático

(continua)

Quadro 7 - Itens de acessibilidade avaliados na UH1 (continuação)

ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
10.17.1	ACS / COS	Há faixa livre de circulação de 90 cm?	Automático
9.3.2.2	ACS / COS	Além da aproximação frontal com o M.R., é garantida circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R.junto às mesas?	Automático
10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura?	Automático
10.9.3	DAC	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°?	Automático
9.3.1.4	COS	Existe um M.R.** posicionado que possibilite avançar sob as mesas ou superfícies até no máximo 50cm?	Semiautomático
10.9.1.3	COS	As pias possuem uma altura de no máximo 0,85 m, com altura livre inferior de no mínimo 0,73 m	Semiautomático
10.9.7	COS	Junto à pia existe uma área de aproximação frontal com o M.R. com diâmetro de 1,50 m?	Automático
7.7.2.1	BAA	A bacia sanitária com assento está a uma altura máxima de 46cm do piso?	Automático
7.7.2.2.1	BAA	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80	Semiautomático
7.7.2.2	BAA	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra posicionada horizontalmente, a 0,75 m de altura do piso acabado (medidos pelos eixos de fixação)	Semiautomático
7.12.1.2	BAA	O boxe para chuveiro apresenta dimensões mínimas de 90 x 95 cm?	Automático
7.5 (f)	BAA	A porta (eixo vertical) abre para o lado externo do boxe permitindo um vão totalmente livre?	Semiautomático
7.10.4.1	BAA	A área de aproximação frontal do mictório para P.M.R.* e P.C.R.** está em conformidade?	Automático
7.12.3	BAA	Junto ao banco articulado existe barra vertical de 70 cm localizada à 75 cm do piso?	Automático
7.8	BAA	No lavatório existe área de aproximação frontal para P.M.R.* e P.C.R.**?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório é suspenso e com a borda superior a uma altura de 78cm a 80cm do piso?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório apresenta uma altura livre mínima de 73cm na sua parte inferior frontal?	Semiautomático

Fonte: O autor (2023).

A análise desenvolvida no Solibri identificou a inconformidade em 18 dos 39 itens avaliados. Os itens em desconformidade perfazem os 5 descritores de acessibilidade, e possuem relação tanto com os elementos arquitetônicos (localização e dimensionamento de paredes, portas e rampas) como, também, com o mobiliário proposto e as barras de apoio.

A Figura 28 faz um recorte da inconformidade identificada no item 10.9.3 da NBR 9050:2020 que faz parte do descritor de mensuração da conformidade do dormitório acessível. Sobre esse item, a NBR 9050 diz que o dormitório acessível deve conter área com diâmetro mínimo de 1,50 m que possibilite um giro de 360° da cadeira de rodas. Partindo do texto normativo, a regra de checagem foi desenvolvida por meio da criação de uma regra que pudesse identificar a existência de espaços livres com o diâmetro requerido, conforme pode ser observado na Figura 28.

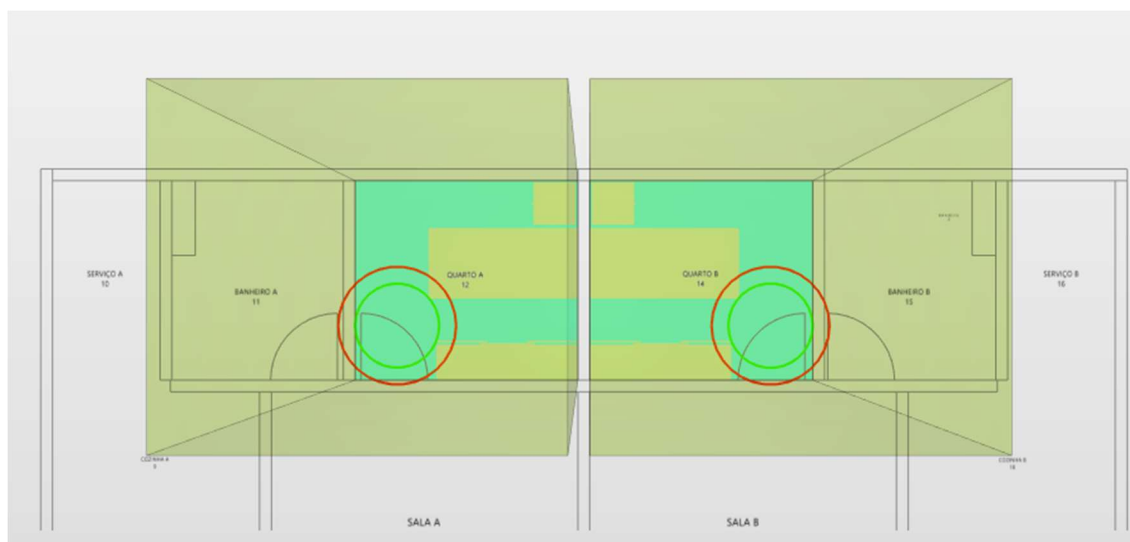
Figura 28 – Parâmetros para análise do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050

The screenshot displays the Solibri software interface for accessibility analysis. On the left, the 'PARAMETERS' pane shows 'Space Classification' set to 'CTS - Ambientes' and 'Furniture Classification' set to 'CTS - Elementos'. Below this, the 'Free Floor Space Requirements' table lists 'Dormitório' with a requirement of '[Wheelchair Turning Space ø 1.50 m]'. On the right, the 'Choose Requirements' pane shows various accessibility rules with checkboxes and input fields. The 'Free Wheelchair Turning Circle' rule is checked with a diameter of 1.50 m. The 'Free Corridor' rule is unchecked with a width of 1.00 m. The 'Free Rectangle' rule is unchecked with a length of 2.00 m and width of 1.00 m. The 'Free Space on Side' rule is unchecked with a minimum length of 0.00 m and minimum width of 0.00 m. The 'Furniture Distance' rule is unchecked with a minimum distance of 0.41 m and maximum distance of 0.46 m.

Fonte: O autor (2023).

Desta maneira, pode-se observar que a possibilidade de giro presente no quarto (representada em verde) e a necessidade definida por norma (representada em vermelho) são diferentes. Assim, temos a validação de que o item de acessibilidade está em desconformidade na UH1, como visto na Figura 29.

Figura 29 – Inconformidade do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050 – Perspectiva



Fonte: O autor (2023).

Neste próximo caso, apresenta-se o processo de identificação de um item de acessibilidade com o uso de uma regra de checagem semiautomática. Para isso, demonstra-se o funcionamento do item 6.9.2.3, que identifica se a extremidade dos corrimãos apresenta acabamento recurvado. Como dito anteriormente neste texto, alguns itens de acessibilidade não podem ser checados automaticamente por limitações do programa. Dessa maneira, a regra desenvolvida indicou a existência de todos os corrimãos como erro em relação a este descritor de acessibilidade, como pode ser visto na Figura 30.

Figura 30 – Parâmetros para análise do item de acessibilidade 6.9.2.3 da NBR 9050

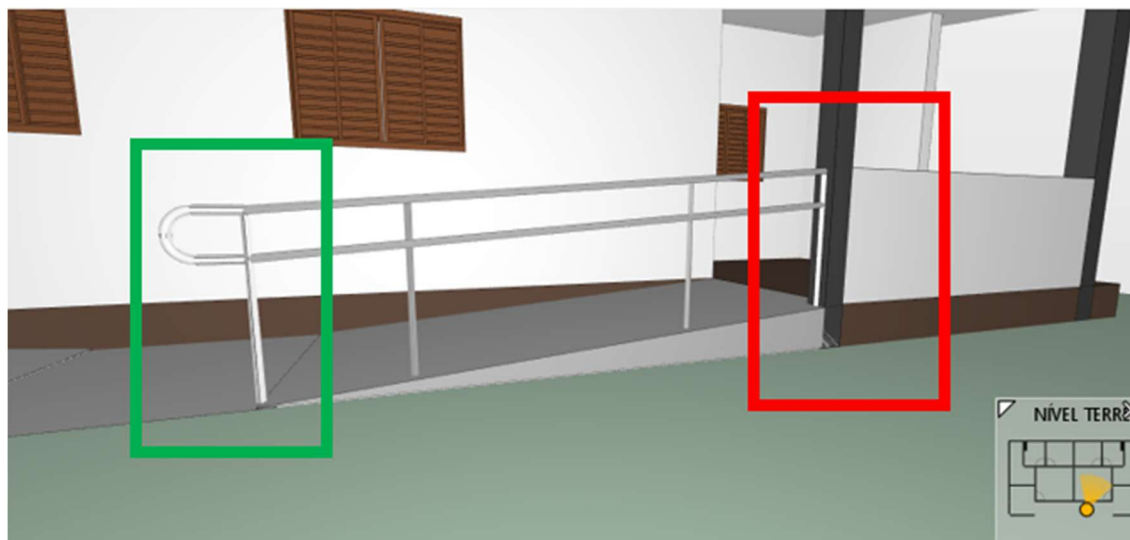
PARAMETERS			
Issues to Be Created			
Category name	Issue name	Issue description	Components
Corrimãos	Acabamento do Corrimão	As extremidades dos corrimãos devem ter ...	Any: CTS - Elementos one of [Corrimão]

Fonte: O autor (2022).

Com os elementos identificados, este pesquisador verificou visualmente se o recanto do corrimão é ou não recurvado. O resultado da análise efetuada constatou que o item está em desconformidade com a normativa. Isso porquê, embora o recanto do lado esquerdo da Figura 31, destacado em verde, esteja em conformidade, o recanto do lado direito, destacado em vermelho, que está engastado na parede, não possui o recanto recurvado. Dessa maneira, o descritor não atende os parâmetros construtivos exigidos pela norma.

Isso também pode ser visto como uma limitação da norma que não previu essa possibilidade, como na Figura 31.

Figura 31 – Inconformidade do item de acessibilidade 6.9.2.3 da NBR 9050 – Perspectiva



Fonte: O autor (2023).

A verificação semiautomática também pode ser observada no item 7.5 (f), que determina que a porta deve abrir para o lado externo do boxe permitindo um vão totalmente livre. Não foi possível desenvolver essa verificação de forma automática no Solibri, mas foi possível fazer isso de maneira semiautomática. Assim como no item 6.9.2.3, apresentado anteriormente, desenvolveu-se uma regra de checagem onde os ambientes que foram classificados como banheiros foram identificados como erro, conforme pode ser observado na Figura 32.

Figura 32 – Parâmetros para análise do item de acessibilidade 7.5 (f) da NBR 9050

PARAMETERS			
Issues to Be Created			
Category name	Issue name	Issue description	Components
Banheiro acessível	Porta de banheiro	quando a porta instalada for do tipo de eixo vertical, deve...	Any: CTS - Ambientes - Complementar one of [Banheiro ...]

Fonte: O autor (2022).

Com os ambientes destacados verificou-se, visualmente, se as portas possuíam a abertura indicada para o lado externo do banheiro. Assim, o item está em desconformidade com a normativa, pois as portas dos banheiros possuem aberturas voltadas para o interior dos ambientes.

Finalizada a fase 3 com a identificação dos erros, a fase 4 tem início com a exportação dos dados produzidos com o uso do Solibri. Os dados obtidos são importados manualmente para as planilhas³⁴ de avaliação do método ACA. Dessa forma, os dados são utilizados para a avaliação dos descritores de acessibilidade e definição do Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab) e do selo de acessibilidade.

O processo de avaliação é iniciado com a mensuração do Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA) de cada descritor, que é resultado do preenchimento das planilhas. Esse índice, por sua vez, é ponderado, a fim de que seja atribuído um peso a cada descritor de acessibilidade, resultando no Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICApp). Com esses resultados, obtém-se o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab) e o selo de acessibilidade, seguindo o processo apresentado na Figura 33.

Figura 33 – Processo de avaliação do Método de Conformidade da Acessibilidade Habitacional



Fonte: O autor (2023).

O método ACA-Hab contém 5 descritores, que foram formulados com base na identificação das funções, atividades, realizadas na habitação. Para isso, utilizou-se como referência os trabalhos de Pereira (2007) e Sousa (2019). Dessa maneira, as planilhas dos descritores foram construídas levando em consideração 5 temáticas: Rota Acessível Interna (RAI), Área de Convívio Social (ACS), Cozinha e Serviço (COS), Dormitório Acessível (DAC) e Banheiro Acessível (BAA). Na Figura 34, observa-se o um trecho do preenchimento do descritor da Rota Acessível Interna (RAI).

³⁴ Foram construídas planilhas de avaliação automatizadas para calcular o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional com o uso do programa *Microsoft Excel*. Nesse processo, as informações produzidas no Solibri foram implementadas manualmente nas planilhas automatizadas de avaliação contidas no arquivo .xlsx. Assim, os índices de conformidade da acessibilidade (ICA) de cada descritor, os índices de conformidade da acessibilidade ponderado (ICApp) e o índice de conformidade da acessibilidade habitacional (ICA-Hab) e o selo de acessibilidade foram calculados de forma automática. Não há um motivo específico para a escolha do *Microsoft Excel* como ferramenta para o desenvolvimento dessa atividades.

Figura 34 – Planilha de avaliação da acessibilidade da Rota Acessível Interna (RAI)

Nº	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
01	9050:2020	6.11.1		A largura do corredor com até 4,00m de comprimento é ≥ 90cm?	X		
02	9050:2020	6.11.1		A largura do corredor com até 10,00m de comprimento é ≥ 1,20m?			X
03	9050:2020	4.3.4	7 a	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 90° (1.20m x 1.20m)? (ver figura)		X	
04	9050:2020	4.3.4	7 b	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 180° (1.50m x 1.20m)? (ver figura)		X	
05	9050:2020	4.3.4	7 c	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360° (diâmetro de 1.50m)? (ver figura)		X	
06	9050:2020	4.3.5	8	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento? (ver figura)		X	
07	9050:2020	6.11.2.4		Havendo porta de duas ou mais folhas, pelo menos uma delas apresenta vão livre de 80cm?			X
Sub-total $\Sigma(s,n)$							

Fonte: O autor (2023).

Após a aferição da conformidade dos itens existentes na planilha, calcula-se a soma total dos “s” e dos “n”³⁵ de todos os descritores. O resultado dessa soma é usado na equação abaixo, cujo resultado será o Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA)³⁶ de cada descritor. Abaixo, vemos o exemplo do ICA da RAI:

$$ICA^{RAI}(s_i, n_i) = \frac{\sum_{i=1}^5 s_i}{\sum_{i=1}^5 (s_i + n_i)} \cdot 10^2$$

O procedimento acima é repetido para todos os descritores. O resultado da análise apontou que grande parte dos itens de acessibilidade referente ao descritor do Banheiro Acessível (BAA) estão em conformidade, ao tempo em que não foi possível aferir a conformidade de boa parte dos itens de acessibilidade dos descritores do Dormitório Acessível (DAC) e da Área de Convívio Social (ACS). Isso aconteceu porque o projeto da UH1 não possui um nível de detalhamento capaz de aferir a conformidade de boa parte dos itens do dormitório acessível, pois a maior parte dos itens de acessibilidade desse descritor avaliam o projeto executivo. Além disso, a ausência de detalhamento, causada pela insuficiência de

³⁵ Onde si é a soma dos “sim” e ni é a soma dos “não” encontrados durante o procedimento de avaliação.

³⁶ ICA^{RAI} - Índice de Conformidade da Acessibilidade da Rota Acessível Interna; onde si é o número de itens em conformidade com a normativa; e o ni é o número de itens em desconformidade com a normativa; e o i é o número de itens avaliados.

cortes, impediu a modelagem de alguns componentes de mobiliário que são avaliados pelos itens de acessibilidade da área de convívio social, como a altura da mesa de refeições.

Segundo Gualberto Filho (2013) o ICA é uma informação quantitativa sobre a conformidade dos descritores. Contudo, o autor menciona a necessidade da ponderação desse índice de modo a atribuir um peso para cada um dos descritores de acessibilidade. Essa medida visa estabelecer a representatividade de cada descritor analisado na formulação do Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional. A ponderação presente no método corresponde a multiplicação do número de itens de acessibilidade avaliados pelo ICA encontrado na fase anterior.

Pode-se assim dizer que o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab) é derivado da equação formada entre os índices de conformidade de acessibilidade dos descritores, os pesos de ponderação (pp) e os índices de conformidade da acessibilidade ponderados, cuja relação está explícita na Tabela 2.

Tabela 2 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH1

Descritor	Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA)	Peso de Ponderação do Descritor (pp)	Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICA.pp)
RAI	46,7	15	700
ACS	33,3	6	200
DAC	33,3	3	100
COS	40,0	5	200
BAA	90,0	10	900
Total		39	2100

Fonte: O autor (2023).

O resultado dos Índices de Conformidade da Acessibilidade Ponderados (ICApp) são usados na expressão abaixo para indicar o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab). A equação corresponde à média ponderada dos índices de conformidade dividida pela soma do peso de ponderação dos descritores. Ou seja, na Unidade Habitacional 1 (UH1) é 2100 dividido por 39. Dessa forma, o ICA-Hab da UH1 é de 53,85.

$$ICA - Hab = \frac{\sum_{i=1}^n ICA_{pp}}{\sum_{i=1}^n pp_i}$$

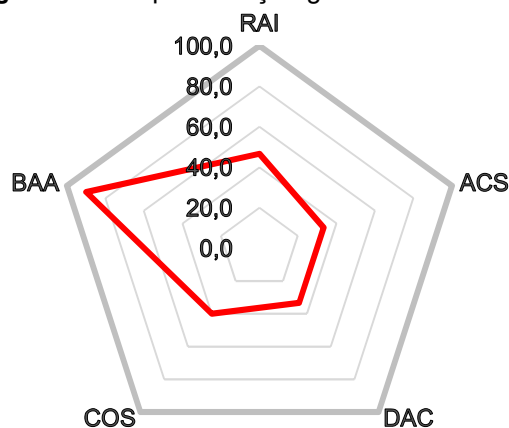
Esse resultado pode ser também observado através do gráfico radar (Figura 35), que representa de forma visual o ICA-Hab da UH1. É interessante destacar que o gráfico aponta nitidamente os descritores de acessibilidade que possuem um maior número de itens na condição de não conformidade, o que repercute de maneira direta no resultado da

avaliação. A avaliação sendo realizada, durante a realização do projeto possibilita a oportunidade de possíveis correções visando melhorar o projeto e, portanto, a edificação a ser construída.

Com efeito, observa-se que os itens em desconformidade poderiam ter sido evitados se tivesse sido feita a análise durante o desenvolvimento do projeto, como a que foi realizada nesta pesquisa. Dessa forma, compreende-se que, em relação a esta unidade habitacional, o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do processo de verificação de normas, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares na medida em que contribuí para a supressão das barreiras arquitetônicas que foram encontradas ainda na fase de projeto, antes da materialização do projeto de arquitetura, evitando a construção de barreiras arquitetônicas.

Assim, entende-se que o uso consorciado deste instrumento de checagem de projeto e do método ACA-Hab pode ser um elemento facilitador para a correção de inconformidades, bem como um elemento revisional para o desenvolvimento do projeto, uma vez que a listagem dos itens de acessibilidade previstos nas planilhas de avaliação do método ACA podem funcionar como um ponto para a identificação de elementos que ainda não foram contemplados no projeto, conforme a Figura 35.

Figura 35 – Representação gráfica dos ICA da UH1



Fonte: O autor (2023).

Legenda: RAI - Rota Acessível Itinerante; ACS - Área de Convívio Social; DAC - Dormitório Acessível; COS - Cozinha e Serviço; BAA - Banheiro Acessível.

Por fim, o ICA-Hab está associado a uma escala gráfica que classifica o projeto em três categorias, assim como o método ACA desenvolvido por Gualberto Filho (2013). Essa escala gráfica determina um selo de acessibilidade, que pode vir a auxiliar tanto profissionais quanto futuros usuários da habitação na compreensão do nível de acessibilidade da

edificação. Esse indicador está relacionado a uma escala gráfica que classifica o hotel em três categorias de selo: “**selo bronze**, que varia de 1 a 39 e frações, **selo prata** que varia de 40 a 69 e frações e o **selo ouro** variando de 70 a 100” (GUALBERTO FILHO, 2013, p. 108, grifo nosso). Pela classificação apresentada na Tabela 1, a UH1 atingiu o nível de acessibilidade Prata, pois está na faixa que varia entre 40 e 69 frações.

Com a análise da conformidade da acessibilidade realizada, conclui-se que a Unidade Habitacional 1 desenvolvida pela CEHAP possui algumas inconsistências em relação aos itens de acessibilidade. Isso se deve ao fato de que, embora o projeto apresente uma boa resposta em relação ao descritor do Banheiro Acessível (BAA), a presença de um baixo índice de acessibilidade nos descritores do Dormitório Acessível (DAC) e da Área de Convívio Social (ACS) contribuem de forma determinante para o ICA-Hab do projeto.

6.2 UNIDADE HABITACIONAL 2

A unidade habitacional 2 (UH2), desenvolvida para o município de Patos, apresenta o mesmo sistema construtivo da UH1, composto por alvenaria de tijolos cerâmicos e telhado em telha cerâmica, assim como possuem os mesmos requisitos mínimos de acessibilidade. O projeto apresenta a existência de rampas de acesso e guarda-corpo, além de possuir um banheiro acessível, com uma área construída de aproximadamente 97,2 m², sendo 38,65 m² por célula, e uma área comum de 19,89 m², sendo menor que a UH1, o que pode ser visto na Figura 36.

