

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
MESTRADO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO

ANDRESSA IUNES BRITO VIEIRA

**APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO NO PROCESSO DE PROJETO:
Criação de ferramenta computacional para operacionalizar conceitos de
acessibilidade e funcionalidade**

Juiz de Fora
2018

ANDRESSA IUNES BRITO VIEIRA

**APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO NO PROCESSO DE PROJETO:
Criação de ferramenta computacional para operacionalizar conceitos de
acessibilidade e funcionalidade**

Documento de dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído.

Orientador: Prof. DSc. Marcos Martins Borges

Juiz de Fora

2018

Imprimir na parte inferior, no verso da folha de rosto a ficha disponível em:
<http://www.ufjf.br/biblioteca/servicos/usando-a-ficha-catalografica/>

ANDRESSA IUNES BRITO VIEIRA

**APLICAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO NO PROCESSO DE PROJETO:
Criação de ferramenta computacional para operacionalizar conceitos de
acessibilidade e funcionalidade**

Documento de dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído.

Aprovada em de de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Martins Borges - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. DSc. Eugênia Cristina Muller Giancoli Jabour - Coorientadora
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Fernando Tadeu de Araújo Lima
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dr^a. Márcia Cristina Valle Zanetti
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por sempre me abrir caminhos e nunca me desamparar. Aos principais alicerces nesta jornada, meus amados pais Ramon e Adriana, por todo amor, apoio e confiança. Às queridas e amadas irmãs Aline e Analice, por toda a amizade e amor incondicional. Ao meu orientador Marcos Borges e Coorientadora Eugênia Jabour, que sem eles, nada seria possível. A vocês, todo meu carinho e eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre se mostrar tão presente em minha vida, guiando meus caminhos e nunca me desamparando.

Agradeço ao meu orientador, Marcos Martins Borges, meu principal companheiro neste trabalho. Sua paciência, dedicação, disponibilidade, inteligência e organização foram fundamentais para que eu pudesse concluir mais esta etapa em minha vida. À minha Coorientadora, Eugênia Cristina Muller Giancoli Jabour, obrigada por todo tempo e carinho dedicados nesta jornada.

A professora Maria Aparecida Steinherz Hippert por se disponibilizar em ajudar no que fosse necessário e pelas contribuições indispensáveis ao andamento do trabalho.

Agradeço aos professores, Fernando Tadeu de Araújo Lima e Márcia Cristina Valle Zanetti, pela generosidade em participar da banca avaliadora contribuindo para engrandecer o trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Juiz de Fora e ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído pela oportunidade a mim concedida de realização do curso de mestrado.

Agradeço a CAPES pelo auxílio concedido nesse período, tornando possível a realização dos meus estudos e aperfeiçoamento profissional.

Aos meus amigos, para os quais eu devo tanto, este trabalho também é de vocês.

Finalmente agradeço à minha família tão amada e especial, Ramon Vieira, Adriana lunes, Aline lunes e Analice lunes, obrigada, de todo meu coração, por todo apoio, amor incondicional e compreensão em todos os momentos de minha vida.

A todos vocês, todo o meu carinho e eterna gratidão.

“Suba o primeiro degrau com Fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo”.

(MARTIN LUTHER KING)

RESUMO

A preocupação com o desempenho das edificações é uma tendência mundial salientando que, no Brasil, em 2008 fora criada a ABNT NBR 15.575 – Desempenho – Edificações Habitacionais, cujo objetivo era promover uma visão sistêmica das edificações com foco nas necessidades dos usuários. Em 2013 entrou em vigor a nova versão da NBR 15575 (ABNT, 2013), tratando não somente dos edifícios de até cinco pavimentos, mas também de todos os novos edifícios residenciais, ficando estabelecidos requisitos mínimos e critérios de desempenho para às edificações habitacionais sob o título de Edifícios Habitacionais. Muitas das deficiências projetuais são identificadas pela falta de comunicação entre os diversos projetistas que atuam na fase inicial do empreendimento. Considerando que a construção civil, em todo seu processo, envolve muitos fatores e agentes, sabe-se que o projeto arquitetônico é um dos principais itens que irá garantir a qualidade do produto final. De forma a recortar a pesquisa, dentro do contexto de habitabilidade da Norma de Desempenho, serão consideradas apenas exigências de funcionalidade e acessibilidade em projeto. A pesquisa reconhece como lacuna existente no Setor AEC no que diz respeito à carência de ferramentas que auxiliem na aplicabilidade da Norma de Desempenho. Desta forma, este trabalho vem propor a viabilidade do uso de recursos computacionais estabelecendo diretrizes projetuais que serão inseridas em um modelo de protótipo a ser desenvolvido sobre a plataforma do modelador *sketchUp*, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade. Como resultado, a pesquisa é estruturada em uma metodologia de desenvolvimento – *Design Science Research (DSR)* servindo de base para a criação de um protótipo que auxilie no processo de decisão do projeto e permita a aplicação das diretrizes para acessibilidade e funcionalidade amparando arquitetos e projetistas nas tomadas de decisão no âmbito projetual.

Palavras-chave: ABNT NBR 15.575/2013; Desempenho de edificações;
Funcionalidade e acessibilidade em edificações.

ABSTRACT

Concern about buildings performance is a global trend. In Brazil, the ABNT NBR 15.575 - Buildings Performance was created in 2008, whose objective was to promote a systemic view of buildings with a focus on users' needs. In 2013, the new NBR 15575 (ABNT, 2013) version was created, dealing not only with buildings up to five floors but also with all new residential buildings, establishing minimum requirements and performance criteria for Housing Buildings. Many design deficiencies are identified by the lack of communication between various designers who work at the design process initial phase. Considering that civil construction, throughout its process, involves many factors and agents, it is known that architectural design is one of the main items that will ensure the final product quality. In order to fit the research within the context of habitability of the Performance Standard, only requirements of functionality and accessibility in design were considered. The research identified a gap in the AEC Sector regarding the lack of tools that could help in the applicability of the Performance Standard. In that sense, this work proposes the feasibility of using computational resources establishing design guidelines that will be inserted into a prototype model to be developed on the SketchUp modeler platform, comparing and aligning accessibility and functionality requirements in projects, imposed by the Performance Standard with taxes by the accessibility policy. The research is structured around the Design Science Research (DSR) methodology and resulted in a prototype that proved the tool functionality. The basis for its creation was to develop a tool that could assist designers in the process early stages and allows the guidelines application for accessibility and functionality, supporting architects and designers in decision making.

Keywords: ABNT NBR 15,575/2013; Performance of buildings; Functionality and accessibility in buildings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Norma de Desempenho: partes e seções	21
Figura 02: Modelo simplificado para condução da pesquisa	28
Figura 03: Método Sistemático de Projeto	36
Figura 04: Resumo esquemático da estruturação da Norma	42
Figura 05: Símbolo a ser utilizado como ícone	67
Figura 06: Ícone na interface do <i>SketchUp</i>	68
Figura 07: Diagrama gráfico de funcionamento do <i>plug-in</i>	69
Figura 08: Recorte do código desenvolvido para o <i>plug-in</i>	70
Figura 09: Interface do <i>plug-in</i> com o usuário – Relatório de diretrizes propostas ..	71
Figura 10: Fluxograma de funcionamento do <i>plug-in</i>	72
Figura 11: Ícone na barra do <i>SketchUp</i>	73
Figura 12: Acionamento do <i>plug-in</i>	73
Figura 13: Varredura realizada pelo <i>plug-in</i> indicando as faces encontradas no projeto	74
Figura 14: Varredura realizada pelo <i>plug-in</i> indicando quais das faces encontradas são pisos	75
Figura 15: Leitura de áreas e pés direito e abertura da matriz proposta para confrontar dados	76
Figura 16: Proposta de <i>layout</i> básico – Sala de estar	77
Figura 17: Proposta de <i>layout</i> básico – Sala de jantar	78
Figura 18: Proposta de <i>layout</i> básico – Sala de cozinha	79

Figura 19: Proposta de <i>layout</i> básico – Área de serviço	80
Figura 20: Proposta de <i>layout</i> básico – Banheiro	81
Figura 21: Proposta de <i>layout</i> básico – Escritório	82
Figura 22: Proposta de <i>layout</i> básico – Dormitório de casal	83
Figura 23: Proposta de <i>layout</i> básico – Dormitório duas (02) pessoas	84
Figura 24: Proposta de <i>layout</i> básico – Dormitório uma (01) pessoa	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Classificação da Pesquisa	23
Quadro 02: Tipos de artefato	27
Quadro 03: Requisitos dos usuários	43
Quadro 04: Requisitos e critérios de Funcionalidade e Acessibilidade	50
Quadro 05: Móveis e equipamentos – Padrão	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Matriz Funcional proposta	61
--	----

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 01: Porcentagem dos tipos de deficiência da população do Brasil45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Setor de AEC: Setor de Arquitetura, Engenharia e Construção

ASBEA: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

CAD: Desenho assistido por computador

CAU: Conselho de Arquitetura e Urbanismo

CBIC: Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CG: Computação Gráfica

CTE: Centro de Tecnologia de Edificações

DS: Design Science ou Ciência do Projeto

DSR: Design Science Research ou Pesquisa em Ciência do Projeto

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR: Norma Brasileira de Regulamentação