4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360°?	Automático
4.3.5	RAI	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento?	Automático
6.11.2.4	RAI	A porta apresenta vão livre mínimo de 80cm e altura mínima de 2,10m?	Automático
6.9.2.1	RAI	Os corrimãos estão instalados em ambos os lados da escada fixa ou da rampa?	Automático
6.9.2.2	RAI	O corrimão prolonga-se 30cm antes do início e após o fim da rampa ou escada?	Semiautomático
6.9.2.3	RAI	As extremidades dos corrimãos apresentam acabamento recurvado?	Semiautomático
6.9.3.2	RAI	O corrimão está a uma altura de 92cm e 70cm do piso?	Semiautomático
6.6.2.1	RAI	A inclinação da rampa está entre 6,25% e 8,33%?	Automático
6.6.2.5	RAI	As rampas apresentam largura mínima de 1,20 m?	Automático
6.11.3.2	RAI	A altura máxima do comando de acionamento da janela está entre 60 e 120 cm?	Semiautomático
10.17.1	ACS / COS	Há faixa livre de circulação de 90 cm?	Automático
9.3.2.2	ACS / COS	Além da aproximação frontal com o M.R., é garantida circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R.junto às mesas?	Automático
9.3.2.3	ACS / COS	As mesas ou superfícies para refeições ou trabalho, apresentam altura entre 75cm e 85cm do piso?	Semiautomático
10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura?	Automático

(continua)

Quadro 9 - Itens de acessibilidade avaliados na UH2 (continuação)

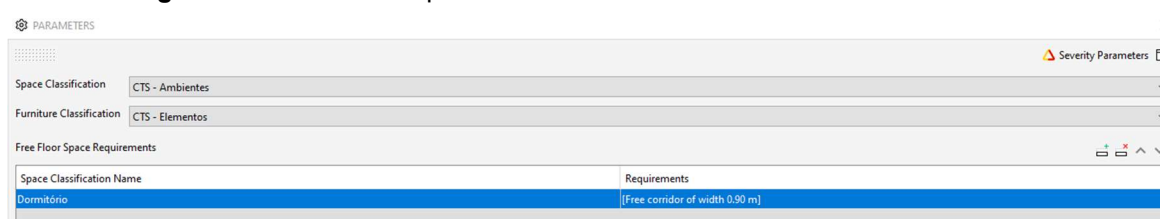
ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário permite manobra para acesso ao sanitário, camas e armários?	Automático
10.9.3	DAC	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°?	Automático
10.9.3	DAC	A altura da cama é de 46cm?	Automático
10.9.7	COS	As pias possuem uma altura de no máximo 0,85 m, com altura livre inferior de no mínimo 0,73 m	Semiautomático
10.9.7	COS	Junto à pia existe uma área de aproximação frontal com o M.R. com diâmetro de 1,50 m?	Automático
7.7.2.1	BAA	A bacia sanitária com assento está a uma altura máxima de 46cm do piso?	Automático
7.7.2.2.1	BAA	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80	Automático
7.12.1.2	BAA	O boxe para chuveiro apresenta dimensões mínimas de 90 x 95 cm?	Automático
7.5 (f)	BAA	A porta (eixo vertical) abre para o lado externo do boxe permitindo um vão totalmente livre?	Semiautomático
7.10.4.1	BAA	A área de aproximação frontal do mictório para P.M.R.* e P.C.R.** está em conformidade?	Automático
7.8	BAA	No lavatório existe área de aproximação frontal para P.M.R.* e P.C.R.**?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório é suspenso e com a borda superior a uma altura de 78cm a 80cm do piso?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório apresenta uma altura livre mínima de 73cm na sua parte inferior frontal?	Semiautomático

Fonte: O autor (2022).

A análise desenvolvida no Solibri identificou a conformidade de 32 dos 37 itens avaliados. Contudo, itens em desconformidade foram identificados em 3 dos 5 descritores de acessibilidade. Esses itens se relacionam principalmente com o mobiliário proposto e barras de apoio. Destaca-se o resultado do descritor do dormitório acessível, que, proporcionalmente, apresentou o maior número de itens em desconformidade.

Isso aconteceu porque o leiaute do ambiente fez com que 2 dos 5 itens do descritor não atendessem as diretrizes da NBR 9050. A Figura 37 faz um recorte da inconformidade identificada no item 10.9.3 da NBR 9050:2020, que faz parte desse descrito, e diz que a disposição do mobiliário do DAC deve permitir uma faixa livre mínima de 90cm de largura. Dessa forma, a regra de checagem foi desenvolvida por meio da criação de uma regra que pudesse identificar a existência de espaços livres com a largura mínima prevista na norma, o que pode ser observado na Figura 37.

Figura 37 – Parâmetros para análise do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050



Fonte: O autor (2023).

Com o uso da ferramenta *Dimension*, pode-se observar que o espaço existente entre as camas propostas pelo projeto impossibilita o acesso a cama pela pessoa que faz uso da cadeira de rodas. Isso acontece porque o cadeirante necessita de um espaço livre mínimo de 90 cm, ao invés dos 75 cm existentes. Assim, temos a validação de que o item de acessibilidade está em desconformidade na UH2, como visto na Figura 38.

Figura 38 – Inconformidade do item de acessibilidade 10.9.3 da NBR 9050 no DAC



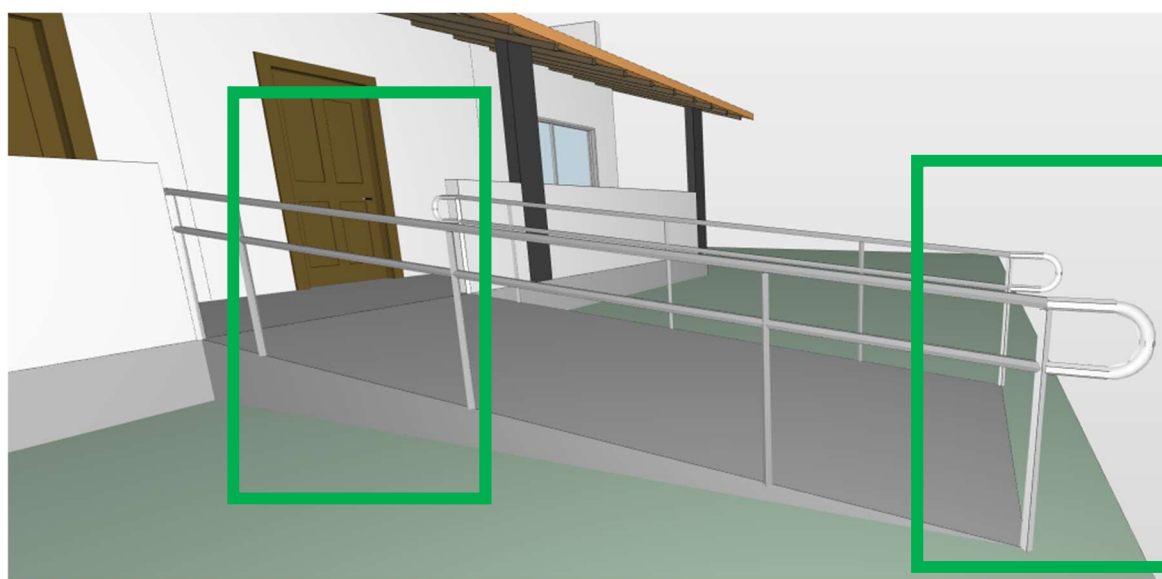
Fonte: O autor (2023).

Com efeito, observa-se que esse item em desconformidade poderia ter um resultado diferente se fosse feita análise durante o desenvolvimento do projeto. Nesse caso, se uma

das camas fosse suprimida ou se o leiaute fosse modificado, o ambiente poderia estar em conformidade, sem que isso representasse, necessariamente, em uma mudança nas dimensões do ambiente. Dessa maneira, a análise desse item corrobora com a visão de que, se o projeto de arquitetura for desenvolvido com o uso processo de verificação de normas, os itens em situação de não conformidade podem ser corrigidos ainda na fase de projeto, evitando a existência de barreiras arquitetônicas.

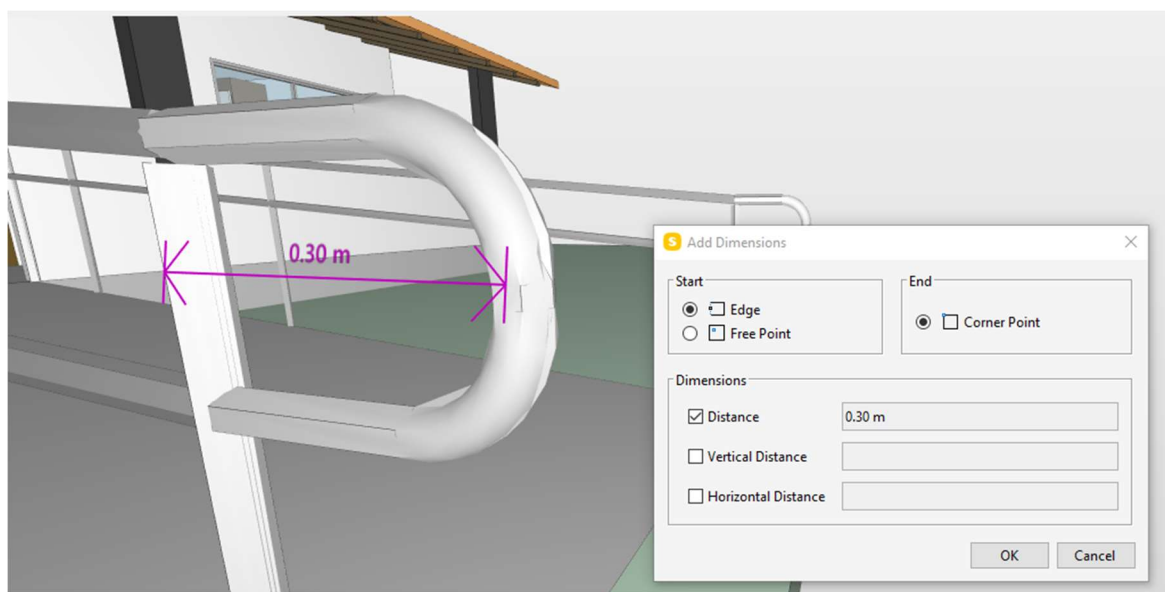
Diferente da UH1, a UH2 apresentou um resultado diferente no processo de verificação da extremidade dos corrimãos, que devem apresentar acabamento recurvado, consoante o item 6.9.2.3. Com o uso da mesma regra de checagem semiautomática apresentado na Figura 39, verifica-se na Figura 39 que, visualmente, o acabamento dos corrimãos (destacados em verde) é recurvado, estando, portanto, em conformidade com a normativa.

Figura 39 – Conformidade do item de acessibilidade 6.9.2.3 da NBR 9050 – Perspectiva



Fonte: O autor (2023).

Essa regra de verificação semiautomática também permite ao analista verificar outro item de acessibilidade previsto no método ACA, o item 6.9.2.2. Esse item normativo diz que o corrimão deve se prolongar 30 cm antes e após o fim da escada ou da rampa. Dessa maneira, com o uso da ferramenta *Dimension*, observa-se na Figura 40 que a Unidade Habitacional 2 atende a esse requisito de acessibilidade.

Figura 40 – Conformidade do item de acessibilidade 6.9.2.2 da NBR 9050 – Perspectiva

Fonte: O autor (2023).

Ainda sobre os itens relacionados ao corrimão, utilizou-se na UH2 uma regra de checagem onde se tornou possível a aferição da conformidade dos itens 6.9.3.2, 6.9.2.1, 6.6.2.1 e 6.6.2.5. Esses itens, que fazem parte do descritor da Rota Acessível Interna (RAI), dizem respeito a altura das barras do corrimão (que devem estar a uma altura de 92 e 70 cm do piso), a existência desse corrimão em ambos os lados da escada ou da rampa, a inclinação da rampa (que deve estar entre 6,25 e 8,33%) e a largura mínima da rampa (que deve ser de 1,20 m), respectivamente, o que pode ser observado na Figura 41.

Figura 41 - Parâmetros para análise dos itens de acessibilidade 6.9.3.2, 6.9.2.1, 6.6.2.1 e 6.6.2.5

PARAMETERS

Severity Parameters

Ramps and Stairs

Vertical Access Classification: CTS - Elementos

Classification Names for Ramps

Ramp Classification Name
Lance de rampa
Rampa

Classification Names for Stairs

Stair Classification Name

Ramp

Enter Slope and Length (selected) | Enter Rise and Gradient

Ramp Requirements

Slope	Maximum Length
5%	30.00 m
6%	19.20 m
8%	16.00 m

Minimum Width: 1.20 m | Minimum Clear Width: 1.20 m

Minimum Space at the Beginning: 1.20 m | Minimum Space at the End: 1.20 m

Minimum Intermediate Landing Length: 1.20 m | Minimum Clear Height Above: 2.10 m

Additional Stairs Required: ☐ | Maximum Distance to Stair: 10.00 m

Check Internal Ramps: ☒ | Check External Ramps: ☒

Handrail

Check Handrails: ☒ | Handrail On The Side: Both Sides

Minimum Height Above Ramp: 0.92 m | Maximum Height Above Ramp: 0.70 m

Minimum Handrail Extension Beyond Ramp: 0.30 m | Handrails Must Be Continuous: ☒

Fonte: O autor (2023).

A análise realizada no Solibri identificou que todos esses itens estão em situação de conformidade, o que contribuiu significativamente para o resultado do descritor da RAI da “cidade madura” do município de Patos. O processo de avaliação do método ACA-Hab deste projeto segue o mesmo fluxo utilizado na análise da UH1. Ele tem início com a mensuração do Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA) de cada descritor.

Esse índice é ponderado posteriormente para que seja atribuído um peso para cada um dos descritores de acessibilidade, resultado no Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICApp) de cada descritor. Com esses resultados, obtém-se o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab) e o selo de acessibilidade. Na Figura 42, apresenta-se o preenchimento da planilha de avaliação da Rota Acessível Interna (RAI), descritor que apresentou todos os itens avaliados em conformidade.

Figura 42 – Planilha de avaliação da acessibilidade da Rota Acessível Interna (RAI)

Nº	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
01	9050:2020	6.11.1		A largura do corredor com até 4,00m de comprimento é $\geq$ 90cm?			X
02	9050:2020	6.11.1		A largura do corredor com até 10,00m de comprimento é $\geq$ 1,20m?			X
03	9050:2020	4.3.4	7 a	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 90° (1,20m x 1,20m)? (ver figura)	X		
04	9050:2020	4.3.4	7 b	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 180° (1,50m x 1,20m)? (ver figura)	X		
05	9050:2020	4.3.4	7 c	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360° (diâmetro de 1,50m)? (ver figura)	X		
06	9050:2020	4.3.5	8	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento? (ver figura)	X		
07	9050:2020	6.11.2.4		Havendo porta de duas ou mais folhas, pelo menos uma delas apresenta vão livre de 80cm?			X
Sub-total $\Sigma(s,n)$							

Fonte: O autor (2023).

Efetuada a análise da conformidade dos itens das planilhas, calcula-se o Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA), que é ponderado em todos os descritores para estabelecer a representatividade de cada descritor analisado na formulação do Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional. A ponderação presente no método na mais é do que uma multiplicação entre o número de itens de acessibilidade avaliados e o ICA encontrado na fase anterior. O resultado dessa ponderação pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH2

Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICA.pp)			
Descritor	Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA)	Peso de Ponderação do Descritor (pp)	Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICA.pp)
RAI	100,0	12	1200
ACS	88,9	9	800
DAC	50,0	4	200
COS	100,0	4	400
BAA	75,0	8	600
Total		37	3200

Fonte: O autor (2023).

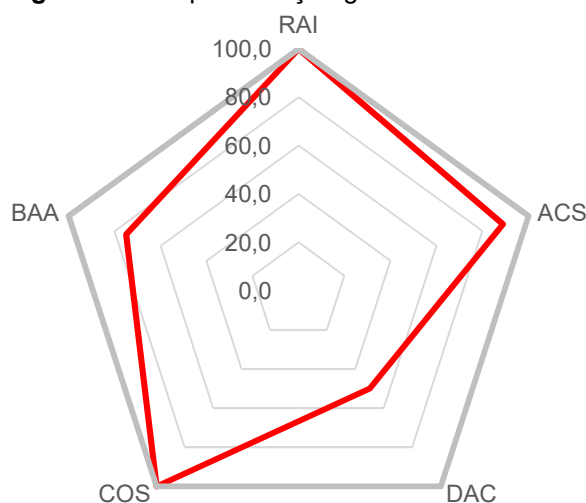
O resultado dos Índices de Conformidade da Acessibilidade Ponderados (ICApp) são usados em uma equação para saber o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab). Dessa forma, o ICA-Hab da UH2 é 84,49, resultado da divisão de 3200 por 37.

Assim como no resultado anterior, desenvolveu-se um gráfico radar, como pode ser visto na Figura 43, para apresentar de forma simplificada o resultado da UH2. Destaca-se

que o excelente resultado deste projeto, se comparado ao da UH1, é atribuído às análises dos descritores da Rota Acessível Interna (RAI) e da Cozinha e Serviço (COS) que apresentaram todos os itens em conformidade. É importante destacar que a análise desenvolvida não garante, necessariamente, que o projeto a ser edificado será acessível, pois apenas alguns dos itens de acessibilidade relacionados ao projeto básico foram avaliados.

Entretanto, a atividade de avaliação abre a possibilidade para discussão sobre o projeto e as soluções arquitetônicas desenvolvidas. Assim, a avaliação da conformidade pode ser vista como uma oportunidade de reavaliação das soluções projetuais encontradas, conforme a Figura 43.

Figura 43 – Representação gráfica dos ICA da UH2



Fonte: O autor (2023).

Legenda: RAI - Rota Acessível Interna; ACS - Área de Convívio Social; DAC - Dormitório Acessível; COS - Cozinha e Serviço; BAA - Banheiro Acessível.

Por fim, em relação à escala gráfica que associada o resultado do ICA-Hab a um selo de acessibilidade, observa-se que, pela classificação apresenta na Figura 43, a UH2 atingiu o nível de acessibilidade Ouro, conforme critérios apresentados no capítulo 4, pois está na faixa acima de 69 frações. A análise da conformidade da acessibilidade realizada, mostra que a Unidade Habitacional 2 possui um maior número de itens em situação de conformidade, se comparada a UH1.

É bem verdade que o processo desenvolvido não conseguiu aferir todos os itens de acessibilidade para os quais foram desenvolvidas regras, e que isso aconteceu devido à insuficiência de detalhes de projeto. Mesmo assim, a análise permitiu a verificação de itens de mobiliário, que estão representados nos cortes, diferente do projeto anterior.

Com efeito, a análise desenvolvida sob a Unidade Habitacional 2 reforça a ideia apresentada anteriormente neste texto de que os projetos das *Cidades Maduras* desenvolvidas pela CEHAP poderiam ter um resultado diferente se fossem feitas análises durante o desenvolvimento dos projetos. Se os projetos tivessem sido desenvolvidos com o uso BIM de verificação de normas, algumas inconformidades, como a identificada no item 10.9.3 da NBR 9050:2020, poderiam ter sido corrigidas e o projeto apresentaria uma melhor qualidade do ambiente construído quanto às diretrizes relacionadas à acessibilidade.

Assim, verifica-se que a maior riqueza de detalhes presente na UH2, em comparação à UH1 foi preponderante para o resultado da avaliação, evidenciando que, quanto maior for a riqueza de detalhes existente no projeto, maior será a utilidade do conjunto de regras (instrumento de checagem de projeto) no desenvolvimento de projetos acessíveis.

6.3 UNIDADE HABITACIONAL 3

A unidade habitacional 3 (UH3), presente no município de Guarabira, também é do tipo “casa geminada”. Assim como as anteriores, o sistema construtivo da edificação é do tipo tradicional, composto por alvenaria de tijolos cerâmicos e telhado em telha também cerâmica. No que diz respeito ao programa arquitetônico, cada célula habitacional possui um terraço, uma sala de estar e jantar, um quarto, além de cozinha, banheiro e área de serviço, conforme pode ser observado no projeto presente na Figura 44.

Quadro 11 - Itens de acessibilidade avaliados na UH3 (continuação)

ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
4.3.5	RAI	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento?	Automático
6.11.2.4	RAI	A porta apresenta vão livre mínimo de 80cm e altura mínima de 2,10m?	Automático
6.9.2.1	RAI	Os corrimãos estão instalados em ambos os lados da escada fixa ou da rampa?	Automático
6.6.2.1	RAI	A inclinação da rampa está entre 6,25% e 8,33%?	Automático
6.6.2.5	RAI	As rampas apresentam largura mínima de 1,20 m?	Automático
6.11.3.2	ACS	A altura máxima do comando de acionamento da janela está entre 60 e 120 cm?	Semiautomático
10.17.1	ACS / COS	Há faixa livre de circulação de 90 cm?	Automático
9.3.2.2	ACS / COS	Além da aproximação frontal com o M.R., é garantida circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R.junto às mesas?	Automático
9.3.2.3	ACS / COS	As mesas ou superfícies para refeições ou trabalho, apresentam altura entre 75cm e 85cm do piso?	Semiautomático
10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura?	Automático
10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário permite manobra para acesso ao sanitário, camas e armários?	Automático
10.9.3	DAC	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°?	Automático
10.9.7	COS	As pias possuem uma altura de no máximo 0,85 m, com altura livre inferior de no mínimo 0,73 m	Semiautomático
10.9.7	COS	Junto à pia existe uma área de aproximação frontal com o M.R. com diâmetro de 1,50 m?	Automático
7.7.2.1	BAA	A bacia sanitária com assento está a uma altura máxima de 46cm do piso?	Automático
7.7.2.2.1	BAA	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80	Automático
7.12.1.2	BAA	O boxe para chuveiro apresenta dimensões mínimas de 90 x 95 cm?	Automático
7.5 (f)	BAA	A porta (eixo vertical) abre para o lado externo do boxe permitindo um vão totalmente livre?	Semiautomático

(continua)

Quadro 12 - Itens de acessibilidade avaliados na UH3 (continuação)

ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
7.10.4.1	BAA	A área de aproximação frontal do mictório para P.M.R.* e P.C.R.** está em conformidade?	Automático
7.8	BAA	No lavatório existe área de aproximação frontal para P.M.R.* e P.C.R.**?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório é suspenso e com a borda superior a uma altura de 78cm a 80cm do piso?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório apresenta uma altura livre mínima de 73cm na sua parte inferior frontal?	Semiautomático

Fonte: O autor (2023).