ONU: Organização das Nações Unidas

TI: Tecnologia da Informação

VUP: Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	17
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1. Objetivo geral	19
1.2.2. Objetivos específicos	19
1.3. JUSTIFICATIVA	20
1.4. METODOLOGIA.....	23
1.4.1. Estrutura metodológica	24
1.4.2. <i>Design Science Research – DSR</i>	25
1.4.3. <i>Aplicação da DSR</i> para estabelecer os requisitos do produto	28
1.5. CONDIÇÕES DE CONTORNO	30
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO	31
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	32
2.1. SETOR DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO (AEC)	33
2.1.1. O Processo de Projeto Arquitetônico – Projeto Integrado	34
2.1.2. Desempenho no Processo de Projeto Arquitetônico	38
2.2. A NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO – ABNT NBR 15-575/2013	39
2.2.1. Conceito de Desempenho e histórico em edificações	39
2.2.2. Estrutura da ABNT NBR 15.575/2013.....	40
2.3. ACESSIBILIDADE E FUNCIONALIDADE	44
2.3.1. Acessibilidade	46
2.3.2. Norma de Acessibilidade – NBR 9050	48
2.3.3. Funcionalidade	49
2.3.4. Habitabilidade – Acessibilidade e Funcionalidade	50
2.4. AVALIAÇÕES DO CAPÍTULO.....	53
3. CONDUÇÃO DA PESQUISA FUNDAMENTADA EM <i>DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR)</i>	55
3.1. ETAPA DE CONSCIENTIZAÇÃO	55
3.2. ETAPA DE SUGESTÃO	56
3.3. ETAPA DE DESENVOLVIMENTO	56
3.4. ETAPA DE AVALIAÇÃO	57
3.5. ETAPA DE CONCLUSÃO	58
4. PROPOSTA DE DIRETRIZES PROJETUAIS	59
4.1. PROPOSTA.....	59
4.1.1. Altura mínima de pé direito	60
4.1.2. Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação.....	60

4.1.3. Requisito – Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida	63
4.2. ESCOLHA DO PRODUTO A SER DESENVOLVIDO	65
5. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	67
5.1. ESTRUTURA DO CÓDIGO.....	69
5.2. FUNCIONAMENTO DO <i>PLUG-IN</i>	72
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	86
REFERÊNCIAS.....	89
ANEXO A	97
ANEXO B	98
ANEXO C	101

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as considerações iniciais sobre o assunto tratado, os objetivos da pesquisa, bem como sua justificativa. Além disso, o capítulo aborda a delimitação do tema, metodologia utilizada para alcançar, de maneira eficaz, os objetivos, além das condições de contorno e estruturação da pesquisa. A partir dos tópicos aqui tratados, torna-se possível entender a condução da pesquisa que traz como resultado o presente documento de dissertação de mestrado.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Romano (2006) aponta que, a maioria das empresas não se encontra preparada para o gerenciamento do processo de projeto de edificações. Isso implica em uma condução de atividades projetuais com uma estrutura organizacional inadequada, pois as empresas conservam práticas que são causadoras de muitos problemas no processo construtivo como um todo.

Segundo Santos e Nascimento (2003), a globalização, velocidade das mudanças e inovações tecnológicas, bem como a concorrência e o custo da obra, evidenciam a necessidade urgente de se adotar métodos mais eficientes e com maior produtividade, assim, a Tecnologia da Informação (TI) na indústria da construção civil tem o potencial de contribuir na inovação de produtos e processos. A complexidade do processo de projeto torna imprescindível sua gestão e coordenação. Neste sentido, Brígite e Ruschel (2016), apontam o uso de TIs como auxiliares ao processo de projeto, pois permitem o acesso a um número maior de informações, mais detalhadas e completas.

Segundo Nascimento e Santos (2003), aponta-se a indústria da construção civil no uso de novas tecnologias de informação e comunicação como bastante atrasada em relação a outros setores industriais. O autor afirma que a inovação em produtos e processos deste setor, com a ajuda de Tecnologia da Informação (TI), pode conduzir o setor a trilhar novos caminhos.

Brígite e Ruschel (2016) buscam mostrar em seus estudos, o aparecimento da TI como ferramenta capaz de auxiliar os projetistas a tornar possível que o projeto se desenvolva de forma integrada, testando propostas e validando soluções mais

adequadas às necessidades de determinada edificação, sendo possível antever e prever o desempenho em cada uma das alternativas.

Segundo Borges (2016), a base de dados geométricos passou por dois grandes marcos. Em um primeiro momento, ocorreu a transição dos meios tradicionais para o ambiente digital, o que provocou profundas modificações na estrutura e em aspectos da gestão do processo de projeto que ainda se percebem até os dias atuais. O segundo momento é caracterizado pelo caráter dinâmico das ferramentas no sentido de que sua interação com o processo de projeto se aprofunda e essa relação gera a possibilidade de análises prévias do comportamento do produto e a geração de uma quantidade maior de alternativas de produto em um curto espaço de tempo e a partir de uma base geométrica parametrizada.

O processo de projeto é caracterizado por ser evolutivo, multidisciplinar, apresentar multicritérios e multissoluções. Sendo assim, qualquer equívoco durante a modelagem pode resultar em soluções ineficazes ao projeto (PAPAMICHAEL, 1991 APUD BRÍGITTE E RUSCHEL, 2016).

As ferramentas de avaliação do desempenho promovem inovação de soluções e melhoria da qualidade do projeto já que as mesmas auxiliam na tomada de decisão, pela antecipação de conflitos e possibilidade de diminuição dos erros.

Para Kern et. al. (2014), a preocupação com o desempenho das edificações é uma tendência mundial salientando que, no Brasil, desde julho de 2013 está em vigor a NBR 15.575 sob o título de Edifícios Habitacionais sendo, conforme o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), a primeira vez que uma norma brasileira associa a qualidade de produtos ao resultado que eles conferem ao consumidor, com instruções claras e transparentes de como fazer essa avaliação. Segundo Blachere (1969) apud Borges (2008), conceitua-se o desempenho de edificações como o comportamento em uso, ao longo de sua vida útil.

A Norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) aponta que avaliar o desempenho dos sistemas construtivos é um progresso para o setor da construção civil e estabelece a abertura para a evolução de todos que compõem a cadeia do mesmo.

Assim, a indústria da construção civil está iniciando a consolidação do uso de TIs em seus processos, não só com o uso de *softwares*, sistemas *online* de informação, mas na busca de padrões de linguagem e qualidade da informação e sua aplicação, porém, tudo isso só será possível com uma mudança de cultura e da formação dos profissionais atuantes.

A partir dessas premissas, a pesquisa vem propor diretrizes projetuais, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade. Para tal, fez-se necessário avaliar a importância da integração entre o projeto de arquitetura e a inserção da Norma de Desempenho durante todo o processo de projeto, principalmente em suas fases iniciais, de concepção do produto.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral da presente pesquisa é propor diretrizes projetuais, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade e, utilizando como prova de conceito, uma ferramenta de suporte ao processo de decisão do projeto que permita a aplicação dessas diretrizes nos quesitos mencionados. A pesquisa é estruturada em uma metodologia de desenvolvimento – *Design Science Research (DSR)* auxiliando arquitetos e projetistas da área nas tomadas de decisão no âmbito projetual.

1.2.2. Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, têm-se os objetivos específicos seguintes:

- Comparar e alinhar quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade;
- Estabelecer Diretrizes projetuais no âmbito arquitetônico, com aplicabilidade em quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos, que será à base da criação de uma ferramenta de apoio ao processo de decisão do projeto;

- Criar protótipo básico através de validação prévia.

1.3. JUSTIFICATIVA

Conforme Okamoto et. al. (2015), existe uma falta de comunicação entre projetistas e fornecedores, ocorrendo com maior frequência a troca de informações entre incorporadoras/construtoras e fornecedores. Vargas (2003) aponta que algumas construtoras/incorporadoras são mais bem sucedidas que outras devido ao fato de terem competências específicas que diferenciam seu atendimento, possuindo conhecimento de tecnologias de informação e gestão. Romano (2006) aponta que as construtoras/incorporadoras precisam desenvolver uma capacidade específica para diferenciar seu atendimento, tendo o domínio das tecnologias de informação e gestão e servindo como articulador de toda a rede de produção e serviço.

Segundo Santos e Nascimento (2003), o fluxo de informações entre os vários agentes multidisciplinares em todo o processo é um fator crítico no sucesso de um empreendimento, sendo necessário, então, criar estruturas que possibilitem racionalizar o fluxo e compreensão dos dados ao longo do desenvolvimento de um empreendimento. Conforme os autores supracitados, a TI é utilizada para capturar, armazenar, processar e distribuir informações eletronicamente, evitando o retrabalho e agregando valor aos produtos e serviços.

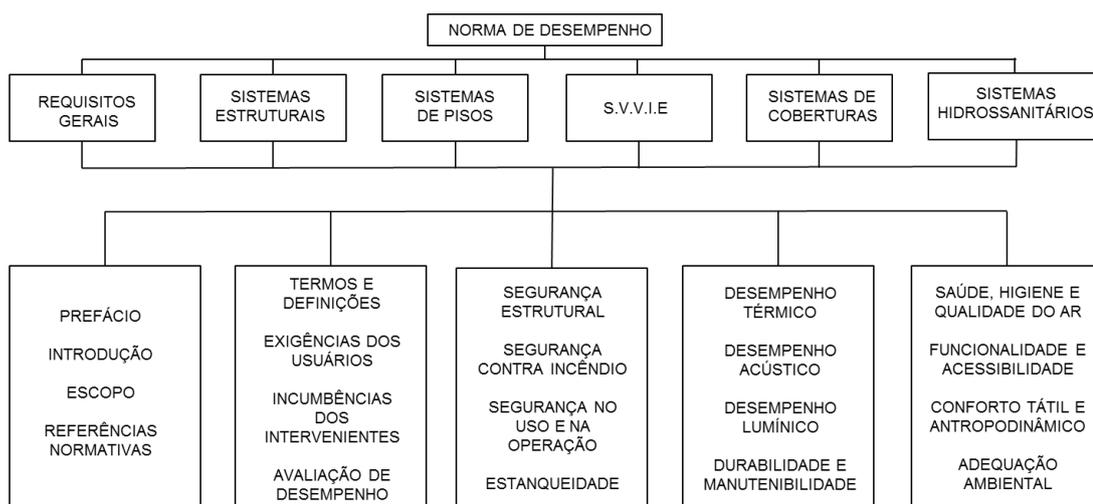
A maior dificuldade relativa ao conceito de desempenho no setor da construção civil é interpretar as necessidades dos usuários e traduzi-las em requisitos e critérios que possam ser mensurados dentro de determinadas condições de exposição e uso, e que sejam viáveis, técnica e economicamente, dentro da realidade de cada sociedade, região ou país (SANTOS FILHO, 2015).

Conforme o Guia Orientativo para atendimento à Norma de Desempenho de Edificações NBR 15.575 (ABNT, 2013), é necessária que haja uma mudança na engenharia habitacional, diante da nova realidade, na qual a eficácia e qualidade são primordiais. Segundo Oliveira (2004), muitos parâmetros do conceito qualidade estão relacionados à concepção e ao projeto do produto, a fim de satisfazer as necessidades de todos os envolvidos no processo, nas etapas de produção, uso,

operação e manutenção do produto que correspondem às fases do ciclo de vida do projeto.

A Norma de Desempenho (NBR 15.575/2013), aplicada a edificações residenciais, é estruturada em seis partes e sobre cada parte, são descritos parâmetros aos quais devem ser atendidos, segundo os requisitos dos usuários: segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Considerando os requisitos de habitabilidade, a mesma aponta a necessidade de atender a quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projeto arquitetônico, considerando que a edificação apresente compartimentação adequada e espaços suficientes para a disposição de mobiliário, além de espaços e pé direito mínimo nas partes de Requisitos Gerais e Sistemas de Pisos, como mostra a figura 01 (CAU, 2015).

Figura 01: Norma de Desempenho: partes e seções



Fonte: ABNT NBR 15.575.

A Norma brasileira entrou em vigor de maneira imediata, não fornecendo aos profissionais o cenário ideal de adaptação à NBR 15.575. Ferramentas facilitadoras para cumprimento de suas exigências, fornecimento de um modelo de *check-list* e a existência de laboratórios de tecnologia voltados à realização dos ensaios e testes exigidos são medidas pertinentes que possibilitariam que Norma de Desempenho apresentasse maior eficácia na sua aplicação.

Conforme as necessidades expostas, pôde-se perceber a problemática envolvida através do reconhecimento da lacuna existente no Setor de Arquitetura, Engenharia

e Construção (AEC) no que diz respeito à carência de ferramentas que auxiliem na aplicabilidade da Norma de Desempenho. Desta forma, este trabalho vem propor a viabilidade do uso de recursos computacionais estabelecendo diretrizes projetuais que serão inseridas em um modelo de protótipo a ser desenvolvido sobre a plataforma do modelador *sketchUp*, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade.

Para certificar de que não existia disponível no mercado um produto similar ao desenvolvido, foi feita uma revisão literária e realizado acesso ao banco de dados de desenvolvimento e compartilhamento de extensões do programa¹ no qual foram inseridas as seguintes palavras-chave: Desempenho, funcionalidade, acessibilidade, NBR 9050. Para nenhuma dessas buscas foi encontrado qualquer *plug-in* semelhante ao desenvolvido, validando assim, a contribuição da pesquisa.

Desta forma, a presente pesquisa pretende contribuir em pelo menos duas direções. A primeira se relaciona ao objetivo de propor diretrizes projetuais, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade e, utilizando como prova de conceito, um protótipo funcional para uma ferramenta de suporte ao processo de decisão do projeto que permita a aplicação dessas diretrizes em projetos. A segunda direção de contribuição está vinculada à própria estrutura algorítmica da ferramenta que se pretende adaptar para atender outras necessidades de apoio ao processo de projeto. Neste sentido, no que se relaciona à estrutura do *DSR*, a pesquisa pretende contribuir estruturando a Classe de Problemas relacionada às ferramentas de apoio ao processo de projeto no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) já que as Diretrizes estabelecidas poderão ser aplicadas em diferentes contextos que busque atender uma mesma Classe de Problemas, melhorando a condição existente da gestão de empreendimentos do setor e desenvolvendo conhecimentos.

¹ Endereço eletrônico: <https://extensions.sketchup.com/pt-BR>

1.4. METODOLOGIA

A pesquisa científica é dividida em duas partes distintas, segundo Prodanov e Freitas (2013), sendo a primeira parte, uma pesquisa de natureza básica exploratória, pois não prevê aplicação prática, mas gera conhecimento e informações acerca do assunto estudado, permitindo assim, uma maior compreensão do problema. A segunda parte da pesquisa consiste em uma pesquisa aplicada descritiva, uma vez que gera conhecimentos para a aplicação prática atendendo ao público alvo da pesquisa que são os profissionais vinculados na área da construção civil.

Quadro 01: Classificação da Pesquisa

	Natureza da Pesquisa	Abordagem do problema	Objetivos	Procedimentos Técnicos
Base Teórica	Pesquisa Básica	Qualitativa	Pesquisa Exploratória e Descritiva	Pesquisa Bibliográfica
Aplicação da Metodologia/Resultados	Pesquisa Aplicada	Qualitativa	Pesquisa Explicativa	Pesquisa Experimental

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Prodanov e Freitas (2013).

Em um primeiro momento foi utilizada uma abordagem metodológica teórica baseada em uma revisão bibliográfica que abordou o processo de projeto em arquitetura e Norma de Desempenho com foco na parte de acessibilidade e funcionalidade, demonstrando assim a importância da integração entre o projeto de arquitetura e a inserção da Norma de Desempenho durante todo o processo de projeto, principalmente em suas fases iniciais, de concepção do produto, possibilitando que fossem traçadas diretrizes para que o projeto atenda aos requisitos de acessibilidade e funcionalidade conforme as Normas de Desempenho e de Acessibilidade.

As buscas foram realizadas em fontes nacionais e internacionais, para melhor compreensão do cenário mundial e coleta de possíveis contribuições externas para o contexto brasileiro.

Desse modo, foram pesquisados conteúdos pertinentes em livros, normas, regulamentos técnicos, publicações e periódicos relacionados ao tema da pesquisa.

A partir da leitura da bibliografia específica ao tema, as informações foram compiladas e sintetizadas, de modo a melhorar o entendimento de itens importantes relacionados à acessibilidade e funcionalidade de projetos arquitetônicos. O principal resultado desta primeira parte foi à elaboração de diretrizes de projeto para o tema em estudo.

A segunda parte se baseou em desenvolver uma ferramenta de suporte ao processo de decisão do projeto com base em uma metodologia de desenvolvimento – *DSR* que permitisse a aplicação das diretrizes para acessibilidade e funcionalidade em projetos. Todos os dados coletados durante a pesquisa foram analisados e disponibilizados nesta ferramenta de auxílio possibilitando maior interação entre projetistas na fase de concepção de projetos.

Após a estruturação das diretrizes projetuais, fez-se necessário escolher a forma mais eficiente com a qual elas poderiam ser aplicadas pelo projetista e como o tema seria acolhido pelo principal alvo desta pesquisa: O profissional de Arquitetura. Por isso, usa-se como base um questionário virtual elaborado por Carvalho (2018), que foi aplicado a estudantes do Mestrado em Ambiente Construído pela Universidade Federal de Juiz de Fora e auxiliou na estruturação da justificativa da pesquisa e na escolha da melhor ferramenta para aplicação do conteúdo teórico.

1.4.1. Estrutura metodológica

Os métodos de pesquisa consistem em um conjunto de regras e procedimentos, aceitos pela comunidade acadêmica, para a construção do conhecimento científico (ANDERY et al.; 2004).

Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) apontam a *DSR* como um respaldo metodológico apropriado para embasar pesquisas que desenvolvam artefatos aplicando-os em um contexto organizacional e avaliando-os.

Devido à necessidade de aplicar o conhecimento gerado em situações reais, aproximando a teoria da prática, este artigo se estrutura através do contexto do *Design Science (DS)* ou “Ciência do Projeto” e do método que a constrói, a “Pesquisa em Ciência do Projeto” ou *DSR*.

A pesquisa fundamentada em Ciência do Projeto garante que ela seja reconhecida como sólida e potencialmente relevante pelo campo acadêmico e pela sociedade em geral, sendo passível de debate e verificação.

Conforme o exposto, o uso da metodologia *DSR* como fio condutor da pesquisa se justifica pelo fato do trabalho ser proveniente de um programa multidisciplinar cujo produto final irá corresponder ao estabelecimento de Diretrizes Projetuais no âmbito arquitetônico, com aplicabilidade em quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos que será à base para a criação de uma ferramenta de apoio ao processo de decisão do projeto visando maior eficácia da aplicação da Norma de Desempenho de forma a orientar arquitetos nas tomadas de decisão ao longo do processo de projeto. Como contribuição, estas Diretrizes poderão ser aplicadas em diferentes contextos que busque atender uma mesma Classe de Problemas, melhorando a condição existente da gestão de empreendimentos do Setor de AEC e desenvolvendo conhecimentos.