A análise desenvolvida no Solibri identificou a inconformidade em 15 dos 32 itens avaliados. Os itens em desconformidade perfazem os 4 dos 5 descritores de acessibilidade são o resultado da verificação da conformidade de elementos de arquitetura (paredes, dimensões dos ambientes e rampas) como também com o mobiliário proposto e barras de apoio. Destaca-se que o resultado do descritor do dormitório acessível apresentou todos os seus itens analisados em conformidade. Contudo, ressalta-se que apenas 3 dos 15 itens do descritor puderam ser analisados.

Na Figura 45, apresenta-se o processo de análise do item de acessibilidade 7.12.1.2, que faz parte do descritor do Banheiro Acessível (BAA). A normativa desse item determina que o box para chuveiro deve apresentar dimensões mínimas de 90 x 95 cm. A UH3, como as demais unidades habitacionais analisadas, não apresenta nenhuma barreira física que faça a separação entre a área do box do chuveiro e demais áreas do banheiro. Por isso, a regra construída para a checagem deste item de acessibilidade se limitou a verificar a existência de um espaço livre de obstáculos com as dimensões solicitadas dentro do banheiro acessível, conforme a Figura 45.

Figura 45 – Parâmetros para análise do item de acessibilidade 7.12.1.2 da NBR 9050

Fonte: O autor (2023).

Como a análise efetuada encontrou o banheiro em situação de conformidade, o Solibri destacou com o termo “OK”, na aba *checking*, a regra analisada, indicando que não há erro no modelo de construção em relação a esse quesito. Fato que pode ser observado na Figura 46.

Figura 46 - Conformidade do item de acessibilidade 7.12.1.2 (bacia sanitária) - NBR 9050

▼ 7.12 Banheiros acessíveis e vestiários com banheiro conjugados					
▼ 7.12.1 Boxe para chuveiro e ducha					
§ Área de manobra					OK

Fonte: O autor (2023).

O item de acessibilidade relacionado à altura da bacia sanitária (7.7.2.1) também foi avaliado neste projeto. Com efeito, produziu-se uma regra de checagem que fosse capaz de identificar a distância existente entre o topo do componente (família) avaliado, no caso, do vaso sanitário e o piso. E essa diferença não poderia ser maior do que 46 cm, como visto na Figura 47.

Figura 47 – Parâmetros para análise item de acessibilidade 7.7.2.1 (bacia sanitária) - NBR 9050

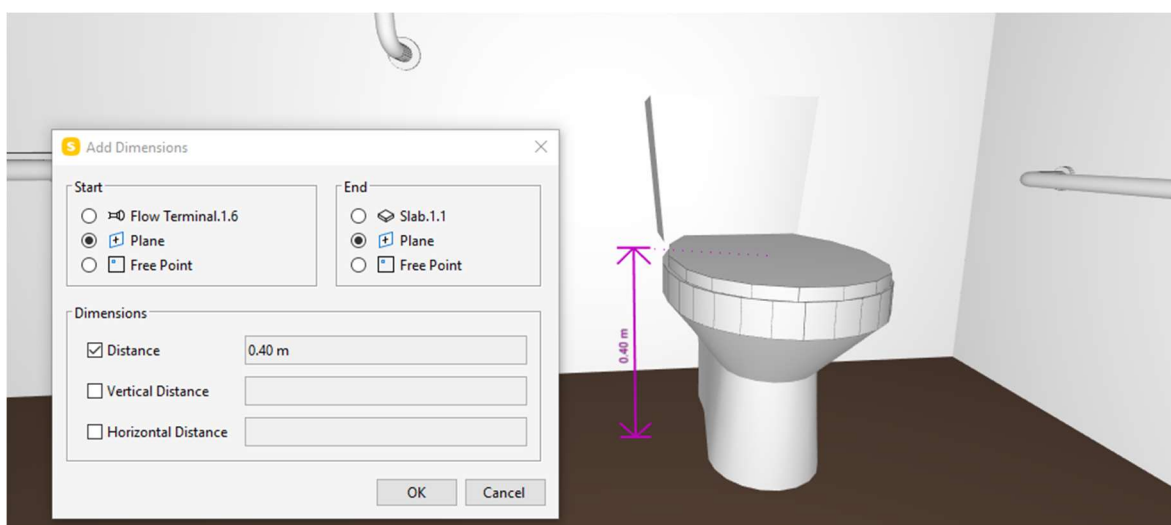
Fonte: O autor (2023).

A análise realizada não apontou inconformidade deste item em relação à normativa na UH3. Por isso, o Solibri destacou com o termo “OK”, na aba *checking*, a regra analisada. Contudo, uma limitação do Solibri pode levar a um erro na avaliação. Isso pode acontecer porque o programa possui apenas a capacidade de verificar a distância entre o topo de um elemento, no caso, do vaso sanitário, e um referência, o piso. Entretanto, ele não possui a

mesma capacidade para checar a distância partes desse componente em relação a outras famílias (componentes). No projeto da UH3, os projetistas da CEHAP optaram pela utilização de um vaso sanitário que não possui caixa acoplada, fato esse que possibilitou a regra de checagem funcionar de maneira automática, verificando a distância entre o topo do componente e o piso.

Mas o resultado dessa avaliação seria diferente se os projetistas tivessem optado por um vaso sanitário que possuísse caixa acoplada, pois ainda não é possível determinar no Solibri um ponto de referência específico, no caso, o assento para a análise. Nesse exemplo, a regra faria a verificação automaticamente sob o ponto mais alto do objeto, que é o topo da caixa acoplada, indicando assim a condição de não conformidade. Posto isto, é necessário que o analista faça uma avaliação semiautomática do item, verificando com a ferramenta *Dimension* se existe a situação de conformidade no elemento do vaso sanitário, Figura 48.

Figura 48 – Verificação semiautomática do item de acessibilidade 7.7.2.1 da NBR 9050

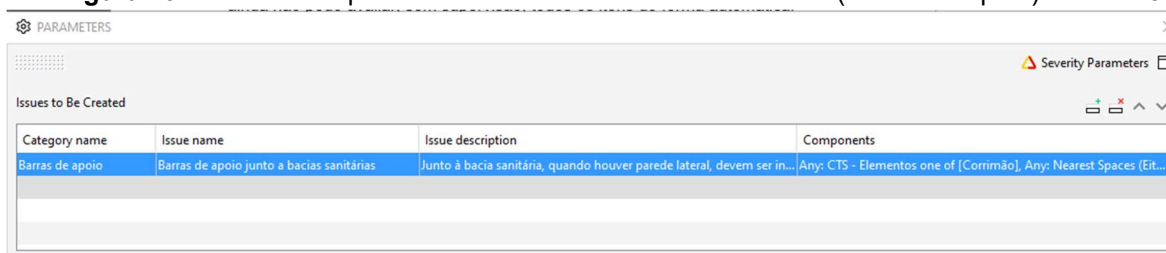


Fonte: O autor (2023).

O desenvolvimento e análise da aplicação dessa regra de acessibilidade, em especial, está de acordo com a discussão apresentada neste texto sobre a relação entre o processo de verificação de normas e a atividade de análise. Essa atividade, que por vezes se torna subjetiva e complexa diante da quantidade de itens a serem avaliados e dos textos normativos, não será extinta em breve, devido à necessidade de compreensão e avaliação dos resultados obtidos pelo programa. O processo de verificação de normas atua como um facilitador na redução das inconformidades, mas ainda não pode avaliar sem supervisão, todos os itens de forma automática.

Outros itens de acessibilidade avaliados que fazem parte do descritor do Banheiro Acessível (BAA) são os itens 7.7.2.2 e 7.7.2.2.1. Esses itens determinam que junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras de apoio e transferência. Uma barra posicionada horizontalmente a 75 cm do piso acabado - aferidos do eixo de fixação - e outra horizontal de no mínimo 80 cm. Para atender à normativa, construiu-se uma regra semiautomática para checar a existência dessas barras de apoio, como visto na Figura 49.

Figura 49 - Parâmetros para análise dos itens 7.7.2.2 e 7.7.2.2.1 (barras de apoio) da NBR 9050

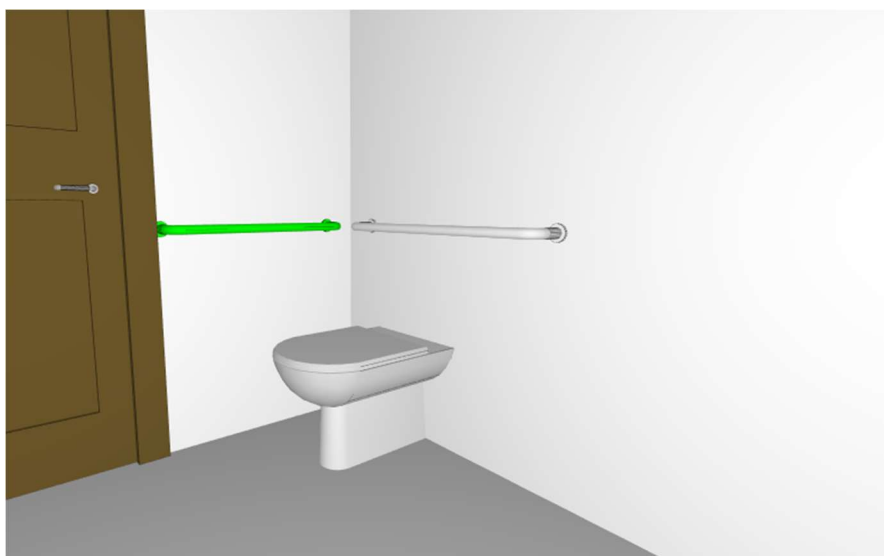


Category name	Issue name	Issue description	Components
Barras de apoio	Barras de apoio junto a bacias sanitárias	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser in...	Any: CTS - Elementos one of [Corrimão], Any: Nearest Spaces (Eit...

Fonte: O autor (2023).

Com os elementos identificados, cabe ao analista verificar visualmente se as barras de apoio e transferência estão em conformidade com o texto normativo. Dessa maneira, com o uso da ferramenta *info*, que fornece as informações dos componentes, famílias, contidos dentro do modelo de construção, percebeu-se que a barra destacada em verde possui um comprimento de 75 cm, ao invés dos 80 cm solicitados pela norma. Fato que pode ser observado na Figura 50.

Figura 50 - Verificação semiautomática itens 7.7.2.2 e 7.7.2.2. 1 (barras de apoio) - NBR 9050



Fonte: O autor (2023).

Com os dados obtidos por meio da análise realizada no Solibri, o preenchimento das planilhas de avaliação do método ACA é realizado para a avaliação dos descritores de acessibilidade e definição do Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab) bem como do selo de acessibilidade.

O processo de avaliação segue o mesmo fluxo utilizado nos modelos anteriores e que foi apresentado na Figura 51. Ele tem início com a mensuração do Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA) de cada descritor. Esse índice é ponderado posteriormente para que seja atribuído um peso para cada um dos descritores de acessibilidade, resultado no Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICApp) de cada descritor. Com esses resultados, obtém-se o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab) e o selo de acessibilidade. Na Figura 51, apresenta-se o preenchimento da planilha de avaliação do Dormitório Acessível (DAC), descritor que obteve o melhor resultado na avaliação.

Figura 51 – Planilha de avaliação da acessibilidade da Dormitório Acessível (DAC)

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
01	9050:2020	10.9.3	147	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura? (ver figura)	X		
02	9050:2020	10.9.3	7	A disposição do mobiliário permite manobra para acesso ao sanitário, camas e armários? ver	X		
03	9050:2020	10.9.3	146	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°? (ver	X		
04	9050:2020	10.9.3		A altura da cama é de 46cm?		X	
05	9050:2020	10.9.5		No DAC há dispositivo de sinalização e alarme de emergência para deficiente visual?		X	
06	9050:2020	10.9.5		No DAC há dispositivo de sinalização e alarme de emergência para deficiente auditivo?		X	
07	9050:2020	7.14.3		A altura de utilização dos armários está entre 40cm e 1,20m do piso?		X	
08	9050:2020	7.14.3		A altura de fixação dos puxadores e fechaduras está entre 80cm e 1,20m?		X	
09	9050:2020	7.4.2		Há interferência da projeção da porta aberta do armário na área de circulação mínima de 90cm?		X	
10	9050:2020	7.14.3		A profundidade das prateleiras, gavetas e cabides atende aos parâmetros antropométricos?		X	
11	9050:2020	4.6.9		A altura do interruptor varia entre 60cm e 1,00m?		X	
12	9050:2020	4.6.9		A altura da tomada varia entre 40cm e 1,00m?		X	
13	9050:2020	4.6.9		A altura do interfone varia entre 80cm e 1,20m?		X	
14	9050:2020	4.6.9		A altura do comando do aquecedor ou ar condicionado varia entre 80cm e 1,20m?		X	
15	9050:2020	4.6.9		A altura da maçaneta da porta varia entre 80cm e 1,10m?		X	
TOTAL $\Sigma (s,n)$							

Fonte: O autor (2023).

Após a aferição da conformidade dos itens existentes na planilha, calcula-se o Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA). Esse índice, por sua vez, é ponderado em todos

os descritores, para estabelecer a representatividade de cada eixo (descriptor) analisado na formulação do Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional. A ponderação presente no método é resultado da multiplicação entre o número de itens de acessibilidade avaliados e o ICA encontrado na fase anterior. O resultado dessa ponderação pode ser observado na Tabela 4:

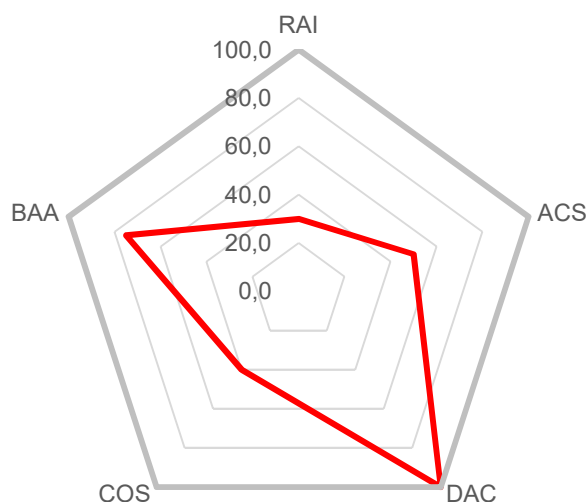
Tabela 4 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH3

Descriptor	Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA)	Peso de Ponderação do Descriptor (pp)	Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICA.pp)
RAI	30,0	10	300
ACS	50,0	6	300
DAC	100,0	3	300
COS	40,0	5	200
BAA	75,0	8	600
Total		32	1700

Fonte: O autor (2023).

O resultado dos Índices de Conformidade da Acessibilidade Ponderados (ICApp) são usados em uma equação, que é a média ponderada dos índices de conformidade dividida pela soma do peso de ponderação dos descritores, para indicar o Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab). Dessa forma, o ICA-Hab da UH3 é 53,13, resultado da divisão de 1700 por 32.

Assim como nos resultados anteriores, desenvolveu-se um gráfico radar, como pode ser visto no gráfico radar (Figura 52), para apresentar de forma simplificada o resultado da UH3. É interessante destacar que o gráfico aponta nitidamente que o resultado obtido é “destacado” pelo descriptor do Dormitório Acessível, e que esse descriptor é um contraponto à Rota Acessível Interna (RAI), que possui um índice de conformidade inferior à 30%. Essa atividade de avaliação abre a oportunidade para discussão sobre o projeto de arquitetura na medida em que pode ser vista como uma oportunidade de correção de itens, sobretudo nos que se relacionam com a RAI, como visto na Figura 52.

Figura 52 – Representação gráfica dos ICA da UH3

Fonte: O autor (2023).

Legenda: RAI - Rota Acessível Interna; ACS - Área de Convívio Social; DAC - Dormitório Acessível; COS - Cozinha e Serviço; BAA - Banheiro Acessível.

Por fim, em relação à escala gráfica que, associada ao resultado do ICA-Hab, determina um selo de acessibilidade, observa-se que, pela classificação apresenta na Figura 52, a UH3 atingiu o nível de acessibilidade Prata, pois está na faixa que varia entre 40 e 69 frações. Com a análise da conformidade da acessibilidade realizada, conclui-se que a Unidade Habitacional 3 possui diversas inconsistências em relação aos itens de acessibilidade.

É bem verdade que o processo desenvolvido não conseguiu aferir todos os itens de acessibilidade para os quais foram desenvolvidas regras, e que isso aconteceu devido à insuficiência de detalhes do projeto, sobretudo em relação ao mobiliário, que não estava representado nos cortes. Além disso, destaca-se que o resultado do Dormitório Acessível (DAC) não deve ser visto necessariamente como positivo, uma vez que apenas um pequeno percentual dos itens desse descritor pôde ser avaliado. Com efeito, observa-se que, assim como nos projetos analisados anteriormente nesta pesquisa, os itens que não estão em conformidade poderiam ter um resultado diferente se a análise tivesse sido feita durante o desenvolvimento do projeto.

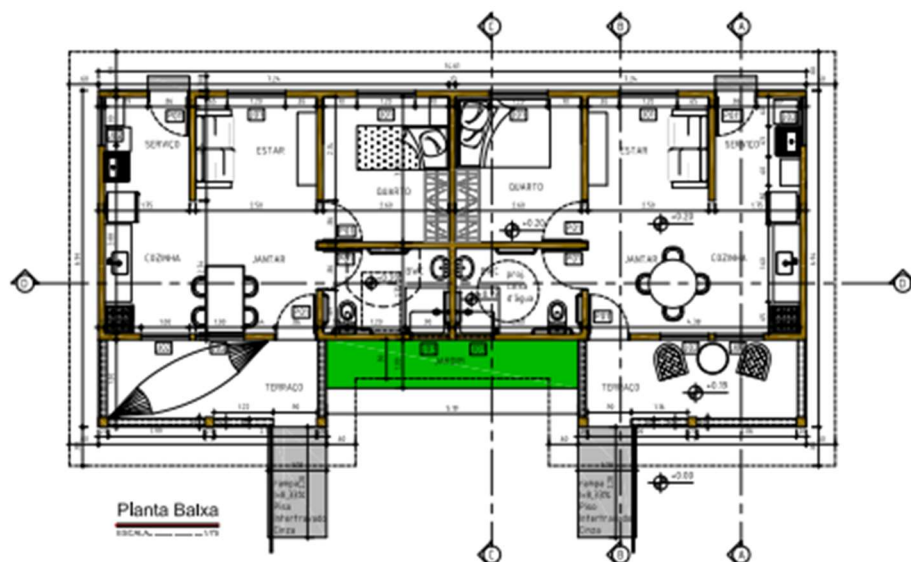
A análise deste projeto reforça o argumento demonstrado no resultado das demais unidades habitacionais, destacando o potencial do uso da abordagem de conformidade da acessibilidade durante o processo de projeto. Assim, a aplicação do processo de verificação de normas, pode ser visto como um valioso instrumento no desenvolvimento de projetos de habitações populares na medida em que contribuí, não apenas para a supressão das barreiras arquitetônicas que foram encontradas, mas também na identificação de itens que não

foram inseridos e detalhados no projeto, a exemplo do banco articulado, que não foi previsto neste projeto.

6.4 UNIDADE HABITACIONAL 4

A unidade habitacional 4 (UH4), referente ao município de Sousa, apresenta uma área construída de aproximadamente 92,08 m², sendo 46,04 m² por célula, e uma área coberta de 127,86 m². O programa arquitetônico das unidades possui um terraço, uma sala de estar e jantar, um quarto, além de cozinha, banheiro e área de serviço em cada célula habitacional. A planta baixa deste projeto pode analisada na Figura 53:

Figura 53 - Unidade Habitacional 4 - Planta baixa



Fonte: CEHAP (2016).

Foram analisados 35 itens referentes à acessibilidade, distribuídos nos 5 descritores do método ACA-Hab. Semelhante a UH3, no que diz respeito a distribuição espacial dos ambientes, a UH4 permitiu a avaliação de um número maior de itens, pois foi possível aferir a conformidade de alguns itens relacionados ao guarda-corpo que não foram previstos na UH3.

Contudo, mesmo assim, nem todas as regras de checagem desenvolvidas puderam ser analisadas neste modelo. Os Quadros 13 a 14 apresentam quais foram os itens de acessibilidade passíveis de avaliações no modelo, o descritor correspondente e se a regra é avaliada de forma automática ou semiautomática.