1.4.2. Design Science Research – DSR

Para compreender a *DSR*, é preciso entender as origens do conceito que a envolve que é a “Ciência do Artificial” ou “Ciência do Projeto” – *DS*.

Conforme Simon (1996), as “ciências do artificial” se ocupam da “concepção de artefatos que realizam objetivos”. Assim, Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) apontam que as ciências do artificial dizem respeito a como as coisas devem ser para funcionar e atingir determinados objetivos. Simon (1996) aponta que a “Ciência do Projeto” ou *DS* é uma ciência que deve recomendar a construção de artefatos com propriedades desejadas, ou seja, segundo aponta Van Aken (2004), o objetivo da *DS* é desenvolver conhecimento para a concepção e desenvolvimento de artefatos, ou seja, esta ciência deve desenvolver o conhecimento necessário para realizar a ciência do artificial.

Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) dizem que o conhecimento gerado pela *DSR* é prescritivo, ou seja, o conhecimento prescreve o que deve ser feito, indicando as melhores soluções e contribuindo nas tomadas de decisão. Conforme os autores citados, a *DSR* é a responsável por criar e validar sistemas que ainda não existem,

de forma que crie, recombine e altere produtos, processos, *softwares* e métodos com intuito de melhorar as situações existentes.

Para Chakrabarti (2010), a *DS* é a base epistemológica, ou seja, a base do conhecimento científico, enquanto a *DSR* é o método que operacionaliza a construção do conhecimento em determinado contexto. Çağdaş e Stubkjær (2011) apontam que a *DSR* compõe um processo rigoroso de projetar artefatos que solucionem problemas, além de avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, comunicando, assim, os resultados obtidos.

Segundo Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015), os objetos centrais em *DS* são as “Classes de Problemas” e os “Artefatos”. As “Classes de Problemas” permitem que os artefatos e suas soluções compartilhem características comuns que propiciem a organização do conhecimento da *DS* através de certa generalização, proporcionando, desta forma, um avanço do conhecimento na área. Assim, os autores definem as “Classes de Problemas” como a organização de um conjunto de problemas, sendo estes práticos ou teóricos, que contenha artefatos que sejam úteis para a ação nas organizações. Sein et al. (2011) aponta que definir as classes de problemas é necessário para favorecer a pesquisa, pois desta forma, a aplicação da solução cabe, não só para um problema em específico, mas sim para uma certa classe de problemas.

Conforme Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015), para a construção das classes de problemas é necessário identificar o problema, teórico ou prático, e a partir disso, definir quais objetivos seriam necessários para solucioná-lo. Seguindo da conscientização do problema, deve ser realizada uma revisão sistemática de literatura nas bases de dados, utilizando palavras chaves e analisando os resultados encontrados, buscando assim, estabelecer as soluções empíricas conhecidas e identificando artefatos que encaminhem soluções para o problema. Medeiros et. al. (2016), discorre sobre o fato de o artefato representar o ambiente no qual ele se desenvolve, além da solução do problema. Isso se dá devido ao fato de sua criação ser em função do atendimento das necessidades de uma dada realidade organizacional, que atua em meio a um ambiente externo, e necessita atingir seus objetivos. Assim sendo, o artefato é a organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado ambiente externo (SIMON, 1996).

Esses artefatos são apresentados no quadro 03 a seguir. Além das tipologias mencionadas, existe ainda uma quinta tipologia denominada *Design Propositions*. Essa tipologia, conforme Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015), são contribuições teóricas que surgem da *DSR* podendo ser usadas para generalizar uma solução para determinada classe de problemas.

Definidas as classes de problemas e os artefatos, com sua tipologia, será possível a condução da pesquisa em *DS*, ou seja, a condução da *DSR*.

Quadro 02: Tipos de artefato

Descrição		
Tipos de Artefato	Constructos	Constructos ou conceitos constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções.
	Modelos	Um modelo é um conjunto de proposições que expressam as relações entre os constructos. Representam situações como problema e solução e pode ser visto como uma descrição de como as coisas são. Um modelo precisa sempre capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
	Métodos	Um método é um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução.
	Instanciações	Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. Demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.

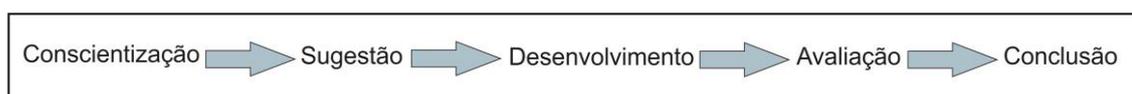
Fonte: Elaborado pela autora com base em Lacerda et. al., (2013).

1.4.3. Aplicação da DSR para estabelecer os requisitos do produto

Takeda et. al. (1990) foram responsáveis pela primeira tentativa de formalização do método, com uma visão técnica e operacional, criando o *Design Cycle*, cujo objetivo era construir um modelo computacional que apoiasse o desenvolvimento de sistemas inteligentes do desenho assistido por computador (CAD), assim, Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) apontam o *Design Cycle* como base para estudos, auxiliando no desenvolvimento da *DSR*.

Takeda et. al. (1990) discorre sobre o fato da condução da pesquisa fundamentada em *DS* ser dividida em cinco etapas conforme é apresentado na figura 02 mostrada a seguir.

Figura 02: Modelo simplificado para condução da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Takeda et. al. (1990).

Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015), discorrem em seu livro sobre essas etapas. Segundo os autores, o principal resultado da etapa de Conscientização é a definição e a formalização do problema, considerando suas fronteiras (ambiente externo) e as soluções satisfatórias necessárias. A etapa seguinte, que se configura na Sugestão, deverá desenvolver alternativas de artefatos para que seja possível encontrar a solução para o problema. Nesta etapa, os autores sugerem que sejam desenvolvidos protocolos com o intuito de validar, internamente, a pesquisa. Simon (1996) aponta que, na busca por soluções para o problema, deve haver uma distinção entre as soluções ótimas (ideais) e as soluções satisfatórias.

Conforme Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015), um resultado pode ser considerado satisfatório se houver um consenso entre as partes envolvidas no problema ou considerando o avanço da solução atual, quando comparadas às soluções geradas pelos artefatos anteriores.

Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) apontam a etapa de Desenvolvimento como àquela que corresponde ao processo de constituição do artefato em si. Simon (1996) diz que é nesta etapa que o ambiente interno do artefato será construído, pois os

objetivos e o ambiente externo foram definidos na etapa de Conscientização. Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) discorrem sobre as abordagens que poderão ser usadas nesta etapa como algoritmos computacionais, representações gráficas, protótipos, maquetes em escala, gerando, como resultado principal da etapa de Desenvolvimento, o artefato em estado funcional.

Conforme Venable (2006), a *DSR* não tem como objetivo o desenvolvimento de produtos, pois, apesar de possuir este intuito, o principal objetivo deste método é o processo, ou seja, originar um conhecimento que possa ser aplicável e útil para a solução de problemas, melhorando sistemas já existentes e criando novas soluções e/ou artefatos. Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) ainda salienta que o conhecimento gerado deve ser generalizável para o que foi caracterizado como “Classe de Problemas”.

Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) definem a Avaliação como um processo que verifique se o artefato atendeu às soluções as quais se propôs alcançar dentro do ambiente para o qual foi projetado. Os autores citados anteriormente discorrem que, para avaliar a validade dos artefatos, é preciso primeiro especificar o ambiente interno e externo, além dos objetivos de forma clara e precisa, apontar como o artefato poderá ser testado e descrever os mecanismos que medem os resultados. De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2015), a avaliação de um artefato tem cinco formas distintas: observacional, analítica, experimental, teste e descritiva.

A avaliação observacional é feita com o auxílio de elementos do estudo de caso (estudar o artefato existente) e estudo de campo (monitorar o uso do artefato), nos quais são verificados os comportamentos do produto no ambiente real sem a interferência do pesquisador. A avaliação analítica tem como objetivo analisar o desempenho do artefato e as possibilidades de melhora para o sistema inserido. A avaliação experimental consiste na simulação do artefato a partir de modelos físicos ou virtuais para verificar suas qualidades. O teste é a avaliação tanto funcional quanto estrutural do produto, confirmando se o mesmo atende os parâmetros do usuário para que possa ser implementado. Por fim, a avaliação descritiva é aquela na qual no pesquisador utiliza informações das bases de conhecimento para construir argumentos que demonstrem a utilidade do artefato.

Finalmente, Dresh, Lacerda e Antunes Junior (2015) apontam a etapa de Conclusão como àquela que vai formalizar o processo e propiciar a comunicação às comunidades acadêmicas e de profissionais. Assim, é definido o Desenvolvimento que obteve melhor resultado diante do problema apresentado.

Assim, conclui-se que a *DS* é composta pela construção e pela avaliação. A construção é o processo de confecção de artefatos para um propósito específico, enquanto a avaliação é a verificação do desempenho dos artefatos como solução desejada (MARCH; SMITH, 1995).

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para a condução da pesquisa, seus conceitos e justificativas de uso.

1.5. CONDIÇÕES DE CONTORNO

O presente trabalho baseou-se em pesquisas em esfera nacional e internacional analisando a importância da inserção da Norma de Desempenho durante todo o processo de projeto, principalmente em suas fases iniciais, de concepção do produto. Com isso, foi possível definir e formalizar o problema, considerando suas fronteiras (ambiente externo) e quais soluções seriam necessárias para resolver a problemática da pesquisa.

O trabalho limitou sua pesquisa ao projeto arquitetônico, sem abordar diretamente os demais complementares, por compreender que o objeto estudado garante maior possibilidade de intervenção para os objetivos deste trabalho.

A pesquisa tem seu embasamento no conceito de Desempenho de projeto e apresenta alguns recortes no que se refere a quesitos de funcionalidade e acessibilidade, confrontando suas exigências com as da NBR 9050, possibilitando, desta forma, verificar no que se diferem e em que se assemelham contribuindo para possíveis melhorias da Norma de Desempenho.

Um segundo recorte encontra-se na revisão da metodologia na qual, acredita-se que o trabalho gere o conhecimento mais aprofundado do tema. Finalmente, o trabalho busca criar um processo que permita a aplicação das diretrizes de acessibilidade e funcionalidade, impostas pela Norma de Desempenho, em projetos, gerando uma

ferramenta que auxilie arquitetos, engenheiros e todos os profissionais da área nas tomadas de decisão no âmbito projetual.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa é dividida em duas partes, sendo a primeira parte a base teórica, ou seja, uma pesquisa de natureza básica exploratória, pois não prevê aplicação prática, mas gera conhecimento e informações acerca do assunto estudado, permitindo assim, uma maior compreensão da problemática. Aqui são abordadas questões acerca da Norma de Desempenho e a importância de sua inserção no processo de projeto desde suas fases iniciais; são analisados e comparados os requisitos de funcionalidade e acessibilidade estabelecidos pela NBR 15575 (ABNT, 2013) e pela NBR 9050 (ABNT, 2015) confrontando as exigências de ambas e verificando no que se diferem e em que se assemelham contribuindo para possíveis melhorias da primeira; são estabelecidas Diretrizes Projetuais no âmbito arquitetônico, com aplicabilidade em quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos.

Na segunda parte da pesquisa, são abordados os resultados das diretrizes estabelecidas que irão servir como base para a criação da ferramenta de apoio ao processo de decisão do projeto estruturada em uma metodologia de desenvolvimento. Assim, foi criado um protótipo básico através de validação prévia em uma metodologia de desenvolvimento – *DSR*, que permita a aplicação das diretrizes para acessibilidade e funcionalidade em projetos servindo de objeto de estudo.

Quanto à estruturação dos capítulos:

O capítulo um (01) aborda as considerações que embasam e estruturam a pesquisa, tratando da contextualização do problema, dos objetivos gerais e específicos, da justificativa para a pesquisa, da metodologia que será utilizada mais adiante para alcançar os objetivos, além das condições de contorno e estrutura do trabalho. Isso permite que o leitor consiga ter uma visão geral sobre a pesquisa além do que será discutido nos próximos capítulos.

O capítulo dois (02) estrutura a fundamentação teórica, espaço no qual foram abordados os temas pertinentes à pesquisa. A compilação desse conteúdo alimentou as etapas posteriores e direcionou as escolhas realizadas.

O capítulo três (03) já consiste na segunda parte da pesquisa, na qual aponta como a metodologia proposta fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa para que sejam alcançados resultados satisfatórios. Neste momento, é explicado como o método se relaciona com as etapas do trabalho.

O capítulo quatro (04) contém os primeiros resultados das análises da fundamentação teórica. Primeiramente, ocorre a estruturação das diretrizes de projeto para o desenvolvimento da ferramenta posterior, alcançando um dos objetivos da pesquisa além da justificativa da escolha do produto desenvolvido mais adiante.

O capítulo cinco (05) apresenta o processo de desenvolvimento do produto baseado na metodologia de desenvolvimento – *DSR* que permite a aplicação das diretrizes propostas para acessibilidade e funcionalidade em projetos utilizando, como prova de conceito, uma ferramenta de suporte ao processo de decisão do projeto que permita a aplicação dessas diretrizes nos quesitos mencionados.

O capítulo seis (06) apresenta os resultados e avaliações acerca de toda a pesquisa realizada mostrando que foi possível alcançar o objetivo da pesquisa de maneira satisfatória além de apresentar propostas para desenvolvimentos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo faz uma revisão bibliográfica acerca do tema central do trabalho relativo ao cenário do Setor de AEC, abordando os conceitos de Desempenho, Funcionalidade e Acessibilidade, estando estes aplicados ao processo de projeto. Ao tratar da Norma de Desempenho, são abordados seus aspectos históricos e estruturais. Como contribuição, são traçadas diretrizes para que o projeto atenda aos requisitos de acessibilidade e funcionalidade conforme as Normas de Desempenho e de Acessibilidade abordando ainda a problemática acerca da Norma de Desempenho não atender em sua totalidade a Norma de Acessibilidade existindo assim, uma incompatibilidade entre os valores referenciados por cada uma delas.

2.1. SETOR DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO (AEC)

Conforme aponta Brígite e Ruschel (2016), o processo de projeto de um edifício é composto por várias fases e intervenientes (projetistas construtores, financiadores, usuários, dentre outros), refletindo a complexidade do setor de AEC, que também decorre do caráter do artefato arquitetônico e do processo de decisão associado.

Conforme Pereira et. al., (2015), a busca por tecnologias que visem melhorar o processo de desenvolvimento do produto se traduz pela necessidade da indústria do ambiente construído desenvolver soluções que confirmem a qualidade requerida e menor custo a seu produto e agilidade da produção. A alta competitividade no setor da construção civil demanda soluções que auxiliem na otimização de recursos e processos, desta forma, os *softwares* e aplicativos vêm se tornando fundamentais neste processo.

Rezende e Andery (2008) apontam que o setor da construção civil apresenta um histórico de problemas relacionados à qualidade de seus produtos e serviços, assim, segundo Brígite (2013), o desempenho das edificações vem ganhando destaque no cenário atual transformando o setor de AEC, desde a publicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575 e do crescente anseio por certificações. Para a autora, o aumento da demanda pela qualidade dos projetos estimulou o desenvolvimento de estratégias e tecnologias capazes de auxiliar na tomada de decisão.

Entretanto, o processo de projeto aplicado ainda hoje no Brasil não apresenta garantias ao melhor desempenho do conjunto, devido à subjetividade na arte de projetar e ao baixo compartilhamento e interação entre os diferentes agentes envolvidos: projetistas, consultores, clientes e usuários finais (MELHADO, 2001; FABRICIO, 2002). Muitas decisões determinantes ao desempenho são tomadas isolada e hierarquicamente, sem projeção eficaz ao desempenho final (FIGUEIREDO; SILVA, 2012).

Dentro do ciclo da construção de um empreendimento, inicialmente, fez-se necessário abordar a importância do projeto, que é objeto central desta pesquisa, para todo o ciclo de vida de um empreendimento.

Conforme aponta Sanches e Fabrício (2008), a concepção e os projetos são itens fundamentais que irão determinar a qualidade e a melhoria do desempenho final dos edifícios, sendo a fase inicial, o momento que irá abarcar as tomadas de decisões e o desenvolvimento de formulações que irão refletir ao longo de todo o ciclo de vida da construção da edificação.

2.1.1. O Processo de Projeto Arquitetônico – Projeto Integrado

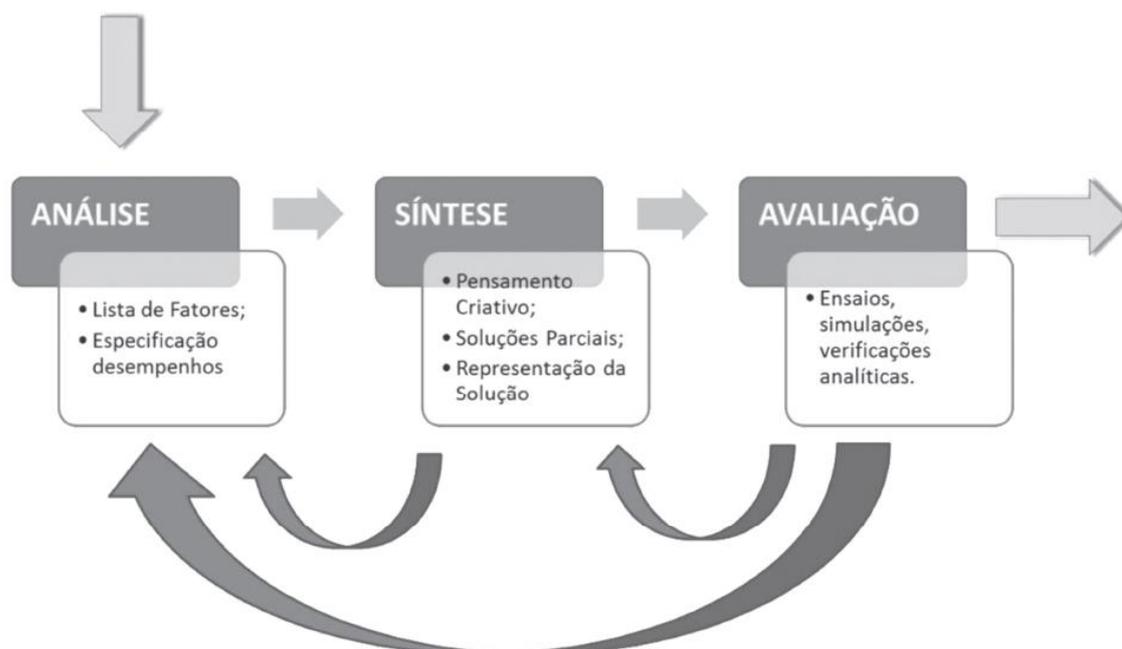
Devido ao aumento da competitividade no setor da construção civil, cresce a preocupação em torno da gestão do processo de projeto, visando atender as novas demandas do mercado. Pesquisas, congressos e workshops a respeito do tema se tornam frequentes, além da necessidade da inserção de disciplinas sobre o assunto nos currículos das universidades.