Quadro 13 - Itens de acessibilidade avaliados na UH4

ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
6.11.1	RAI	A largura do corredor com até 4,00m de comprimento é $\geq$ 90cm?	Automático
4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 90°?	Automático
4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 180° ?	Automático
4.3.4	RAI / ACS	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360°?	Automático
4.3.5	RAI	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento?	Automático
6.11.2.4	RAI	A porta apresenta vão livre mínimo de 80cm e altura mínima de 2,10m?	Automático
6.9.2.1	RAI	Os corrimãos estão instalados em ambos os lados da escada fixa ou da rampa?	Automático
6.6.2.1	RAI	A inclinação da rampa está entre 6,25% e 8,33%?	Automático
6.6.2.5	RAI	As rampas apresentam largura mínima de 1,20 m?	Automático
6.9.2.2	RAI	O corrimão prolonga-se 30cm antes do início e após o fim da rampa ou escada?	Semiautomático
6.9.2.3	RAI	As extremidades dos corrimãos apresentam acabamento recurvado?	Semiautomático
6.9.3.2	RAI	O corrimão está a uma altura de 92cm e 70cm do piso?	Semiautomático
6.11.3.2	ACS	A altura máxima do comando de acionamento da janela está entre 60 e 120 cm?	Semiautomático

(continua)

Quadro 14 - Itens de acessibilidade avaliados na UH4 (continuação)

ITEM DA NBR 9050	DESCRIPTOR	ITEM DE AVALIAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
10.17.1	ACS / COS	Há faixa livre de circulação de 90 cm?	Automático
9.3.2.2	ACS / COS	Além da aproximação frontal com o M.R., é garantida circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R.junto às mesas?	Automático
9.3.2.3	ACS / COS	As mesas ou superfícies para refeições ou trabalho, apresentam altura entre 75cm e 85cm do piso?	Semiautomático
10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura?	Automático
10.9.3	DAC	A disposição do mobiliário permite manobra para acesso ao sanitário, camas e armários?	Automático
10.9.3	DAC	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°?	Automático
10.9.7	COS	As pias possuem uma altura de no máximo 0,85 m, com altura livre inferior de no mínimo 0,73 m	Semiautomático
10.9.7	COS	Junto à pia existe uma área de aproximação frontal com o M.R. com diâmetro de 1,50 m?	Automático
7.7.2.1	BAA	A bacia sanitária com assento está a uma altura máxima de 46cm do piso?	Automático
7.7.2.2.1	BAA	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80	Automático
7.12.1.2	BAA	O boxe para chuveiro apresenta dimensões mínimas de 90 x 95 cm?	Automático
7.5 (f)	BAA	A porta (eixo vertical) abre para o lado externo do boxe permitindo um vão totalmente livre?	Semiautomático
7.10.4.1	BAA	A área de aproximação frontal do mictório para P.M.R.* e P.C.R.** está em conformidade?	Automático
7.8	BAA	No lavatório existe área de aproximação frontal para P.M.R.* e P.C.R.***?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório é suspenso e com a borda superior a uma altura de 78cm a 80cm do piso?	Automático
7.10.3	BAA	O lavatório apresenta uma altura livre mínima de 73cm na sua parte inferior frontal?	Semiautomático

Fonte: O autor (2023).

A análise desenvolvida no Solibri identificou a situação de conformidade em 21 dos 35 itens avaliados. Semelhante a UH3, os itens em desconformidade estão presentes em 4 dos 5 descritores. O resultado do Dormitório Acessível (DAC) é uma exceção a análise dos demais descritores de acessibilidade ao apontar que todos os seus itens analisados estão em conformidade. E isso contribuiu significativamente para o resultado da análise.

A Figura 54 faz um recorte da análise conformidade identificada no item 10.9.7 da NBR 9050:2020 que faz parte do descritor de mensuração da conformidade da Cozinha e Serviço. Sobre esse item, a NBR 9050 diz que junto à pia deve existir uma área de aproximação frontal com o módulo de referência com o diâmetro de 1,50 m. Partindo do texto normativo, a regra de checagem foi desenvolvida por meio da criação de uma regra que pudesse identificar a existência de espaços livres com o diâmetro requerido, consonante pode ser observado na Figura 54.

Figura 54 - Parâmetros para análise do item de acessibilidade 10.9.7 da NBR 9050

PARAMETERS

Severity Parameters

Checked Components

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Any	CTS - Elementos	One Of	[Pia individual, Pia múltipla, Pias, Pias ...
Include	Any	Nearest Spaces (Either) Any	Is Not Empty	

Checked Free Area Dimensions

Width (W)
Adjustment (A_W) 0,00 m min 1,50 m max 0,00 m

Depth (D)
Adjustment (A_D) 0,00 m min 1,50 m max 0,00 m

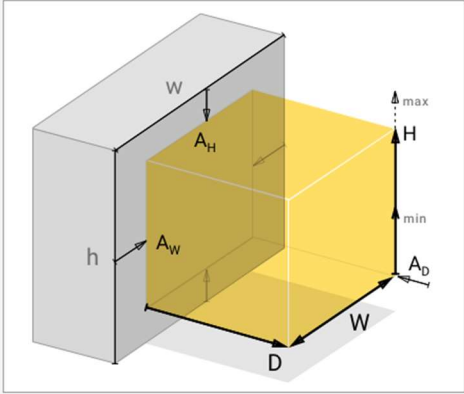
Height (H)
Adjustment (A_H) 0,00 m min 0,00 m max 0,00 m

Check Both Sides of the Doors and Windows ☒

Allow floating in front of the component ☐

Allow floating from the edge of the component ☐

Maximum Free Area Distance From Component 0,00 m



This rule checks if components have enough unobstructed free space next to them. If walls are found near components, only the directions away from walls are checked.

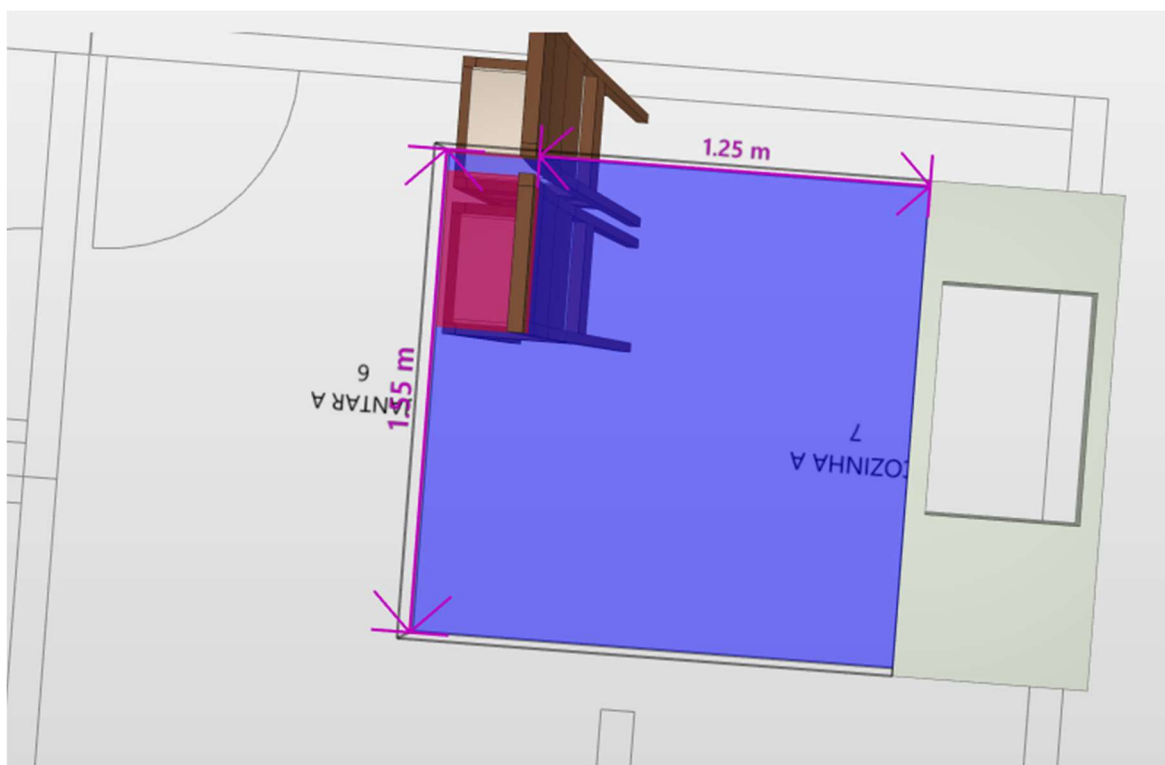
The required free space is based on the component's dimensions and adjusted if adjustment values are specified. A positive adjustment reduces and negative increases the free space. Minimum and maximum values sets final limits to the checked free space. Match min with max to check fixed-size free space.

Fonte: O autor (2023).

Desta maneira, na Figura 55, pode-se identificar que o espaço requerido, que é de 1,50 x 1,50 m não foi observado, pois a disposição do mobiliário da mesa da sala atrapalha

o uso da pia. Assim, temos a validação de que o item de acessibilidade está em desconformidade na UH4.

Figura 55 – Inconformidade do item de acessibilidade 10.9.7 da NBR 9050 – Perspectiva



Fonte: O autor (2023).

O resultado dos Índices de Conformidade da Acessibilidade (ICA) dos descritores na Figura 55 e sua ponderação, demonstra isso. Se por um lado, o ICA do DAC é de 100, pois apresenta todos os itens em situação de conformidade, por outro, os descritores da Rota Acessível Interna (RAI) e da Cozinha e Serviço (COS) apresentam resultados de 53,8 e 40, respectivamente. E isso contribuiu diretamente para o resultado, como visto na Tabela 5.

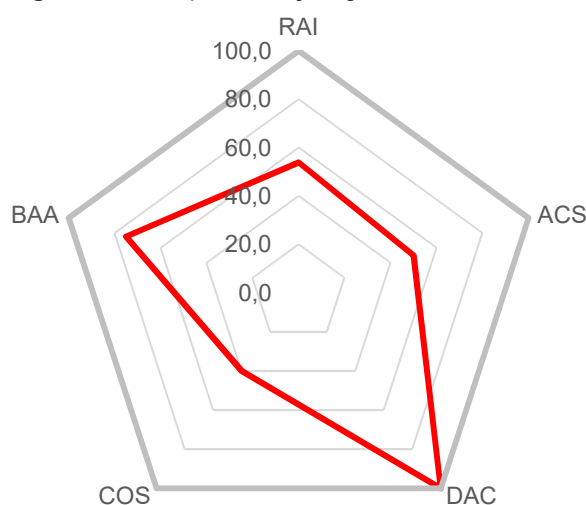
Tabela 5 - Pesos de ponderação e índice de conformidade ponderado da UH4

Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICA.pp)			
Descritor	Índice de Conformidade da Acessibilidade (ICA)	Peso de Ponderação do Descritor (pp)	Índice de Conformidade da Acessibilidade Ponderado (ICA.pp)
RAI	53,8	13	700
ACS	50,0	6	300
DAC	100,0	3	300
COS	40,0	5	200
BAA	75,0	8	600
Total		35	2100

Fonte: O autor (2023).

O resultado dos Índices de Conformidade da Acessibilidade Ponderados (ICApp) são usados em uma equação, que consiste na média ponderada dos índices de conformidade dividida pela soma do peso de ponderação dos descritores, resultando no Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICA-Hab). Dessa forma, o ICA-Hab da UH4 é 60, resultado da divisão de 2100 por 35, sendo superior ao ICA-Hab 53,13 da UH3. O que pode ser observado na Figura 56.

Figura 56 – Representação gráfica dos ICA da UH4



Fonte: O autor (2023).

Legenda: RAI - Rota Acessível Interna; ACS - Área de Convívio Social; DAC - Dormitório Acessível; COS - Cozinha e Serviço; BAA - Banheiro Acessível.

Mesmo com um ICA-Hab superior à UH3, a UH4 atingiu o mesmo nível de acessibilidade da UH3, Prata, pois está na faixa que varia entre 40 e 69 frações. Em relação ao nível de acessibilidade, isso não demonstra muito avanço entre um projeto e outro. Contudo, a diferença do resultado da avaliação dos dois projetos é a presença de um maior número de itens de acessibilidade em relação à UH3, o que reduziu o “peso” dos pontos negativos do projeto no resultado da avaliação.

Dessa maneira, pode-se inferir que, se utilizado durante o processo de projeto, o uso do conjunto de regras proposto junto com o método ACA-Hab pode auxiliar o desenvolvimento de projetos acessíveis, pois além de indicar quais os itens de acessibilidade estão em situação de não conformidade, também indica quais itens de acessibilidade não foram contemplados no projeto, o que é feito por meio da leitura das planilhas de avaliação.

Dessa maneira, a análise da UH4 retoma a discussão sobre o impacto que o Nível de Desenvolvimento de Objeto, em inglês, *Level of Development* (LOD), pode ter no

resultado da análise de conformidade. Assim, pode-se compreender que um mesmo objeto arquitetônico, ou objetos semelhantes, podem ter resultados distintos dependendo do resultado do nível de detalhe existente no modelo de construção. Por conseguinte, reforça-se o pensamento da necessidade do processo de verificação de normas durante todo o exercício de projeto, aferindo, a cada fase, a conformidade do objeto arquitetônico visando a construção de habitações inclusivas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação foi desenvolvida com o propósito de investigar como o processo de projeto baseado em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do uso do modelo BIM (*Building Information Modeling*) para verificação de normas (*code checking*), pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares. Isso foi proposto, a partir da possibilidade de aplicação do uso BIM de verificação de normas, *code checking*, na avaliação e desenvolvimento de projetos. Neste caso, investigou-se a avaliação da acessibilidade em projetos de habitações populares buscando responder ao seguinte questionamento: este espaço é, de fato, acessível? Assim, a dissertação foi estruturada de modo que se pudesse construir uma reflexão sobre a concepção de espaços acessíveis e como o uso BIM de verificação de normas poderia auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares a partir da análise da conformidade.

Dessa maneira, foram investigados os eixos estruturantes que compõem o tema escolhido e que compõem o objetivo geral deste trabalho: o *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, a acessibilidade e a habitação popular. Nesta investigação, os objetivos específicos, dos quais derivam os capítulos, foram construídos de forma que pudessem apresentar, por meio dos eixos estruturantes, uma lógica de raciocínio que evidenciasse como o BIM e o uso de verificação de normas pode contribuir para o desenvolvimento de projetos e espaços acessíveis.

Para isso, o capítulo 2 apresentou o primeiro eixo, o BIM, buscando compreender como o uso de verificação de normas pode auxiliar o desenvolvimento de projetos por meio da avaliação da conformidade. Nesse capítulo, apresentou-se o BIM como um conjunto de processos de gestão da informação e de trabalho colaborativo que, de forma disruptiva, realiza uma reengenharia no processo de desenvolvimento de projetos. Essa mudança abrupta proporciona uma integração entre os projetistas e demais agentes da indústria da construção, sendo vista como superior aos processos *Computer Aided Design* (CAD) desenvolvidos anteriormente.

Nesse contexto, o uso BIM de verificação de normas é apresentado como um caminho possível nas atividades de análise e desenvolvimento de projetos enquanto pode contribuir para a redução de inconformidades projetuais, apontando itens em situação de não conformidade de forma automática. Seguindo essa linha de pensamento, uma discussão foi montada sobre os impactos que esse uso de BIM pode ter no gerenciamento

e controle do exercício de projeto, no que diz respeito à aferição da conformidade de modelos de construção. Atividade que corroborou no cumprimento do primeiro objetivo específico deste trabalho com a caracterização de como o uso BIM de verificação de normas pode auxiliar o desenvolvimento de projetos, por meio da avaliação da conformidade.

No capítulo 3, apresentou-se a contribuição da ergonomia para a arquitetura sem barreiras. A discussão é pautada pela necessidade de desenvolvimento de projetos com o foco no usuário e a relação desse com o espaço arquitetônico. Dessa forma, buscou-se justificar a necessidade de investigação da aplicação do processo de verificação de normas na disciplina de acessibilidade. A pesquisa busca mostrar a contribuição da ergonomia, antropometria e do desenho universal para a construção de uma arquitetura sem barreiras, cumprindo o segundo objetivo específico desta pesquisa: compreender a relação entre o ato de projetar e a acessibilidade.

Por meio desse capítulo, buscou-se contribuir para a construção do pensamento de que o trabalho de designers, arquitetos, dentre outros profissionais da construção civil é imprescindível para a edificação de moradias. Assim, discutiu-se a ideia de que as habitações devem ser acessíveis e seguras para serem utilizadas pelas pessoas durante as diferentes fases da sua vida, uma vez que os seres humanos são suscetíveis a desenvolver ou nascer com limitações, físicas ou motoras, ao longo da vida, de forma permanente ou eventual, e que podem estar associadas ao surgimento de lesões e acidentes. Por isso, foram apresentados os conceitos fundamentais que devem ser incorporados na concepção de projetos de espaços acessíveis como: ergonomia, antropometria e desenho universal. O conteúdo abordado no Capítulo 3 contribuiu para a reflexão da relação existente entre a acessibilidade e o exercício projetual, com ênfase no objeto de estudo desta pesquisa: a habitação de interesse social.

Para o desenvolvimento de um processo de projeto baseado nas diretrizes normativas relacionadas à acessibilidade, apresentou-se o Método de Avaliação de Conformidade da Acessibilidade (ACA), desenvolvido por Gualberto Filho (2013). Essa ferramenta possibilita a avaliação de projetos, considerando o seguinte questionamento: como avaliar quantitativamente a acessibilidade? O método apresentado mostra a possibilidade e utilidade da mensuração quantitativa da acessibilidade no espaço construído.

A mensuração realizada na avaliação de conformidade consiste na comparação entre a solução de acessibilidade existente no projeto e os requisitos exigidos pelas normas

e legislações relacionadas ao tema da acessibilidade. Justifica-se a definição da referida ferramenta para avaliar quantitativamente soluções projetuais e adoção de requisitos técnicos no desenvolvimento de projetos acessíveis, devido à sua capacidade de repetição em circunstâncias semelhantes, apresentando um resultado coerente, adquirindo, dessa maneira, credibilidade.

Para sua aplicação na análise de habitações populares, o método desenvolvido por Gualberto Filho (2013) em sua tese de doutorado - inicialmente criado para estudo do setor hoteleiro - foi atualizado e adaptado, de forma que pudesse identificar e analisar as funções realizadas na habitação. O processo de adaptação do método ACA para o contexto habitacional demonstrou ser de suma importância no caminho para supressão de barreiras arquitetônicas e consequente criação de uma arquitetura inclusiva.

O tema da habitação, último dos eixos estruturantes deste trabalho, é abordado de maneira transversal durante o texto. A opção por esse tipo de abordagem justifica-se devido à vasta literatura que disserta sobre o processo de projeto e construção de habitações populares em diferentes aspectos. Além disso, a opção por uma abordagem transversal também contribui para otimizar o cronograma de desenvolvimento da pesquisa, uma vez que o prazo para realização de uma pesquisa de mestrado é um fator restritivo. Assim, foi possível concentrar esforços nas atividades de atualização e adaptação do método, bem como na análise dos artefatos e, por conseguinte, na apresentação de reflexões que cumprissem o objetivo geral deste trabalho.

Os primeiros objetivos específicos foram formulados de forma que fosse possível a construção de uma linha de pensamento para investigar como o BIM e o uso da verificação de normas poderiam contribuir para o desenvolvimento de projetos de habitações populares acessíveis. Todavia, para isso, foram necessários testes. Para tal fim, construiu-se um instrumento de checagem de projeto (conjunto de regras) capaz de mensurar a acessibilidade em projetos de habitações populares.

Esse instrumento foi formulado utilizando quatro etapas do processo de verificação de normas. Essas, por sua vez, foram formuladas com base nos textos de Nawari (2018), Eastman et al. (2009) e Sacks (2021), e consistiram em: 1. Transposição das normas de verificação para uma linguagem de programa; 2. Preparação do modelo de verificação; 3. Verificação do modelo; 4. Extração dos resultados.

Contudo, para que o resultado extraído pelo instrumento de checagem fosse melhor compreendido, utilizou-se o método ACA. Isso porque o ACA é capaz de transformar a mensuração realizada pelo instrumento em um número que fosse associado a um conceito

de significado imediato e de fácil compreensão. De acordo com essa definição, os valores mais elevados indicam os melhores padrões de acessibilidade, assim com os valores mais baixos indicam os piores padrões. Dessa forma, uma visão simples das facilidades ou dificuldades encontradas pelos futuros usuários da edificação é mostrada ao projetista durante o desenvolvimento do projeto. A partir disso, o projetista pode identificar e corrigir, facilmente, os itens em desconformidade do projeto, contribuindo para a criação de projetos inclusivos e acessíveis.

Ressalta-se que a grande vantagem do método ACA é a possibilidade de indicação dos itens que não estão em conformidade, possibilitando a correção e adequação projetual e, conseqüentemente, contribuindo para melhorar, não apenas a qualidade do ambiente construído, bem como da percepção do projetista sobre o projeto. O método aponta quais são os descritores que possuem mais falhas. Dessa maneira, o projetista pode direcionar seus esforços na correção dessas falhas, visando melhorar a qualidade de vida por meio do uso equitativo do espaço arquitetônico para as pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida.