Conforme Romano (2006), o processo de projeto interpõe todo o processo construtivo de uma edificação na qual tem início no planejamento estendendo-se até o uso. Visando a obtenção de um resultado final eficaz e, conseqüentemente, de qualidade, divide-se o processo de projeto em etapas, pois, segundo Bertezini (2006), isso irá possibilitar que sejam identificadas as atividades que deverão ser realizadas durante todo o processo de desenvolvimento de projetos, tornando mais clara cada etapa do processo com o intuito de atingir o objetivo final, além de melhor definir o conteúdo e informações necessárias ao desenvolvimento de cada etapa, o que contribui para a transparência do processo, fluxo de informações e produtos finais melhor estabelecidos com vantagens no quesito custos e prazos.

O Centro de Tecnologia de Edificações CTE (1994) aponta que o processo de projeto é composto por levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto básico (pré-execução) e projeto executivo (detalhamentos). Já Novaes (2001) sugere uma fase a mais, que seria o *As Built*. Assim, Romano (2003) propõe três macro fases do processo de projeto, que seriam a Pré-projeção – planejamento do empreendimento; a Projeção – elaboração dos projetos da edificação; e a Pós-projeção – Acompanhamento da construção e uso, que englobariam todas as fases expostas acima.

Lawson (2005) ainda diz que, o número de fases do processo de projeto pode variar conforme a metodologia utilizada, porém, o ato de projetar pode ser compreendido através de um método composto de três estágios que irão se configurar em análise, síntese a avaliação, conforme será mostrado um resumo esquemático na figura 03 a seguir.

Figura 03: Método Sistemático de Projeto



Fonte: Brígite (2013)

Para Assumpção e Fugazza (2001), projeto pode ser definido como um processo que necessita envolver todos os agentes da cadeia produtiva ao longo do desenvolvimento do empreendimento, além de envolver várias etapas e atividades, nas quais são estabelecidas metas de prazos, custos e desempenho. Conforme Romano (2003), o processo de projeto, em suas diversas fases, envolve a participação de quatro intervenientes principais que são os empreendedores, projetistas, construtor e usuário. Cada um destes geram subprodutos do processo de projeto, mas sem deixar de manter uma visão global do sistema, para que seja possível obter um resultado de qualidade.

Segundo Okamoto et. al. (2015), para melhor qualidade do processo de projeto, deve haver maior interação entre projeto e produção fazendo uso de ferramentas para maior controle e garantia de qualidade, pois Okamoto (2015) discorre sobre o fato de ser através do trabalho multidisciplinar e colaborativo que o desempenho da edificação pode ser obtido alinhando todos os processos da cadeia produtiva. O autor supracitado ainda aponta que, em muitos momentos, ocorre a não conformidade dos padrões e especificações do projeto com a realidade, o que acaba resultando na insatisfação sobre o desempenho das edificações por parte do usuário final.

Conforme Kowaltowsky *et. al.* (2011), a visão de projeto integrado pressupõe um processo inteiramente multidisciplinar nas tarefas de projeto desde o início e, durante todo o processo de projeto, devem-se focar nas metas de desempenho. Assim, o conceito de desempenho de edificações tem ligação direta com a qualidade de gestão do processo de projeto, pois, como aponta Romano (2006), o produto final só atenderá às necessidades do usuário se todas as etapas do processo forem bem geridas, sendo o resultado final sempre maior do que se comparado às partes das contribuições individuais dos participantes.

Okamoto *et. al.* (2015) aponta ser imprescindível a definição de um padrão construtivo por parte da construtora que direcione o projeto, bem como as tecnologias empregadas, para que essas sejam compatíveis com as diretrizes da empresa. É importante também que os projetistas elaborem seus projetos dentro de uma equipe multidisciplinar. A autora aponta ser necessária a ligação entre as atividades de projeto de diferentes especialidades que estejam em níveis de amadurecimento parecidos, para que o edifício seja desenvolvido de forma integrada e simultânea.

Para Grilo *et al.* (2003), a falta da qualidade do processo de projeto é um dos principais empecilhos ao desenvolvimento tecnológico e a modernização da indústria da construção civil, pois ele ainda é visto como uma etapa que deve ser realizada nos menores prazos possíveis além de possuir baixo grau de comprometimento por parte de projetistas no que se refere ao acompanhamento da execução, operação e manutenção do edifício. Como aponta Grilo e Melhado (2003), tal situação ainda ocorre por conta de interesses particulares de alguns construtores e projetistas, pela falta de implantação de sistemas de gestão e controle, além da pressão por entregas rápidas de projetos e baixa capacitação por parte dos profissionais que são responsáveis por setores de desenvolvimento e gestão de projetos.

Grilo *et al.* (2003), discorre sobre a necessidade de uma gestão de qualidade no processo de projeto como propulsor do desenvolvimento tecnológico, pois a modernização da indústria da construção civil tem influência direta na qualidade do produto, na eficiência do processo construtivo e satisfação dos clientes. A ausência deste sistema gera retrabalho e desperdícios, além da não satisfação por parte dos clientes, considerando estes como participantes de toda a cadeia produtiva, pois

uma etapa bem gerida possibilita a perfeita compatibilização e sucesso das etapas seguintes.

2.1.2. Desempenho no Processo de Projeto Arquitetônico

Projetar implica uma série de tomadas de decisão baseadas em informações objetivas e subjetivas que vão desde o conceito do projeto, a caracterização do cliente, as funções a serem atendidas pelo edifício, relações do programa até o pré-dimensionamento (NEVES, 2012).

Segundo Parmeggiani (2014), o desempenho é um conceito que pode ser medido, porém, mesmo estabelecido pela NBR 15.575, não é um fator estacionário, pois seus parâmetros podem mudar e ser atualizados conforme as necessidades dos usuários mudem.

O desempenho esperado para a habitação deve considerar que:

- A satisfação do usuário está diretamente relacionada à possibilidade de espacializar suas necessidades;
- As necessidades são individuais;
- Ao projeto compete ser funcional e ser flexível, para que mantenha a funcionalidade em todos os estágios do ciclo de vida.

Para que o conceito de desempenho de uma edificação seja satisfeito, Kern *et. al.* (2014) aponta ser necessário uma mudança nas práticas de projeto e construção. A prática de projetar deve ter enfoque no desempenho desde a fase de projeto envolvendo questões relacionadas à sustentabilidade e durabilidade, que são conceitos de grande enfoque na atualidade. A abordagem baseada no desempenho favorece também o desenvolvimento de um setor baseado no conhecimento e na prestação de serviços e incentiva, além de uma melhor qualidade nas construções, o desenvolvimento tecnológico e a inovação (OKAMOTO, 2015).

Para Kern *et al.* (2014), o uso da metodologia de análise de desempenho exige o envolvimento de equipes multidisciplinares, sendo que no Brasil, o maior dificultador da aplicação da Norma de Desempenho é que, na construção civil, as normas especificam os meios e não os fins que se deseja atingir, o que contraria o conceito

fundamental da Norma de Desempenho, além das deficiências gerenciais das empresas construtoras. Segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA (2015), a Norma Brasileira de Desempenho aponta que no Brasil, ainda há um longo caminho a ser percorrido na determinação do desempenho de materiais e sistemas construtivos, pois a falta de demanda por laudos técnicos acarretou na estagnação em quantidade, capacidade e qualidade de laboratórios.

Para Okamoto e Melhado (2014), o desempenho é atendido por completo quando há contribuição e uma elaboração interdisciplinar entre os agentes da cadeia produtiva, desde a aquisição do terreno até tomadas de decisões em projeto, incluindo a escolha de fornecedores, materiais e até mesmo do sistema construtivo a ser adotado e se estende até as orientações aos usuários finais e a assistência técnica.

2.2. A NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO – ABNT NBR 15-575/2013

A indústria da construção apresenta-se como a atividade humana causadora de maior impacto sobre o meio ambiente, seja pelo consumo de recursos naturais, seja pela modificação da paisagem e geração de resíduos. Para Okamoto (2015), a norma torna necessário o conhecimento das origens de um produto especificado em projeto e utilizado na produção, além de se levantarem questões como o uso de energia e geração de resíduos durante a construção e uso.

2.2.1. Conceito de Desempenho e histórico em edificações

O estabelecimento de desempenho de uma edificação se baseia na definição de requisitos, critérios e métodos de avaliação a serem cumpridos pelos intervenientes para a edificação e seus sistemas. Dessa forma, quando tais requisitos, critérios e métodos de avaliação são abarcados nas fases que compõem o projeto, execução e uso de uma edificação, tem-se configurado o desempenho da mesma. Suas especificações são uma expressão das funções que competem à edificação ou aos seus sistemas (ABNT, 2013).

Brigitte (2013) aponta em seu estudo, que pesquisas voltadas ao desempenho de edificações foram amplamente incentivadas na década de 1970, principalmente nos

Estados Unidos e Europa, porém, foi somente na década de 1990, com o impulso de questões voltadas à sustentabilidade, que o conceito de desempenho começou a ganhar espaço desde a concepção até a demolição.

O Brasil alcançou pleno desenvolvimento no mercado da construção civil entre os anos de 2004 a 2013 segundo estudos do Sindicato da Indústria da Construção de Minas Gerais. Surgiu então, a necessidade de um instrumento normativo, capaz de dispor de metodologias para avaliar o desempenho das edificações, com o objetivo de garantir a qualidade das mesmas, desde a sua concepção até o seu uso e operação (CBIC, 2013).