Para a realização dos testes, foram selecionados quatro projetos de unidades habitacionais acessíveis desenvolvidos pela Companhia Estadual de Habitação Popular da Paraíba (CEHAP). Esses projetos dizem respeito à política pública denominada “Cidade Madura”, que tem por objetivo a construção de conjuntos habitacionais destinados às pessoas idosas. Os projetos da CEHAP foram escolhidos, pois o estado da Paraíba tem um número de pessoas, acima de 2 anos, com deficiência em, ao menos uma de suas funções básicas, acima da média nacional, fato apontado pela Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). A análise dos projetos da CEHAP utilizou metodologia própria com o uso do programa Solibri e do método ACA, cujo resultado foi a identificação do Índice de Conformidade da Acessibilidade Habitacional (ICAHab) e determinação do selo de avaliação de cada projeto.

Os testes realizados com os projetos da CEHAP possibilitaram a construção de uma reflexão sobre como o recurso definido como *code checking* pode atuar no desenvolvimento de habitações populares acessíveis. Com efeito, as análises apontaram que a utilização desse uso BIM durante o desenvolvimento de projeto pode contribuir para a melhoria das habitações, na medida em que aponta os itens em desconformidade com a legislação e, assim, possibilitando a sua correção durante o projeto. Além disso, o processo de verificação de normas aliado ao método ACA-Hab, cuja análise é feita sob as funções/atividades realizadas na habitação, pode contribuir para o surgimento de espaços

acessíveis. Esses, sem a presença de barreiras arquitetônicas, evitam a segregação espacial e, conseqüentemente, social do indivíduo, contribuindo para a sua qualidade de vida.

Projetar um espaço que seja, de fato, acessível não é uma tarefa fácil. Mas projetar espaços acessíveis é, com certeza, uma obrigação para todos os agentes que atuam no espaço construído. Com efeito, o desenvolvimento de projetos baseados em uma abordagem de conformidade da acessibilidade deve partir do princípio que a criação de ambientes democráticos é fundamental para a participação e inclusão social do indivíduo, promovendo o bem-estar social.

É de conhecimento comum que o exercício de projeto possui inúmeras variáveis, e que essas variáveis não se limitam à acessibilidade, mas também se relacionam com outros requisitos, como a forma e a função dos ambientes, a inserção urbana e histórica do edifício, etc. Todas essas variáveis e requisitos devem objetivar, primordialmente, o desenvolvimento da qualidade de vida daqueles que irão ocupar o espaço projetado. E esse também deve ser o objetivo do projeto com foco no usuário baseado na avaliação da conformidade da acessibilidade. Assim, proporcionar ao usuário a utilização, o acesso e a possibilidade de interação com a sociedade no espaço edificado deve ser visto como um aspecto fundamental.

Por fim, conclui-se que o desenvolvimento de processos de projeto baseados em uma abordagem de conformidade da acessibilidade, por meio do processo de verificação de normas, apresentado nesta dissertação, pode auxiliar no desenvolvimento de projetos de habitações populares na medida em que a contribui para promoção da arquitetura sem barreiras. Nesse sentido, demonstra-se a importância de investigações como a apresentada na presente pesquisa, cujo intuito é colaborar para a difusão da relevância de incorporar as normas técnicas e legislação relativa à acessibilidade na prática projetual e, de que projetar para todos não consiste em um custo especial para a obra.

Portanto, o método e a análise proposta nesta dissertação destaca a indissociabilidade entre a promoção da acessibilidade em espaços e ambientes construídos do projeto de arquitetura. Com efeito, espera-se que este trabalho possa ser mais um publicação a propagar a cultura construtiva de que as soluções inclusivas possuem seu custo otimizado durante a fase de projeto e que sua implantação é mais barata quando padronizadas.

Assim, os resultados obtidos colaboram para o argumento defendido por Qualharini e Anjos (1997), de que a incorporação de diretrizes e normativas relacionadas à

acessibilidade, no início da concepção projetual, é vantajosa economicamente, principalmente, se comparada ao custo de uma reforma ou em um projeto complementar feito posteriormente. A discussão arrazoadada mostra a importância do exercício projetual para a efetividade de políticas públicas e a promoção do direito social à moradia.

Para que isso aconteça, sem que ocorra um aumento no custo da construção, é necessário haver uma racionalização no dimensionamento dos ambientes, que pode ser considerada determinante para a não participação social do indivíduo no espaço projetado. Assim, a discussão sobre o desenvolvimento de projetos de habitações acessíveis não se restringe apenas aos valores métricos, mas da possibilidade de acesso e permanência das pessoas no espaço construído.

REFERÊNCIAS

ABDI, AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Estratégia BIM BR**. 2020. Disponível em: <https://estrategiabimbr.abdi.com.br/>. Acesso em: 05 abr. 2022.

AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM**: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos. 1 ed. Rio de Janeiro: Gen Ltc., 2021, 168 p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**. Norma Brasileira de Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiência às Edificações, Espaço Mobiliário e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro, 2021. 162 p.

_____. **NBR 6492**. Representação de Projetos de Arquitetura. Rio de Janeiro, 2021. 162 p.

Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA). **Guia de boas práticas em BIM – Fascículo 1**. CAU/BR. 2013

BARROS, Cybele Ferreira Monteiro de. **Casa segura**: uma arquitetura para a maturidade. Rio de Janeiro: Papel & Virtual, 2000, 94 p.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação de interesse social no Brasil**: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. 7 ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2017, 352 p.

BOUERI FILHO, Jose Jorge. **Antropometria aplicada à arquitetura, urbanismo e desenho industrial**. São Paulo: FAU. Acesso em: 21 jul. 2023., 1999.

_____. **Antropometria aplicada à arquitetura, urbanismo e desenho industrial**. São Paulo: Estação das Letras e Cores. 2008. Disponível em: http://www.estacaolettras.com.br/pdfs/ebook_antropometria.pdf. Acesso em: 16 jul. 2022.

_____. **A contribuição da ergonomia na formação do arquiteto**: O dimensionamento dos espaços da habitação. 2004. 186 f. Memorial (Livre Docência)-Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

_____. **Projeto e dimensionamento dos espaços da habitação**: espaço de atividades. São Paulo: Estação das Letras e Cores. 2008. Disponível em: http://www.estacaolettras.com.br/pdfs/ebook_espaco_atividades.pdf. Acesso em: 16 jul. 2022.

BRASIL. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Ministério da Saúde (ed.). **Pesquisa nacional de saúde**: 2019 - Ciclos de vida. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. 132 p. Disponível

somente em meio digital: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101846.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2022.

CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho universal**: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas. 4 ed. São Paulo. Editora do Senac São Paulo, 2007, 248 p.

CIDADE, Paulo. **Manual de Ergonomia em Casa**. 1 ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2004. 64 p.

COSTA FILHO, Lourival Lopes. **Discussão sobre a Definição Dimensional em Apartamentos**: Contribuição à Ergonomia do Ambiente Construído. 2005. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

EASTMAN, Chuck et al. Automatic rule-based checking of building designs. **Automation in Construction**, v. 18, n. 8, p. 1011-1033, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.002>. Acesso em: 16 jul. 2022.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook**: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2. ed. New Jersey: Wiley, 2011. 648 p.

FOLZ, Rosana Rita; MARTUCCI, Ricardo. Habitação mínima: discussão do padrão de área mínima aplicado em unidades habitacionais de interesse social. **Revista Tópos**, v. 1, n. 1, p. 23-40, 2007.

FRANÇA, Fernando Wollert de. **Método para verificação automática de regras utilizando BIM aplicado ao código de segurança contra incêndio e pânico do Paraná (CSCIP-PR)**. 2018. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/66027?show=full>. Acesso em: 16 jul. 2022.

GROPIUS, Walter. **Bauhaus: Novarquitetura**. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2009, 220 p.

GUALBERTO FILHO, Antonio. **Avaliação da acessibilidade em hotéis**: métodos de mensuração. 2013. 240 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7474>. Acesso em: 16 jul. 2022.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KOWALTOWSKI, Doris. C. C. K.; BERNARDI, Núbia. Reflexões sobre a Aplicação dos conceitos de Desenho Universal no Processo de Arquitetura. **Anais do Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC/ELACAC)**, Maceió, AL, p. 155-163, 2005.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C. O programa de necessidades e a importância da APO no processo de projeto. In.: **Anais do XVII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 12 a 14 de novembro de 2018, Foz do Iguaçu, PR / organizado por Paulo Roberto Pereira Andery, Roberta Vieira Gonçalves de Sousa e Tulio Tibúrcio. – Londrina: ANTAC, 2018. p. 1-12.

KREIDER, Ralph G.; MESSNER, John I. **The uses of BIM**: Classifying and selecting BIM uses. The Pennsylvania State University, University Park, PA, Estados Unidos, p. 0-22, 2013. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 08. abr. 2022

KREIDER, R.; MESSNER, J.; DUBLER, C. Determining the frequency and impact of applying BIM for different purposes on building projects. In: International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC), 6., 2010, Penn State University, University Park. **Anais...** Univeristy Park, Pennsylvania, 2010. 10 p.

LICHT, Flavia Boni; TABBAL, Luciane Maria. A busca da moradia acessível. In: LICHT, Flavia Boni; SILVEIRA, Nubia (Org.). **Celebrando a diversidade**: pessoas com deficiência e direito à inclusão. São Paulo: 2010. p. 212-222. Disponível em: <https://www.plannetaeducacao.com.br/portal/>. Acesso em: 20 nov. 2012.

MACEDO. Priscila Ferreira de. **"Apertamento": um estudo sobre dimensionamento e funcionalidade na produção imobiliária de habitações mínimas verticais em Natal (RN)**. 2018. 186 f. Dissertação (Mestrando em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MAINARDI NETO, Antonio Ivo de Barros. **Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô**. 2016. Dissertação (Mestrado em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/D.3.2016.tde-24082016-075727. Acesso em: 2022-07-16.

MARTIN. Chrístian. **O ergonomista nos projetos arquitetônicos**. Em: FALZON, Pierre (Org.). Ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher, 357-369, 2007.

MOÇO, Ricardo Manuel Monteiro. **Verificação Automática de Modelos BIM**: aplicação à avaliação de qualidade de projetos de edifícios de habitação. 2015. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/79777/2/36031.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2022.

MESSNER, John; ANUMBA, Chimay; DUBLER, Craig; GOODMAN, Shane; Colleen; KASPRZAK, Ralph Kreider; LEICHT, Robert; SALUJA, Chitwan; ZIKIC, Nevena; BHAWANI, Sagata. **BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0**. The Pennsylvania State University, Universit Park, PA, Estados Unidos, 2021. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 10. abr. 2023.

NAWARI, Nawari O. **Building Information Modeling**: automated code checking and compliance processes. 1 ed. CRC Press, 2018, 176 p.

PALADINI, Edson Pacheco. **Qualidade total na Prática**: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007, 2017 p.

PANERO, Julius. ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para espaços interiores**. 1 ed. São Paulo. Gustavo Gili, 2015. 320 p.

PEREIRA, Gabriela Moraes. **Acessibilidade espacial na habitação popular**: um instrumento para avaliação de projetos. 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/90156>. Acesso em: 16 jul. 2022.

PRADO, Bruna de Brito; LELIS, Viviane Frascareli; AMARO, Eliane Katayama Pricoli; MAGAGNIN, Renata Cardoso. A qualidade da acessibilidade espacial em condomínios residenciais multifamiliares de baixo custo, p. 320-332. In: **Anais do 15º Ergodesign & Usihc** [Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 1]. São Paulo: Blucher, 2015.

QUALHARINI, Eduardo Linhares. ANJOS, Flávio Corrêa dos. **O projeto sem barreiras**. Niterói. EDUFF, 1997.

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Moradia das cidades brasileiras**. 6 ed. São Paulo: Contexto - Coleção Repensando a Geografia, 1996. 74 p.

SACKS, Rafael. et al. **Manual BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. 500 p.

SANVITTO, Maria Luiza Adams. **Habitação coletiva econômica na arquitetura moderna brasileira entre 1964 e 1986**. 2010. 548 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Arquitetura, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/27847>. Acesso em: 16 jul. 2022.

SEGAWA, Hugo. **Arquiteturas no Brasil**: 1900-1990. 3 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2018. 232 p.

SILVA, Analucia de Azevedo. **Um sonho distante**: reflexões sobre acessibilidade nos conjuntos habitacionais do pmcmv faixa 1 na região metropolitana de Natal. 2014. 231 f. Dissertação (Mestrado em Cidades e dinâmica urbana; Estado e políticas públicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SOUSA, Gabriel Bahia Gonçalves de. **Habitação para idosos em São Paulo**: século XXI. 2019. 103 f. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

SUCCAR, B., SALEEB, N., SHER, W. **Model Uses:** Foundations for a Modular Requirements Clarification Language. Australasian Universities Building Education (AUBEA2016), Cairns, Australia, July 6-8, 2016.

TAKAGAKI, Carolina Yumi Kubo. **Regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários.** 2016. Dissertação (Mestrado em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi: 10.11606/D.3.2016.tde-23082016-152027. Acesso em: 16 jul. 2022.

TRZESNIAK, Piotr. Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento. **Ciência da Informação**, v. 27, p. nd-nd, 1998, Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-19651998000200008>. Acesso em: 16 jul. 2022.

APÊNDICE A – MÉTODO ACA-HAB

1. *Planilha para mensuração da conformidade da Rota Acessível Interna (RAI).*

1. PLANILHA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ROTA ACESSÍVEL INTERNA

Nº	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
01	9050:2020	6.11.1		A largura do corredor com até 4,00m de comprimento é $\geq 90\text{cm}$?			
02	9050:2020	6.11.1		A largura do corredor com até 10,00m de comprimento é $\geq 1,20\text{m}$?			
03	9050:2020	4.3.4	7:00 AM	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 90° ($1,20\text{m} \times 1,20\text{m}$)? (ver figura)			
04	9050:2020	4.3.4	7 b	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 180° ($1,50\text{m} \times 1,20\text{m}$)? (ver figura)			
05	9050:2020	4.3.4	7 c	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360° (diâmetro de $1,50\text{m}$)? (ver figura)			
06	9050:2020	4.3.5	8	Há conformidade das áreas para manobras de cadeira de rodas com deslocamento? (ver figura)			
07	9050:2020	6.11.2.4		Havendo porta de duas ou mais folhas, pelo menos uma delas apresenta vão livre de 80cm ?			
Sub-total $\Sigma(s,n)$							

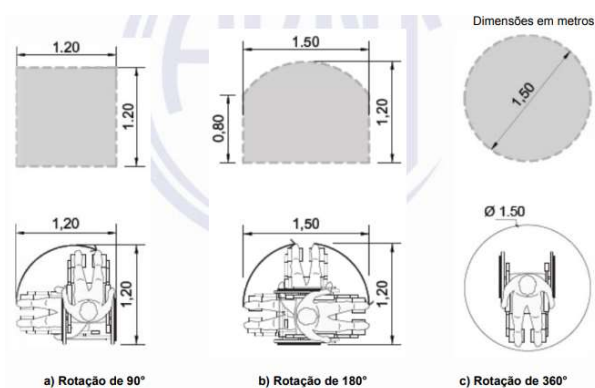


Figura 7 | Área para manobra sem deslocamento

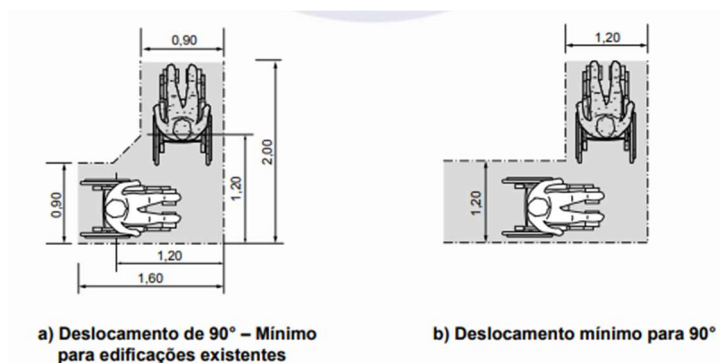


Figura 8 | Área para manobra de cadeiras de rodas com deslocamento

PLANILHA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ROTA ACESSÍVEL INTERNA

Nº	NBR	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					s	n	
08	9050:2020	6.11.2.6		A porta apresenta condição de ser aberta com um único movimento?			
09	9050:2020	6.11.2.6		A maçaneta da porta é do tipo alavanca e está instalada a uma altura entre 80cm e 1,00m?			
10	9050:2020	6.11.2.5	86	A porta tem na sua parte inferior revestimento resistente a impacto? (ver figura)			
11	9050:2020	6.11.2.9	87	A porta do tipo vaivém está em conformidade? (ver figura)			
12	9050:2020	6.11.2.10		A porta acionada por sensor óptico funciona para pessoa de baixa estatura e cadeirante?			
13	9050:2020	6.11.2.10		Essa porta tem dispositivo de segurança que impeça o fechamento sobre a pessoa?			
14	9050:2020	6.11.2.11		A porta de correr tem os trilhos instalados na sua parte superior?			
15	9050:2020	6.11.2.11		O trilho ou guia inferior está nivelado com a superfície do piso?			
16	9050:2020	6.11.2.11		A fresta da guia inferior apresenta largura de no máximo 15cm?			
17	9050:2020	6.11.2.4		A porta apresenta vão livre mínimo de 80cm e altura mínima de 2,10m?			
18	9050:2020	6.11.2.4	96	A porta de correr ou sanfonada apresenta um vão livre mínimo de 80cm? (ver figura)			
19	9050:2020	6.7.1		Os degraus e escadas fixas apresentam espelhos maciços (não vazado)?			
Sub-total $\Sigma(s,n)$							

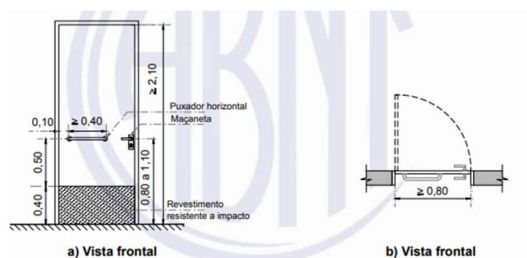


Figura 86 | Porta de sanitários e vestiários

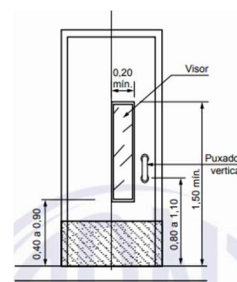


Figura 87 | Porta do tipo vaivém

PLANILHA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ROTA ACESSÍVEL INTERNA

Nº	NBR	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
20	9050:2020	6.7.1	74	A projeção do bocel ou da aresta do espelho inclinado é $\leq 1,5\text{cm}$ sobre o piso abaixo? (ver figura)			
21	9050:2020	6.8.2		As dimensões dos pisos e espelhos são constantes em toda a escada?			
22	9050:2020	6.8.2 (b)		O piso (p) do degrau mede $28\text{cm} < p < 32\text{cm}$?			
23	9050:2020	6.8.2 (c)		O espelho (e) do degrau mede $16\text{cm} < e < 18\text{cm}$?			
24	9050:2020	6.8.3		As escadas apresentam largura mínima de 1,20m?			
25	9050:2020	6.8.7		As escadas apresentam patamar a cada 3,20m de desnível e na mudança de direção? (ver figura)			
26	9050:2020	6.8.8		Há, entre os lances da escada, patamar com dimensão longitudinal mínima de 1,20m? (ver figura)			
27	9050:2020	6.8.8		O patamar situado em mudança de direção apresenta dimensões iguais à largura da escada?			
28	9050:2020	6.9.1		Os corrimãos das escadas e rampas estão firmemente fixados às paredes ou guarda-corpos?			
29	9050:2020	6.9.1		Os corrimãos estão devidamente sinalizados?			
30	9050:2020	6.9.2.1		Os corrimãos estão instalados em ambos os lados da escada fixa ou da rampa?			
31	9050:2020	4.6.5	23	O corrimão apresenta largura ou $\varnothing$ entre 3,0cm e 4,5cm, sem arestas vivas? (ver figura)			
32	9050:2020	4.6.5	23	Há um espaço livre de no mínimo 4,0cm entre a parede e o corrimão? (ver figura)			
33	9050:2020	4.6.5	23	O corrimão embutido na parede está afastado 15 mm?			
Sub-total $\Sigma (s,n)$							

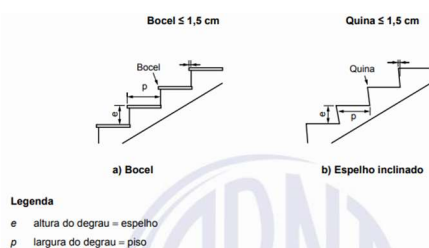


Figura 74 | Altura e largura do degrau

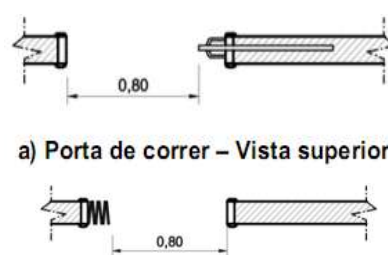


Figura 96 | Vãos de porta de correr e sanfonada

PLANILHA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ROTA ACESSÍVEL INTERNA