Salgueiro (2016) aponta o surgimento da primeira versão da Norma de desempenho ABNT NBR 15575 no ano de 2008, impactando profissionais da indústria da construção brasileira como incorporadores e construtores, projetistas, além da indústria de materiais.

Em fevereiro de 2013 entrou em vigor a nova versão da NBR 15575 (ABNT, 2013), tratando não somente dos edifícios de até cinco pavimentos, como era limitado na versão 2008, mas também de todos os novos edifícios residenciais, independente do seu número de pavimentos e dos seus materiais constituintes, ficando estabelecidos requisitos mínimos e critérios de desempenho para às edificações habitacionais.

2.2.2. Estrutura da ABNT NBR 15.575/2013

A Norma de Desempenho de Edificações é dividida em seis partes: uma de requisitos gerais da obra e outras cinco referentes aos sistemas que compõem o edifício (estrutural, de pisos, de cobertura, de vedação e sistemas hidrossanitários). Para cada um deles a Norma estabelece critérios objetivos de qualidade e os procedimentos para medir se os sistemas atendem aos requisitos.

A Norma de Desempenho – ABNT 15.575 (2013) apresenta como incumbências ao projeto de arquitetura:

- Especificações compatíveis com Vida Útil de Projeto (VUP) e Utilização, considerando as atividades de manutenção previstas na fase de projeto;

- Considerações sobre as condições de exposição e uso previstas para cada empreendimento;
- Especificações incluindo características de desempenho de cada material e/ou sistema;
- Indicação das simulações e dos ensaios a serem efetuados na fase de projeto;
- Detalhamento dos sistemas construtivos adotados.

Ainda segundo a Norma de Desempenho – ABNT 15.575 (2013), uma análise de custo de vida é um processo que requer intensa alimentação de dados assim, o retorno final é extremamente dependente da qualidade e precisão dos dados fornecidos.

A Norma foi organizada levando em consideração as condições de implantação e as exigências dos usuários definindo os requisitos (características qualitativas) aos quais se pretende atender, estabelecendo critérios (grandezas quantitativas) para esse atendimento e sua forma de avaliação conforme o resumo esquemático da estruturação da norma mostrado abaixo.

Figura 04: Resumo esquemático da estruturação da Norma



Fonte: Norma de Desempenho – ABNT 15.575 (2013).

Os requisitos dos usuários devem ser atendidos de forma a promover segurança, habitabilidade e sustentabilidade, tendo para cada um desses tópicos solicitações particulares e expressos pelos seguintes fatores, conforme mostra o quadro 03 abaixo (Norma ABNT NBR 15.575, 2013):

Quadro 03: Requisitos dos usuários

Requisitos dos usuários	Requisitos relacionados
Segurança	Segurança estrutural
	Segurança contra o fogo
	Segurança no uso e na operação
Habitabilidade	Estanqueidade
	Desempenho térmico
	Desempenho acústico
	Desempenho lumínico
	Saúde, higiene e qualidade do ar
	Funcionalidade e Acessibilidade
	Conforto tátil e antropodinâmico
Sustentabilidade	Durabilidade
	Manutenibilidade
	Impacto ambiental

Fonte: Norma ABNT NBR 15.575, 2013 – Elaborado pela autora.

Segundo Pereira (2015), a NBR 15575 tem como objetivo atender as exigências dos usuários, do edifício e seus sistemas, quanto ao comportamento esperado em uso sendo então definidos os requisitos (quantitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, o que deve permitir, de forma clara, a mensuração de cada uma dessas exigências.

A Norma ABNT NBR 15.575 (2013) diz que os projetos devem ser desenvolvidos para que os sistemas e componentes tenham a durabilidade compatível com a VUP preestabelecida e para comprovar os níveis de desempenho, além de deixar claro a responsabilidade de cada um dos intervenientes da edificação – Construtores, incorporadores, projetistas e fabricantes de materiais, da edificação ao longo do tempo. O quadro com as responsabilidades de cada interveniente encontra-se exposto no anexo A, ao final desta pesquisa.

As avaliações de desempenho dos elementos e sistemas podem ser realizadas por meio de:

- Verificação de atendimento aos requisitos estabelecidos pelas normas brasileiras;
- Comprovação de durabilidade dos elementos ou sistemas, bem como sua correta utilização, conforme as normas a elas associadas que tratam da especificação dos elementos e componentes, sua aplicação e métodos de ensaio específicos.

Na inexistência de normas brasileiras por meio de normas estrangeiras:

- Por análise de campo pela inspeção em protótipos e edificações;
- Por análise dos resultados obtidos em estações de ensaio.

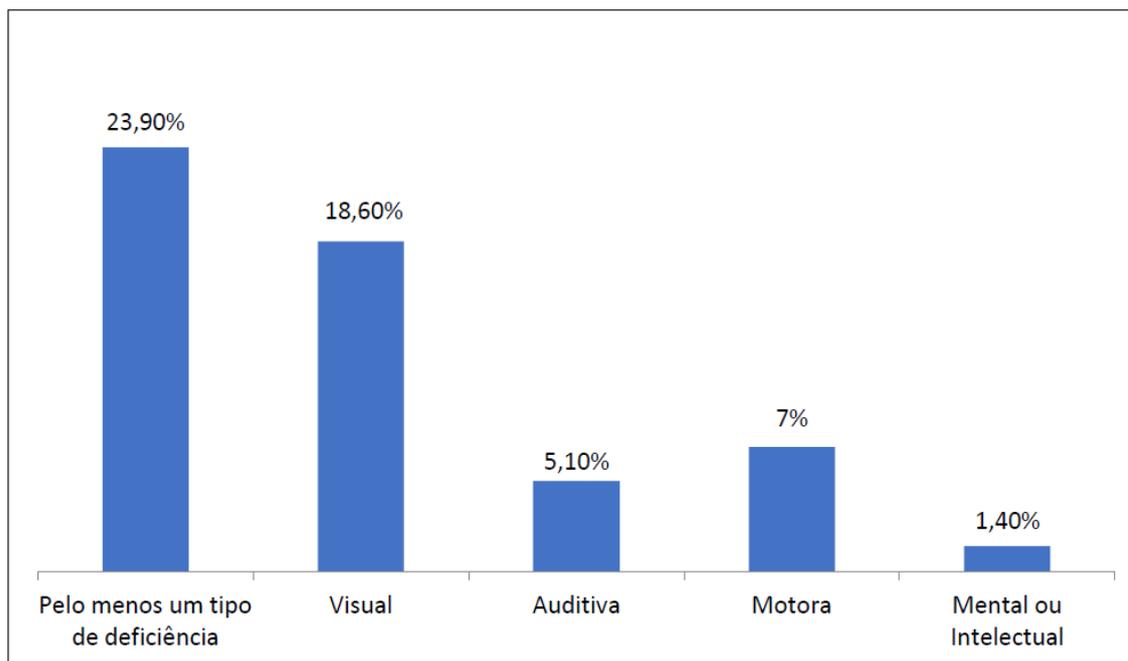
Para Kern et al. (2014), o uso da metodologia de análise de desempenho exige o envolvimento de equipes multidisciplinares, sendo que no Brasil, o maior dificultador da aplicação da Norma de Desempenho é que, na construção civil, as normas especificam os meios e não os fins que se deseja atingir, o que contraria o conceito fundamental da Norma de Desempenho, além das deficiências gerenciais das empresas construtoras.

2.3. ACESSIBILIDADE E FUNCIONALIDADE

Para apresentar a qualidade de ser habitável, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), considera que a habitação deve apresentar espaços mínimos dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas.

Dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no Censo Demográfico de 2010, demonstram a porcentagem dos diferentes tipos de deficiência das pessoas que compõem a população do Brasil.

Gráfico 01: Porcentagem dos tipos de deficiência da população do Brasil



Fonte: IBGE, 2012.

Segundo a Cartilha do Censo 2010, Pessoas com Deficiência (BRASIL, 2012), pessoas com diferentes idades, são atingidas por deficiências, algumas nascem com ela, outras a adquirem ao longo da vida, ratificando assim a questão de que a parcela da população no Brasil afetada com algum tipo de deficiência é expressiva.

Neste contexto, a engenharia e a arquitetura desempenham papel fundamental no cumprimento e na execução de projetos de edificações, segundo os requisitos das normativas existentes não só para atender as pessoas que possuem algum tipo de deficiência ou mobilidade reduzida, mas também àquelas que por algum motivo vier adquiri-las ao longo de suas vidas (CALDAS; MOREIRA; SPOSTO, 2015).

Conforme Salgueiro (2016), uma habitação deve atender as necessidades do usuário em todos os seus aspectos e ao longo de sua permanência na mesma, seja em áreas comuns ou privativas, considerando que, com o passar do tempo, suas necessidades mudam, seja com a chegada da fase idosa, ou por algum tipo de deficiência permanente ou temporária, ou até mesmo, pelo fato de estar com a mobilidade reduzida.

Conforme o autor supracitado, a necessidade de repensar os conceitos e práticas para a concepção das edificações habitacionais brasileiras, já propondo, em fase de projeto, adaptações futuras em suas áreas privativas, como forma de evitar o desconforto dos usuários, diminui gastos desnecessários com reformas para atendimento a possíveis necessidades que venham a surgir ao longo de suas vidas.