° Nº	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
34	9050:2020	6.9.2.2	76	O corrimão prolonga-se 30cm antes do início e após o fim da rampa ou escada? (ver figura)			
35	9050:2020	6.9.2.3	76	As extremidades dos corrimãos apresentam acabamento recurvado? (ver figura)			
36	9050:2020	6.9.3.2	76	O corrimão está a uma altura de 92cm e 70cm do piso?			
37	9050:2020	6.9.3.3	77	A escada ou rampa tem o corrimão lateral contínuo sem interrupção no patamar? (ver figura)			
38	9050:2020	6.5	7	A área de descanso da rampa permite a manobra de cadeira de rodas? (ver figura)			
39	9050:2020	6.6.2.1		A inclinação da rampa está entre 6,25% e 12,5%?			
40	9050:2020	6.6.2.4		As rampas apresentam inclinação transversal inferior a 2%?			
41	9050:2020	6.6.2.5		As rampas apresentam largura mínima de 1,20 m?			
42	9050:2020	6.6.2.6		As rampas apresentam corrimão em ambos os lados?			
43	9050:2020	6.6.2.9		O corrimão apresenta projeção máxima de 10cm para dentro de cada lado rampa?			
Sub-total $\Sigma (s,n)$							

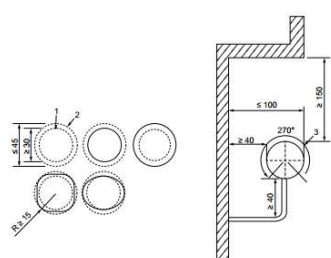


FIG. 23 | Empunhadura

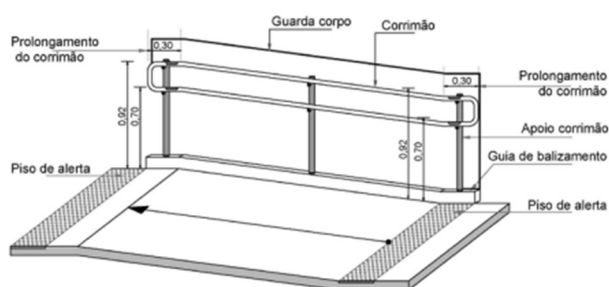


FIG. 76 | Corrimãos em escada e rampa

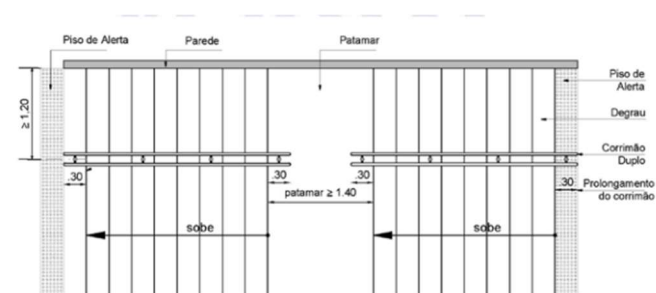


Figura. 77 | Corrimão intermediário

PLANILHA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ROTA ACESSÍVEL INTERNA

Nº	NBR	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
44	9050:2020	6.9.5	72	A escada ou rampa sem parede apresenta guarda-corpo associado ao corrimão? (ver figura)			
45	9050:2020	6.9.5	72	As rampas apresentam guias de balizamento na ausência de paredes laterais? (ver figura)			
46	9050:2020	6.6.3	72	As dimensões das guias de balizamento estão em conformidade? (ver figura)			
47	9050:2020	6.6.2.7		Em casos de reforma, as rampas apresentam largura mínima de 90cm e segmento máximo de 4,00m?			
48	9050:2020	6.6.2.3	71	Havendo rampa curva, esta apresenta inclinação inferior a 8,33% e raio $\geq 3,00\text{m}$? (ver figura)			
49	9050:2020	6.6.4		Existem patamares no início, no meio e no término das rampas?			
50	9050:2020	6.6.4	71	Os patamares apresentam comprimento de 1,20m e largura igual a da rampa? (ver figura)			
51	9050:2020	6.6.4		Os patamares situados em mudanças de direção apresentam dimensões iguais à largura da rampa?			
52	9050:2020	6.6.4.2		A inclinação transversal dos patamares é inferior a 2%?			
Sub-total $\Sigma (s,n)$							

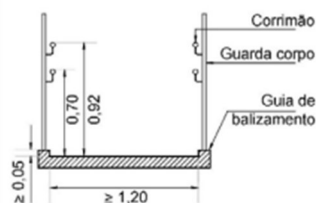


Figura 72 | Guarda-corpo

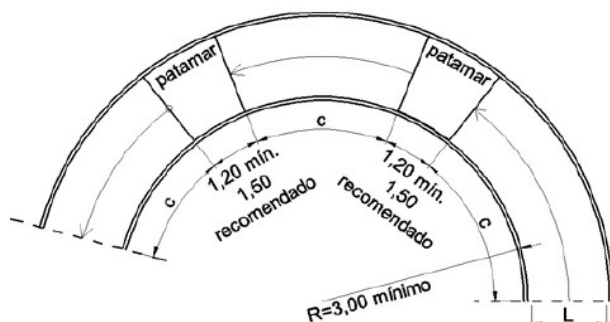


FIG. 71 | Rampa em curva

*2. Planilha para mensuração da conformidade da Área de Convívio Social
(ACS)*

2. PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ÁREA DE CONVÍVIO SOCIAL

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
01	9050:2020	10.17.1		Há faixa livre de circulação de 90 cm?			
02	9050:2020	4.3.4	7:00 AM	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 90° (1,20m x 1,20m)? (ver figura)			
03	9050:2020	4.3.4	7 b	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 180° (1,50m x 1,20m)? (ver figura)			
04	9050:2020	4.3.4	7 c	Há espaço suficiente para manobra de cadeira de rodas com rotação de 360° (diâmetro de 1,50m)? (ver figura)			
05	9050:2020	9.3.1.4	135	As mesas possuem altura livre inferior de no mínimo 73cm do piso? (ver figura)			
06	9050:2020	9.3.1.4	135	Existe um M.R.** posicionado que possibilite avançar sob as mesas ou superfícies até no máximo 50cm?			
07	9050:2020	9.3.2.2		Além da aproximação frontal com o M.R., é garantida circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R. junto às mesas?			
TOTAL Σ (s,n)							

* Módulo de Referência

***Pessoa em Cadeira de Rodas

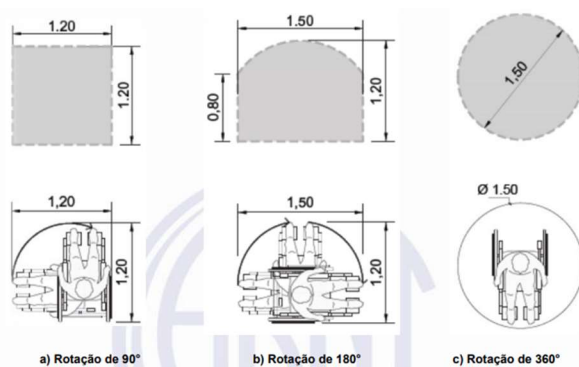


Figura 7 | Área para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento

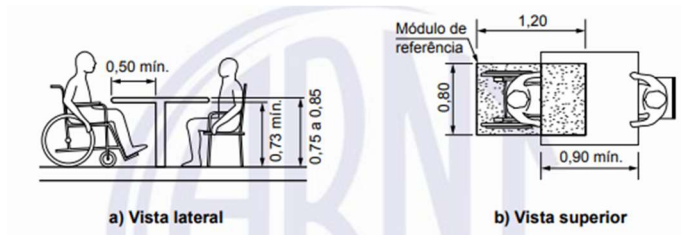


Figura 135 | Mesa – Medidas e área de aproximação

PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DA ÁREA DE CONVÍVIO SOCIAL

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
08	9050:2020	9.3.2.3	135	As mesas ou superfícies para refeições ou trabalho, apresentam altura entre 75cm e 85cm do piso? (ver figura)			
09	9050:2020	4.6.9		A altura do interruptor varia entre 60cm e 1,00m?			
10	9050:2020	4.6.9		A altura da tomada varia entre 40cm e 1,00m?			
11	9050:2020	4.6.9		A altura do interfone varia entre 80cm e 1,20m?			
12	9050:2020	7.14.3		A altura de utilização dos armários está entre 40cm e 1,20m do piso?			
13	9050:2020	7.14.3		A altura de fixação dos puxadores e fechaduras está entre 80cm e 1,20m?			
14	9050:2020	4.6.1	14	Os armários possuem profundidade máxima de 60 cm para possibilitar o alcance manual de pessoa sentada?			
TOTAL Σ (s,n)							

3. Planilha para mensuração da conformidade da Cozinha e Serviços (COS)

3. PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DA COZINHA E SERVIÇO

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
01	9050:2020	10.9.3	147	A disposição do mobiliário do DAC permite faixa livre mínima de 90cm de largura? (ver figura)			
02	9050:2020	10.9.3	7	A disposição do mobiliário permite manobra para acesso ao sanitário, camas e armários? ver figura)			
03	9050:2020	10.9.3	146	No DAC existe área com diâmetro mínimo de 1,50m que possibilite um giro de 360°? (ver figura)			
04	9050:2020	10.9.3		A altura da cama é de 46cm?			
05	9050:2020	10.9.5		No DAC há dispositivo de sinalização e alarme de emergência para deficiente visual?			
06	9050:2020	10.9.5		No DAC há dispositivo de sinalização e alarme de emergência para deficiente auditivo?			
07	9050:2020	7.14.3		A altura de utilização dos armários está entre 40cm e 1,20m do piso?			
TOTAL Σ (s,n)							

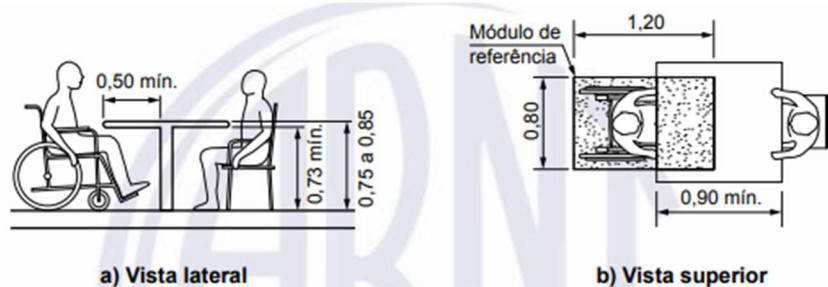


Figura 135 | Mesa – Medidas e área de aproximação

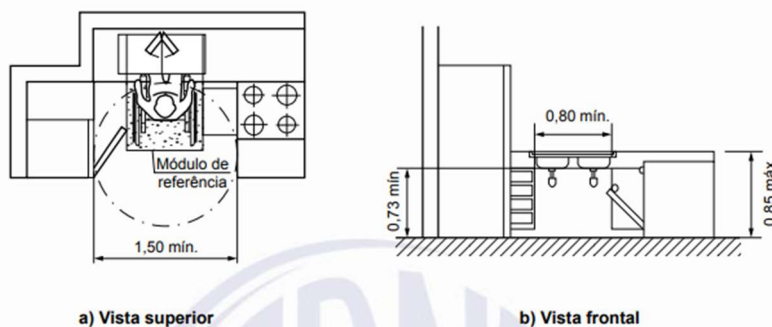


Figura 148 | Cozinha – Área de aproximação e medidas para uso

PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DA COZINHA E SERVIÇO

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
08	9050:2020	7.14.3		A altura de fixação dos puxadores e fechaduras está entre 80cm e 1,20m?			
09	9050:2020	7.4.2		Há interferência da projeção da porta aberta do armário na área de circulação mínima de 90cm?			
10	9050:2020	7.14.3		A profundidade das prateleiras, gavetas e cabides atende aos parâmetros antropométricos?			
11	9050:2020	4.6.9		A altura do interruptor varia entre 60cm e 1,00m?			
12	9050:2020	4.6.9		A altura da tomada varia entre 40cm e 1,00m?			
13	9050:2020	4.6.9		A altura do interfone varia entre 80cm e 1,20m?			
14	9050:2020	4.6.9		A altura do comando do aquecedor ou ar condicionado varia entre 80cm e 1,20m?			
15	9050:2020	4.6.9		A altura da maçaneta da porta varia entre 80cm e 1,10m?			
TOTAL Σ (s,n)							

4. Planilha para mensuração da conformidade do Dormitório Acessível (DAC))

4. PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DO DORMITÓRIO ACESSÍVEL

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
01	9050:2020	10.17.1		Há faixa livre de circulação de 90 cm?			
02	9050:2020	9.3.1.4	135	As mesas possuem altura livre inferior de no mínimo 73cm do piso? (ver figura)			
03	9050:2020	9.3.1.4	135	Existe um M.R.** posicionado que possibilite avançar sob as mesas ou superfícies até no máximo 50cm?			
04	9050:2020	9.3.2.2		Além da aproximação frontal com o M.R., é garantida circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R.?			
05	9050:2020	9.3.2.3	135	As mesas ou superfícies para refeições ou trabalho, apresentam altura entre 75cm e 85cm do piso? (ver figura)			
06	9050:2021	10.9.7		As pias possuem uma altura de no máximo 0,85 m, com altura livre inferior de no mínimo 0,73 m?			
07	9050:2021	10.9.7	148	Junto à pia existe uma área de aproximação frontal com o M.R. com diâmetro de 1,50 m?			
08	9050:2020	10.9.5		No DAC há dispositivo de sinalização e alarme de emergência para deficiente visual?			
09	9050:2020	10.9.5		No DAC há dispositivo de sinalização e alarme de emergência para deficiente auditivo?			
10	9050:2020	7.14.3		A altura de utilização dos armários está entre 40cm e 1,20m do piso?			
11	9050:2020	7.14.3		A altura de fixação dos puxadores e fechaduras está entre 80cm e 1,20m?			
12	9050:2020	7.4.2		Há interferência da projeção da porta aberta do armário na área de circulação mínima de 90cm?			
13	9050:2020	7.14.3		A profundidade das prateleiras, gavetas e cabides atende aos parâmetros antropométricos?			
14	9050:2020	4.6.9		A altura do interruptor varia entre 60cm e 1,00m?			
15	9050:2020	4.6.9		A altura da tomada varia entre 40cm e 1,00m?			
16	9050:2020	4.6.9		A altura do interfone varia entre 80cm e 1,20m?			
TOTAL Σ (s,n)							

5. Planilha para mensuração da conformidade do Banheiro Acessível (BAA))

5. PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DO BANHEIRO ACESSÍVEL

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
01	9050:2020	6.3.3		O piso apresenta inclinação longitudinal máxima de 5%?			
02	9050:2020	7.7.2.1	104	A bacia sanitária, sem assento, tem $43\text{cm} \leq h \leq 45\text{cm}$ do piso até a borda superior? (ver figura)			
03	9050:2020	7.7.2.1	104	A bacia sanitária com assento está a uma altura máxima de 46cm do piso?			
04	9050:2020	7.7.3.1	112	O acionamento da descarga está a uma altura máxima de 1,00m do seu eixo ao piso? (ver figura)			
05	9050:2020	7.7.3.1		O acionamento da descarga é do tipo alavanca ou de sensores eletrônicos ou equivalentes?			
06	9050:2020	7.7.2.2.1	106 a 108	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80?			
07	9050:2020	7.7.2.2	106 a 108	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra posicionada horizontalmente, a 0,75 m de altura do piso acabado (medidos pelos eixos de fixação) ?			
TOTAL Σ (s,n)							

CONTINUA...

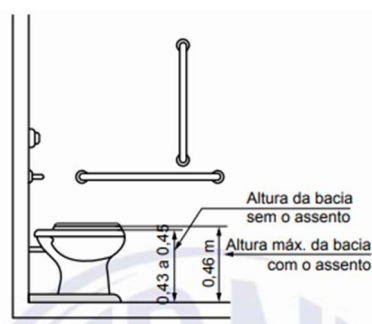
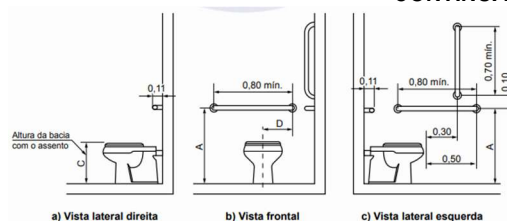


FIG. 104 | Altura da bacia – Vista lateral



Legenda

Cotas	Adulto m	Infantil m
A	0,75	0,60
B	0,40	0,25
C	0,46	0,36
D	0,30	0,15

FIG. 106] – Bacia convencional com barras de apoio ao fundo e a 90° na parede lateral

PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DO BANHEIRO ACESSÍVEL

	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
07	9050:2020	7.7.2.2	106 a 108	Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência. Uma barra posicionada horizontalmente, a 0,75 m de altura do piso acabado (medidos pelos eixos de fixação) ?			
08	9050:2020	7.7.2.2	106 a 108	Na impossibilidade de instalação de barra na parede lateral, há barra lateral fixada na parede de fundo? (ver figura)			
09	9050:2020	7.5 (a)	101	Em caso de reformas, o boxe apresenta dimensões mínimas, conforme a figura?			
10	9050:2020	7.12.1.2		O boxe para chuveiro apresenta dimensões mínimas de 90 x 95 cm?			
11	9050:2020	7.11.4		O porta-objetos do lavatório do boxe da bacia sanitária tem $80\text{cm} \leq h \leq 1,20\text{m}$ e profundidade máxima de 25cm?			
12	9050:2020	7.11.4		O porta-objetos está em local que não interfere nas áreas de transferência, manobra e utilização das barras de apoio?			
15	9050:2020	7.11.2	124	A papeleira embutida está localizada a uma altura de 55 cm do piso acabado? (ver figura)			
TOTAL Σ (s,n)							

CONTINUA...

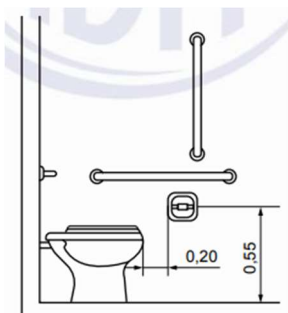


FIG. 124| – Localização da papeleira embutida – Vista lateral

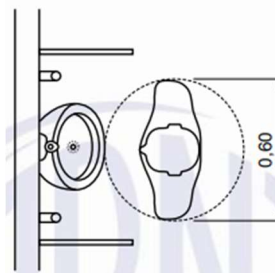


FIG. 119| – – Área de aproximação P.M.R. – Mictório – Vista superior

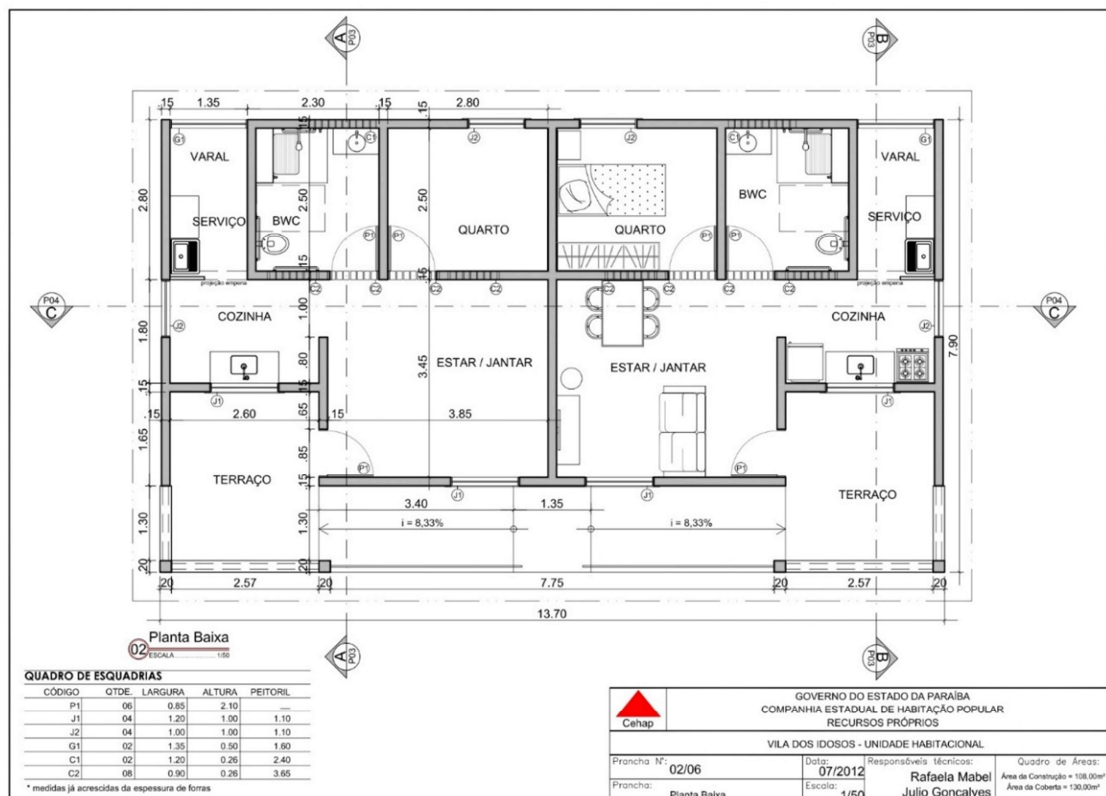
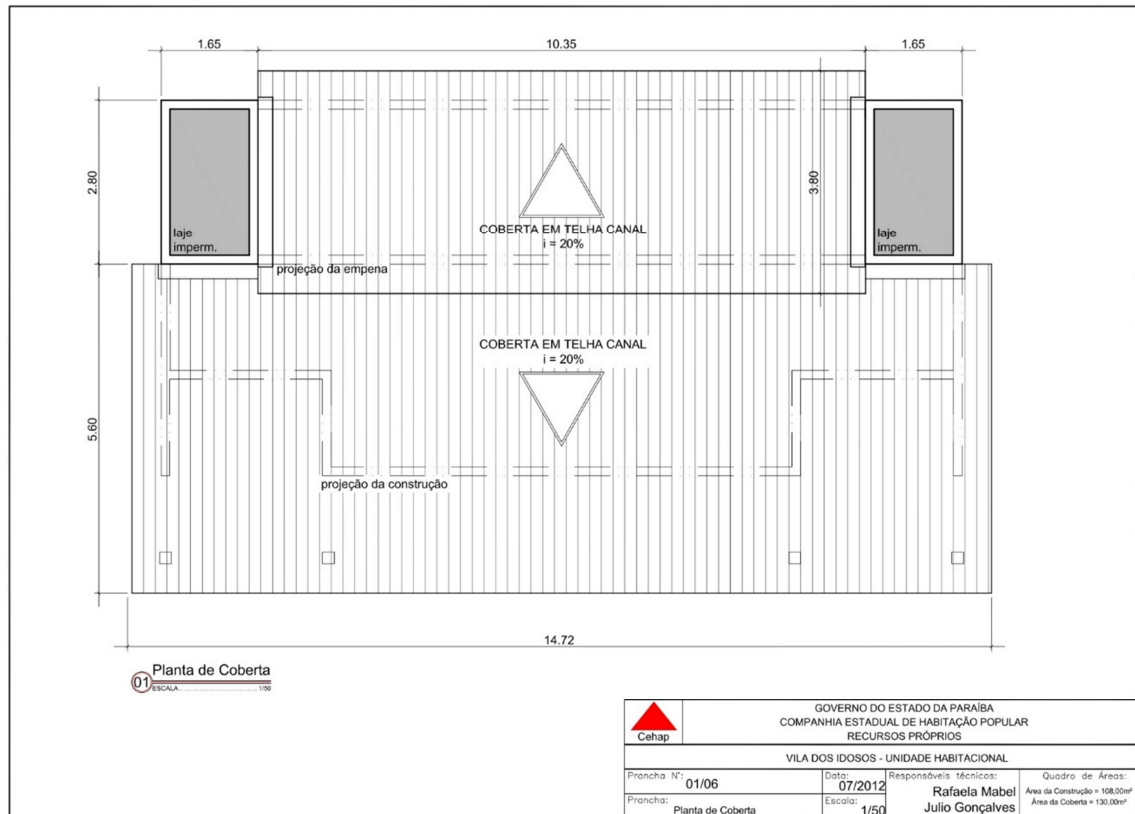
PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DO BANHEIRO ACESSÍVEL

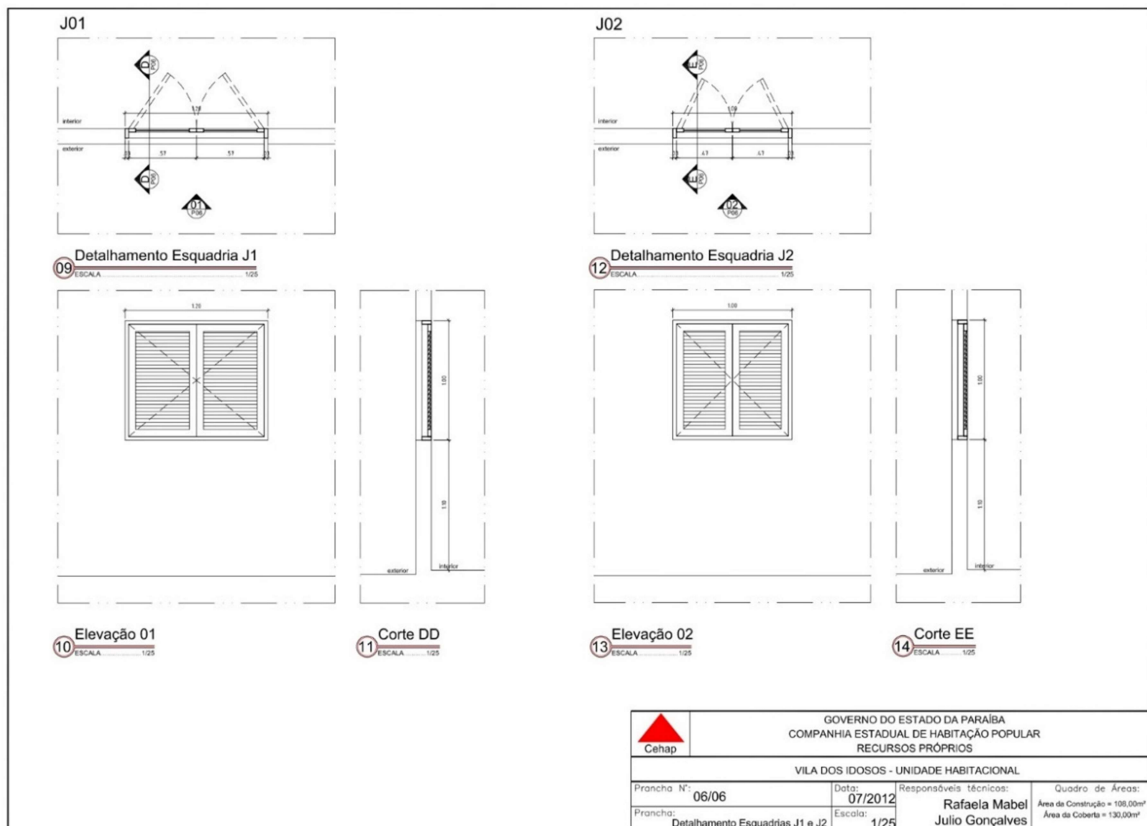
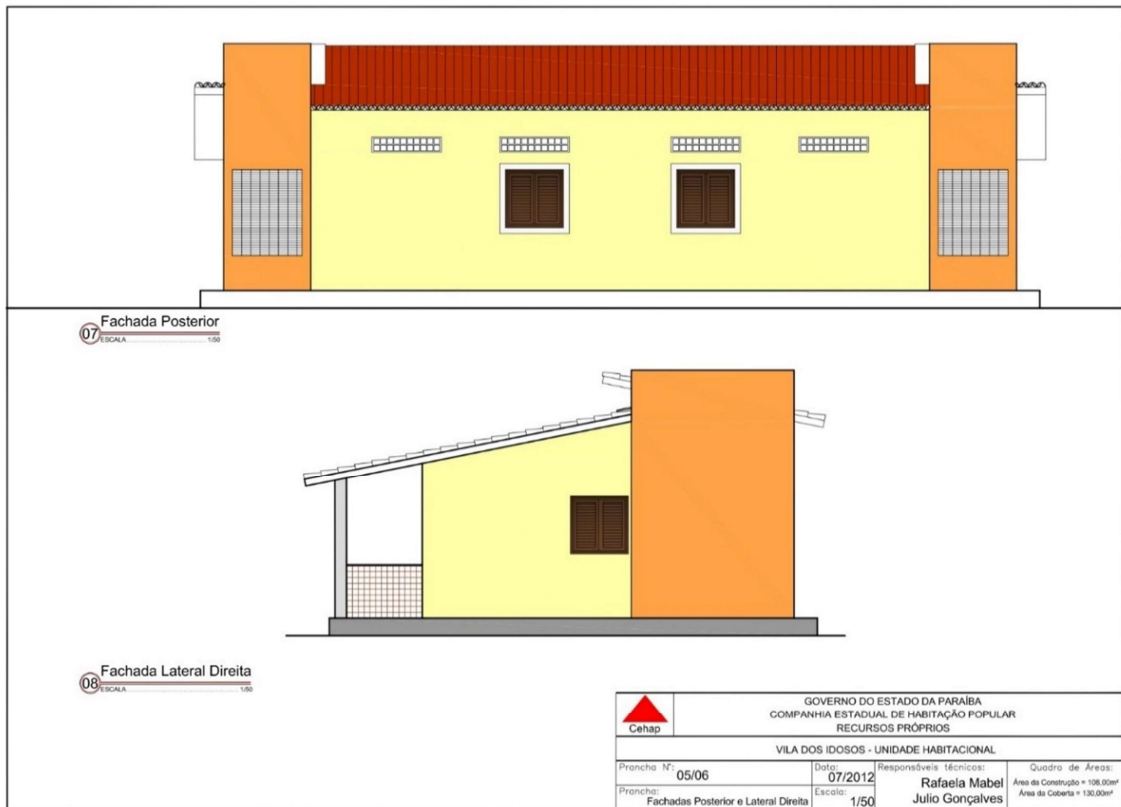
	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
16	9050:2020	7.11.2	124	A papeleira apresenta distância máxima de 20 cm da borda frontal da bacia? (ver			
17	9050:2020	7.11.2		A papeleira de sobrepor está localizada a uma altura de 1 m do piso acabado?			
18	9050:2020	7.10.4.1	119	A área de aproximação frontal do mictório para P.M.R.* e P.C.R.** está em conformidade? (ver figura)			
19	9050:2020	7.10.4.2		O acionamento da descarga está a uma altura de 1,00m do seu eixo ao piso?			
20	9050:2020	7.10.4.2		O acionamento da descarga é por sensor eletrônico ou dispositivo equivalente?			
21	9050:2020	7.12.1.1		O banco do box do chuveiro é articulado ou removível, com canto arredondado, superfície antiderrapante e			
22	9050:2020	7.12.1.1		O banco tem profundidade mínima de 45cm, comprimento mínimo de 70cm e está a 46cm do piso?			
23	9050:2020	7.12.2		O chuveiro é equipado com desviador para ducha manual e com controle de fluxo na ducha manual?			
24	9050:2020	7.12.3		Junto ao banco articulado existe barra vertical de 70 cm localizada à 75 cm do piso?			
25	9050:2020	7.11.3		Os cabides do banheiro estão a uma altura entre 80cm e 1,20m do piso? (ver figura)			
26	9050:2020	7.12.2		Os registros ou misturadores são do tipo alavanca?			
TOTAL Σ (s,n)							

PLANILHA PARA MENSURAÇÃO DA CONFORMIDADE DO BANHEIRO ACESSÍVEL

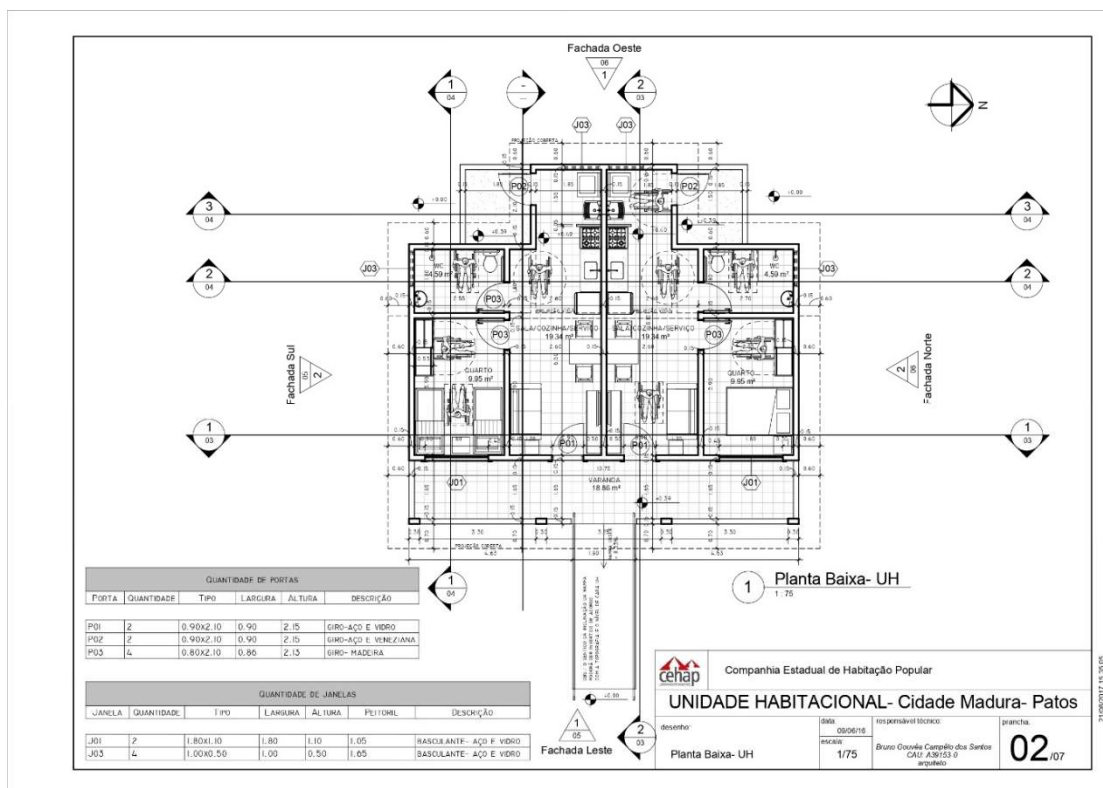
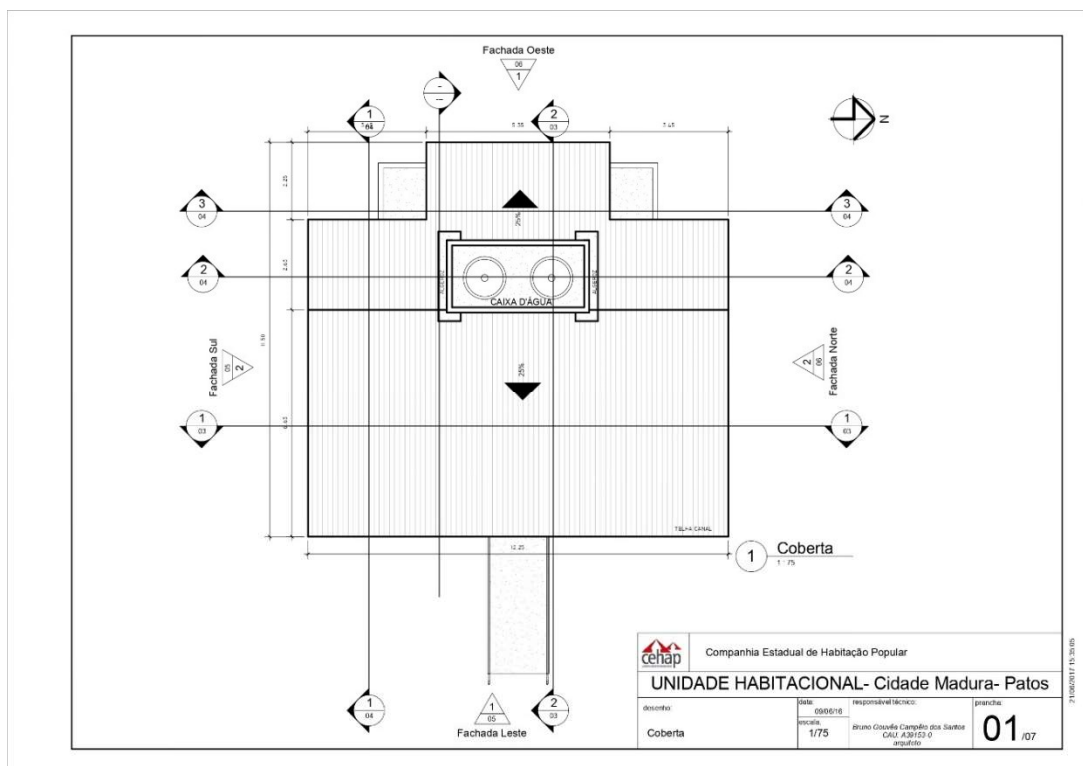
	NORMATIVA	ITEM	FIGURA	QUESTÃO	CONFORMIDADE		NA
					S	n	
27	9050:2020	7.12.3	127	O registro ou misturador está instalado a 45cm da parede de fixação do banco e a uma altura de 1,00m do			
28	9050:2020	7.12.3	127	A ducha manual está a 30cm da parede de fixação do banco e a uma altura de 1,00m do piso?			
29	9050:2020	7.12.3	127	A barra do tipo L possui do chuveiro está localizada à 85 cm da parede e 75 cm do piso?			
30	9050:2020	7.12.3	127	A barra do box do chuveiro do tipo L possui 70 cm em ambos os lados?			
31	9050:2020	7.12.4 (b)		O piso do boxe do chuveiro tem inclinação de até 2% para escoamento das águas para o ralo?			
32	9050:2020	7.8	113	No lavatório existe área de aproximação frontal para P.M.R.* e P.C.R.**? (ver figura)			
33	9050:2020	7.10.3		O lavatório é suspenso e com a borda superior a uma altura de 78cm a 80cm do piso? (ver figura)			
34	9050:2020	7.10.3		O lavatório apresenta uma altura livre mínima de 73cm na sua parte inferior frontal? (ver figura)			
35	9050:2020	7.8.2		A torneira do lavatório é acionada por alavanca, sensor eletrônico ou dispositivo equivalente?			
36	9050:2020	7.8.1 (c)		O comando da torneira está no máximo a 50cm da face externa frontal do lavatório? (ver figura)			
37	9050:2020	7.8.1	114	As barras de apoio junto ao lavatório estão de acordo com a figura ?			
38	9050:2020	7.8.1 (f)		A distância entre o eixo do lavatório ou cuba até o eixo da barra vertical é de no máximo 50 cm?			
TOTAL Σ (s,n)							

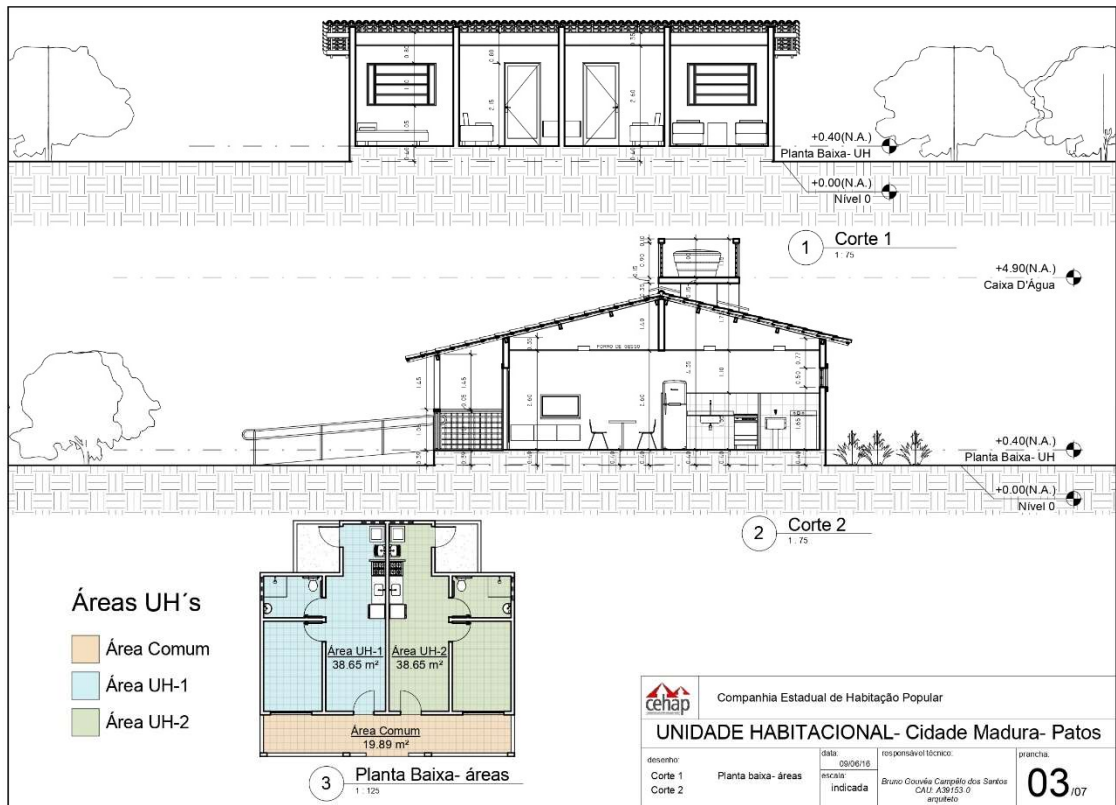
ANEXO A – UNIDADE HABITACIONAL 1





ANEXO B – UNIDADE HABITACIONAL 2









1 Perspectiva 1

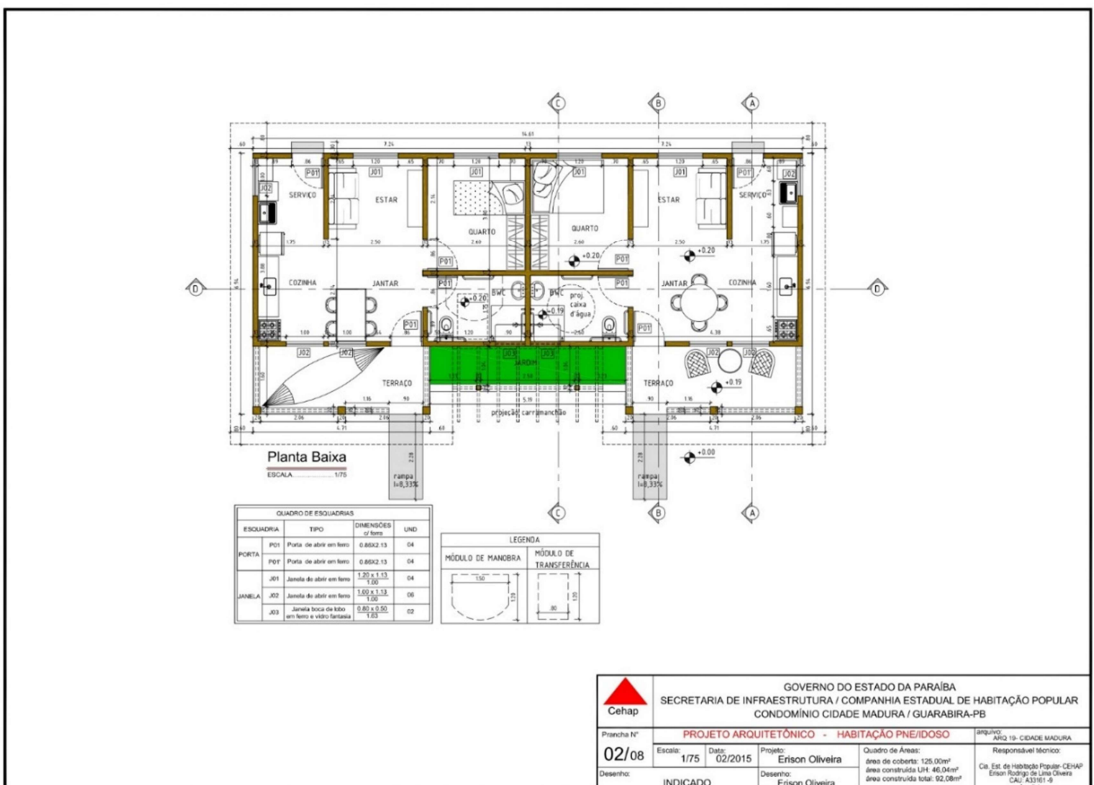
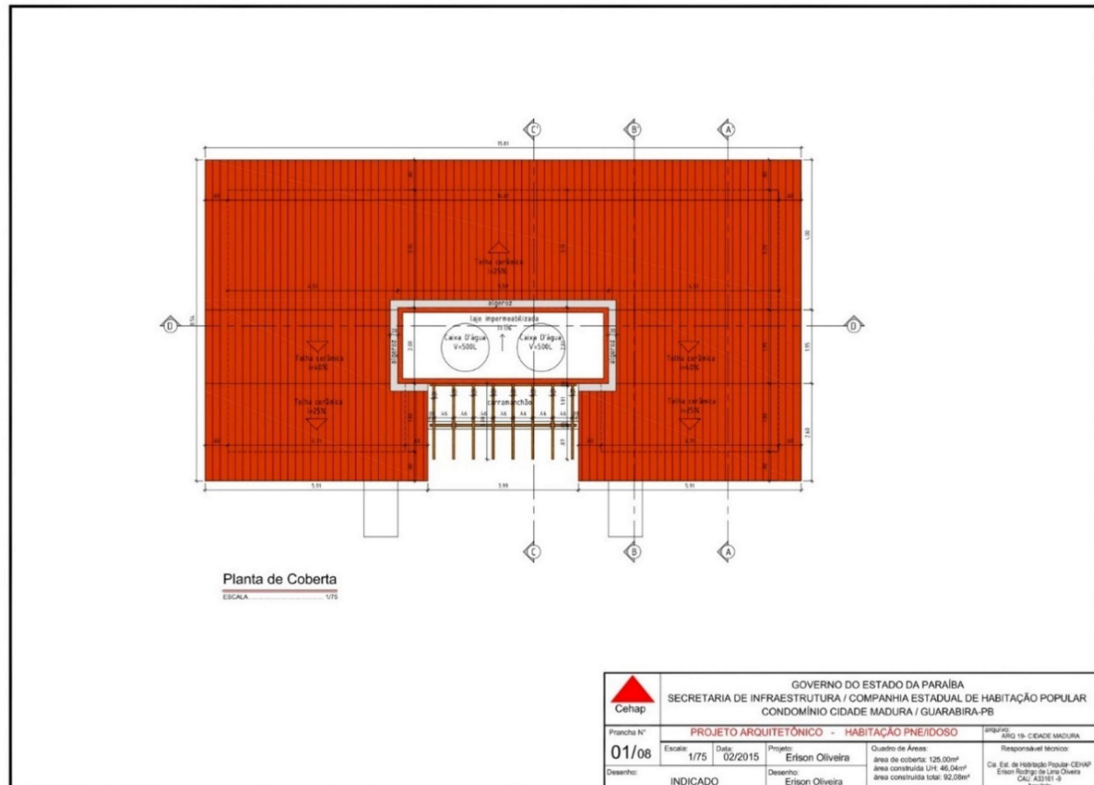


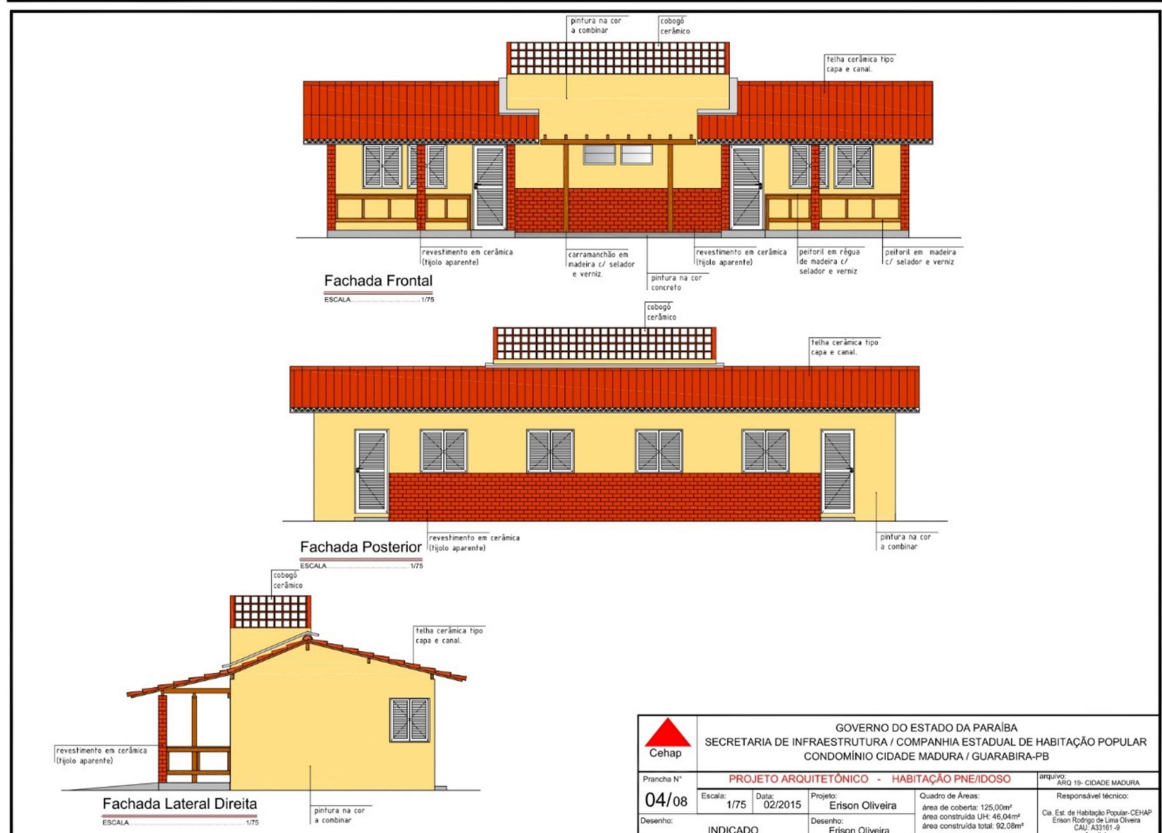
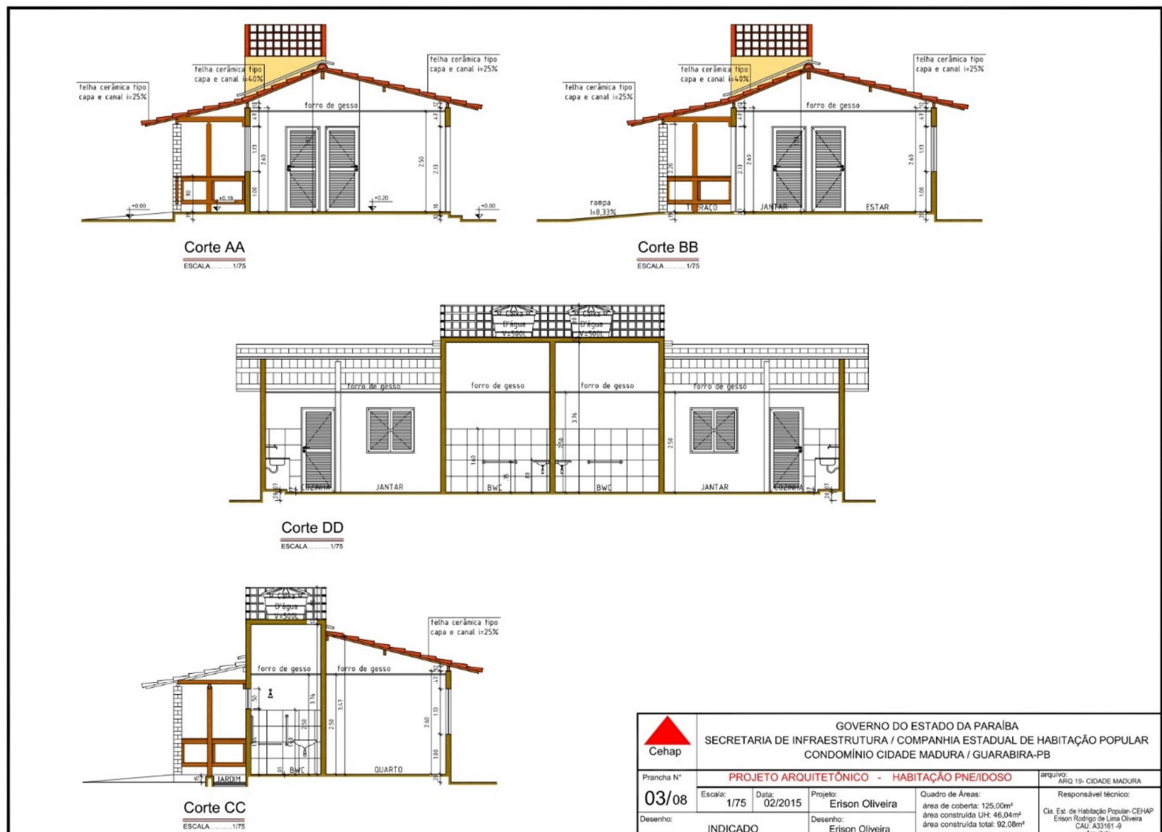
2 Perspectiva 2

 Companhia Estadual de Habitação Popular			
UNIDADE HABITACIONAL- Cidade Madura- Patos			
desenho:	data:	responsável técnico:	prancha:
Perspectiva 1	05/06/18		
Perspectiva 2	escala:	Bruno Gouveia Campêlo dos Santos CAU 138/15-0 arquiteto	07/07

21/06/2017 15:35:55

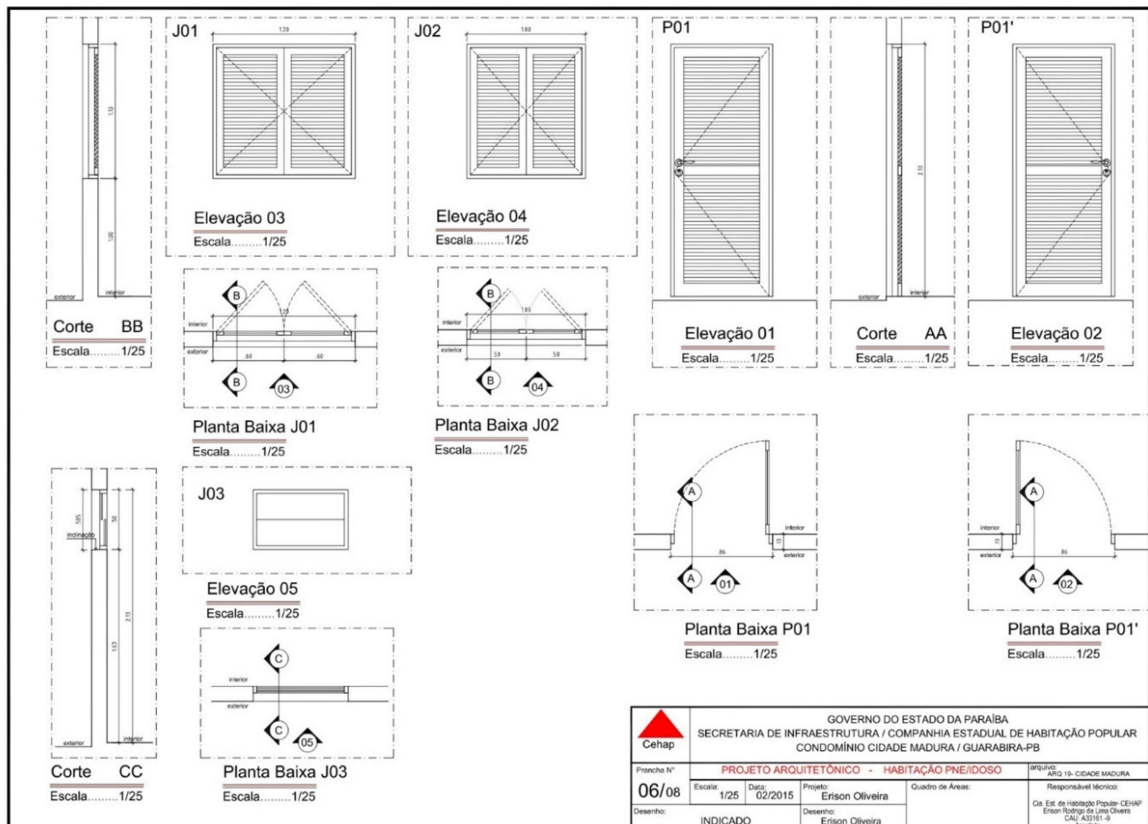
ANEXO C – UNIDADE HABITACIONAL 3



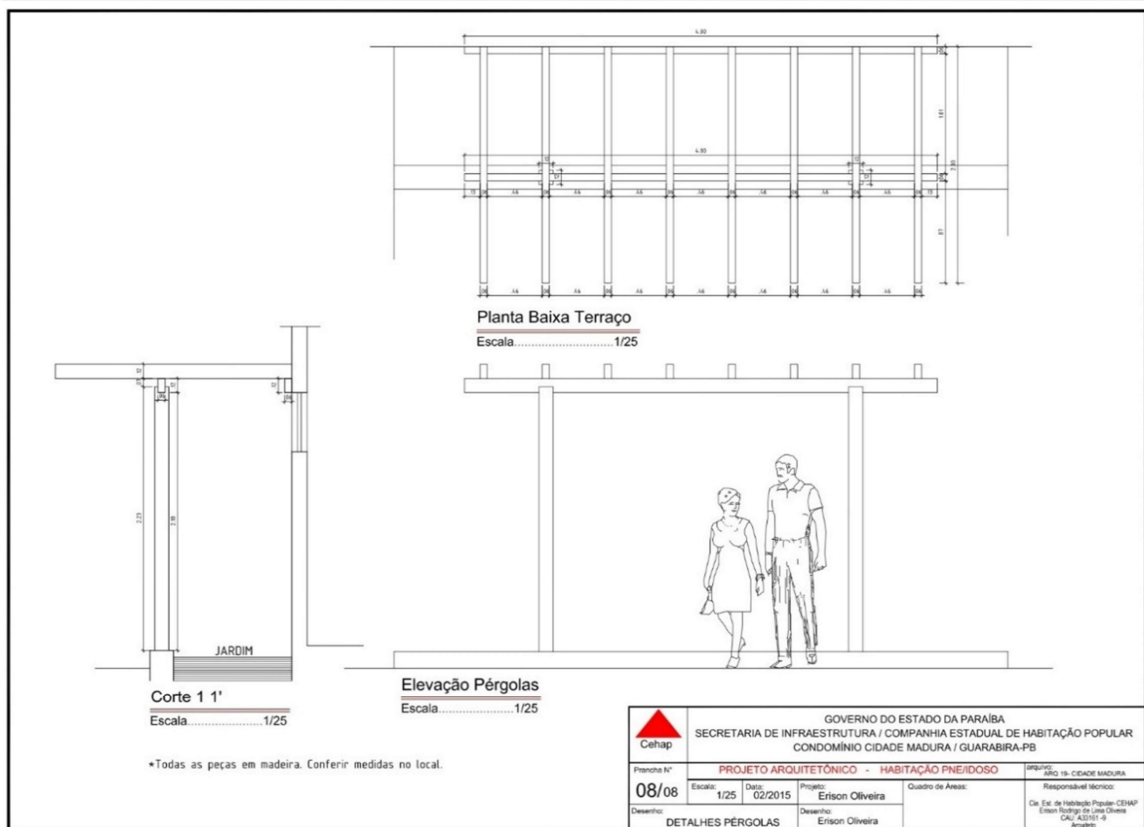
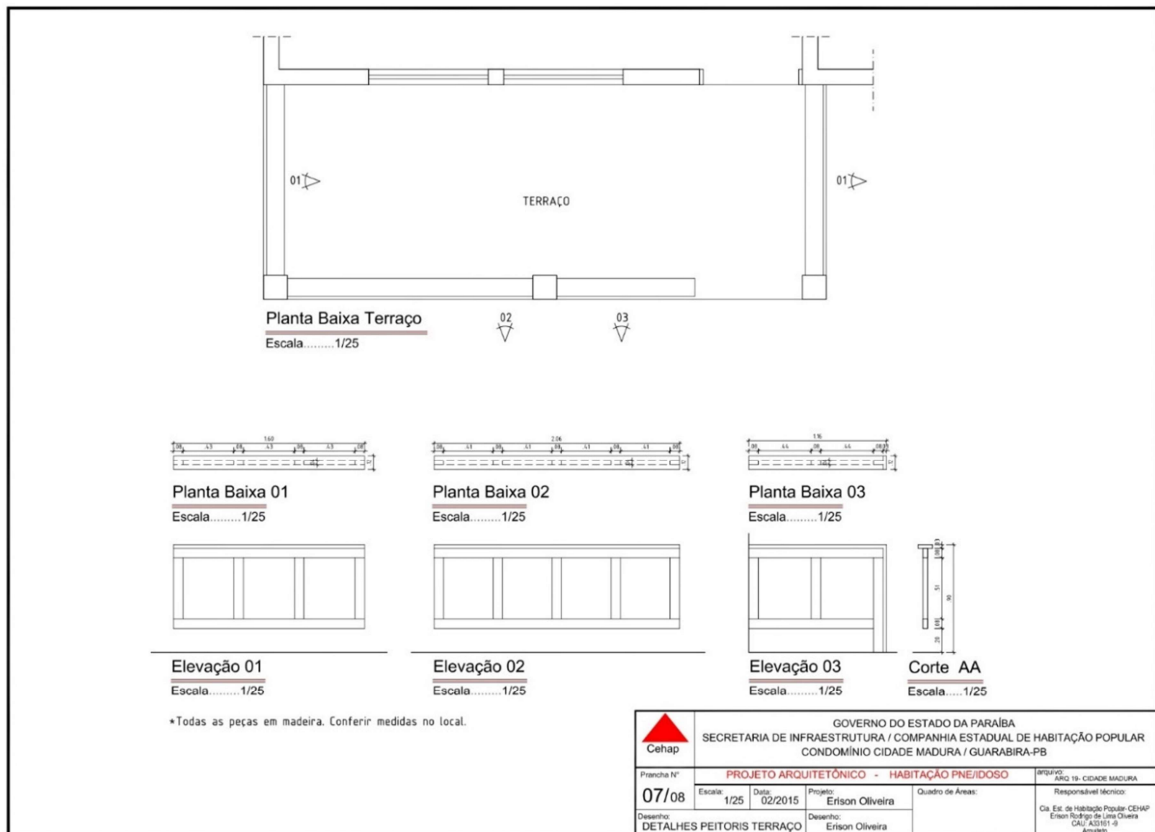




		GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA / COMPANHIA ESTADUAL DE HABITAÇÃO POPULAR CONDOMÍNIO CIDADE MADURA / GUARABIRA-PB	
Prancha N°	05/08	Projeto	ERISON OLIVEIRA
Escala	S/ ESCALA	Data	02/2015
Desenho	INDICADO	Desenho	ERISON OLIVEIRA
		Quadro de Áreas:	Área de Coberta: 125,00m² Área Construída UH: 46,04m² Área Construída Total: 92,08m²
		Arquiteto	ARQ 19- CIDADE MADURA
		Responsável Técnico	Cia. Est. de Habitação Popular - Cehap Erisson Rodrigo de Lima Oliveira CAU: A33161-9 Arquiteto



		GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA / COMPANHIA ESTADUAL DE HABITAÇÃO POPULAR CONDOMÍNIO CIDADE MADURA / GUARABIRA-PB	
Prancha N°	06/08	Projeto	ERISON OLIVEIRA
Escala	1/25	Data	02/2015
Desenho	INDICADO	Desenho	ERISON OLIVEIRA
		Quadro de Áreas:	Área de Coberta: 125,00m² Área Construída UH: 46,04m² Área Construída Total: 92,08m²
		Arquiteto	ARQ 19- CIDADE MADURA
		Responsável Técnico	Cia. Est. de Habitação Popular - Cehap Erisson Rodrigo de Lima Oliveira CAU: A33161-9 Arquiteto



ANEXO D – UNIDADE HABITACIONAL 4