Uma observação é que a NBR 15.575-1 intitulada “Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho Parte 01: Requisitos Gerais” cita a NBR 9050 quando se trata do tema de acessibilidade. Desta forma, para que se atenda ao desempenho mínimo de habitações relacionado à acessibilidade aos portadores de deficiência, deve ser observada integralmente a NBR 9050/2015, “Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaços, mobiliário e equipamentos urbanos, para que se obtenha um dimensionamento universal, resultando na satisfação dos usuários”.

A exigência de funcionalidade e acessibilidade é dividida pela NBR 15575/2013 em quatro requisitos, os quais definem valores mínimos para o pé-direito, espaços mínimos dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas, o número mínimo de unidades habitacionais para pessoas com deficiência física e também os critérios que o incorporador ou construtor deve atender para comercializar unidades habitacionais com previsão de ampliação (NBR 15575/2013). Estes itens serão apresentados para maior compreensão no capítulo 2.4.

2.3.1. Acessibilidade

“Em 1980 a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, pela resolução n.º 31/123 de 1979, declarou o ano de 1981 como Ano Internacional da Pessoa Deficiente” (SILVA, 2002). O Ano Internacional da Pessoa Deficiente deu origem ao Programa Mundial de Ação para as Pessoas com Deficiência, que foi aprovado em Assembleia Geral das Nações Unidas (SILVA, 2002). Este programa propunha, entre várias outras ações de assistencialismo, a inserção total dessas pessoas na sociedade em condições de igualdade, de forma a oferecer equiparação de oportunidades (BRADDOCK; PARISH, 2000). Assim, Furlanetto et. al. (2013) aponta

a década de 1980 como a propulsora para o início efetivo das ações para a acessibilidade.

No Brasil é divulgada a primeira NBR 9050 em setembro de 1985, norma que tratava da “adequação das edificações e do mobiliário urbano à pessoa deficiente” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985).

Furlanetto et. al. (2013) aponta como a Lei Federal brasileira mais recente de promoção da acessibilidade a de nº. 10.098, de 19 de dezembro de 2000, regulamentada pelo Decreto nº. 5296 de 02 de dezembro de 2004. No artigo 10 desse decreto, diz-se que “a concepção e a implantação dos projetos arquitetônicos e urbanísticos devem atender aos princípios do Desenho Universal, tendo como referências básicas as normas técnicas de acessibilidade da ABNT, a legislação específica e as regras contidas neste Decreto” (BRASIL, 2004).

Furlanetto et. al. (2013) diz que a diferença entre uma habitação projetada com base no Desenho Universal e uma habitação adaptada a pessoas com deficiência está na concepção do projeto, desta forma, uma habitação adaptada visa atender unicamente pessoas com deficiência, seguindo as regras previstas pela NBR 9050, enquanto o Desenho Universal busca incorporar parâmetros dimensionais de uso e manipulação de objetos que alcance a todos, independentemente de seu tamanho, idade, postura ou condições de mobilidade, procurando respeitar a diversidade física e sensorial na concepção de espaços e objetos, resguardando ainda a autonomia.

Os equipamentos contidos no ambiente construído devem propiciar o uso independente, confortável e seguro para todos os cidadãos que deles necessitem. Conclui-se, então, que para se promover a acessibilidade em determinado ambiente, devem-se eliminar todas as barreiras existentes, que de alguma forma possam restringir as atividades do cidadão, independente de suas habilidades ou limitações, sem deixar de garantir-lhe independência, conforto e segurança no ambiente construído (FURLANETTO ET. AL., 2013). Isso é ratificado pelo autor supracitado quando o mesmo diz que a restrição ou dificuldade em realizar determinada tarefa não está no indivíduo e sim na relação entre este e o ambiente no qual está inserido.

2.3.2. Norma de Acessibilidade – NBR 9050

A NBR 9050 de 2004 intitula-se “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). A NBR 9050 (ABNT, 2015) define pessoa com mobilidade reduzida aquela que, temporária ou permanentemente, tem limitada sua capacidade de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo.

Caldas et. al. (2015) aponta que a NBR 9050 (ABNT, 2015) trata da adequação das edificações e do mobiliário urbano considerando as edificações habitacionais unifamiliares e multifamiliares e equipamentos urbanos assim, os parâmetros básicos para a concepção de uma edificação acessível devem ser trabalhados de forma integrada.

Segundo Fulanetto et. al. (2013), além do conceito de acessibilidade, também traz intrínsecos os conceitos de Desenho Universal, deficiência e restrição. A NBR 9050 foi criada em 1985, tendo passado até o presente momento por duas revisões, uma em 1994 e a última em 2004.

A NBR 9050 (ABNT, 2015) está assim dividida:

- Primeira parte – Aplicação da norma e definição de termos usados no documento como acessibilidade, deficiência e desenho universal;
- Segunda parte – Apresenta os parâmetros antropométricos que são necessários para formulação dos parâmetros técnicos;
- Terceira parte – Apresenta parâmetros técnicos e determinações para os elementos espaciais.

O ambiente exerce um papel fundamental na sociedade, uma vez que tem o poder de facilitar ou de impedir a realização das tarefas cotidianas dos cidadãos. Ao projetar o ambiente de maneira a ser um agente facilitador, garante-se o direito de igualdade sem nenhuma forma de discriminação, estabelecido pela Constituição Federal de 1988 (FURLANETTO ET. AL., 2013).

2.3.3. Funcionalidade

A habitabilidade está relacionada com as condições de interação dos indivíduos com uma edificação, sendo esta que dá a uma edificação a qualidade de ser ou não habitável, de forma que o desempenho das habitações, bem como o conforto dos usuários, devem ser levados em consideração para o estudo da habitabilidade (NBR 15575/2013).

Desta forma, as exigências (estanqueidade; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; **funcionalidade e acessibilidade**; conforto tátil e antropodinâmico) quanto à habitabilidade da NBR 15575/2013 estão relacionadas aos requisitos básicos que as edificações habitacionais devem possuir afim de que uma edificação se torne habitável.

Parmeggiani (2014) discorre sobre o fato de que, para que uma edificação seja habitável, a NBR 15.575 diz que ela deve apresentar espaços mínimos dos ambientes compatíveis com as necessidades humanas, não havendo conflito entre estes espaços e atendendo, desta forma, ao quesito funcionalidade existente na norma.

Pereira (2015) aponta que a funcionalidade está muito relacionada com a ideia de mínimo: função mínima, dimensionamento mínimo, desempenho mínimo, muitas vezes deturpando o conceito e resultando em projetos inadequados, comprometendo o desempenho das atividades, a acessibilidade e o conforto do usuário.

Assim, o autor citado acima diz que a funcionalidade trata das necessidades do usuário, das atividades relacionadas e da organização espacial, ou espacialização, compreendida pela geometria adequada do espaço para comportar o atendimento das atividades, de forma segura e confortável. Este é o conceito base de funcionalidade.

2.3.4. Habitabilidade – Acessibilidade e Funcionalidade

A Norma “estabelece os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis a edificações habitacionais, como um todo integrado, bem como a serem avaliados de forma isolada para um ou mais sistemas específicos” (ABNT, 2013).

O dimensionamento parte da distribuição dos equipamentos dentro do espaço que deverá acomodá-lo e a área mínima total que deverá ser respeitada, área mínima necessária, abaixo da qual o espaço perde sua utilidade. Essa área é apontada por Silva (1982) como Requisito Mínimo, condição que, se inexistente, o espaço comprometerá ou mesmo impedirá o desenvolvimento pessoal e coletivo dos usuários.

Como definições do Requisito “Funcionalidade e Acessibilidade”, são apresentados outros quatro requisitos relativos aos componentes, expostos no quadro 04 abaixo.

Quadro 04: Requisitos e critérios de Funcionalidade e Acessibilidade

Requisitos	Crítérios	Descrição
Apresentar altura mínima de pé-direito dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas.	16.1.1: Altura Mínima de Pé Direito.	A altura mínima de pé-direito não pode ser inferior a 2,50 m.
		Em vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas admite-se que o pé-direito se reduza ao mínimo de 2,30m.
		Nos tetos com vigas, inclinados, abobadados ou, em geral, contendo superfícies salientes altura piso a piso e ou o pé-direito mínimo, devem ser mantidos, pelo menos, em 80% da superfície do teto, admitindo-se na superfície restante que o pé-direito livre possa descer ao mínimo de 2,30m.
		Método de avaliação: Análise do projeto.

<p>Apresentar espaços mínimos dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas.</p>	<p>16.2.1 Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação.</p>	<p>Para os projetos de arquitetura de unidades habitacionais, sugere-se prever no mínimo a disponibilidade de espaço nos cômodos do edifício habitacional para colocação e utilização dos móveis e equipamentos-padrão (listados no Anexo X de caráter informativo).</p> <p>Método de avaliação: Análise do projeto.</p>
<p>Possibilidade de ampliação da unidade habitacional.</p>	<p>16.3.1 Ampliação de unidades habitacionais evolutivas.</p>	<p>O incorporador ou construtor deve anexar ao manual de operação, uso e manutenção as especificações e detalhes construtivos necessários para ampliação do corpo da edificação, do piso, do telhado e das instalações prediais, considerando a coordenação dimensional e as compatibilidades físicas e químicas com os materiais disponíveis regionalmente sempre que possível.</p>
<p>Para unidades habitacionais térreas e assobradadas de caráter evolutivo já comercializadas com previsão de ampliação, a incorporadora ou construtora deverá fornecer ao usuário projeto arquitetônico e complementares juntamente com o manual de uso, operação e manutenção com instruções para ampliação da edificação.</p>	<p>No projeto e na execução das edificações térreas e assobradadas de caráter evolutivo, deve ser prevista pelo incorporador ou construtor a possibilidade de ampliação, especificando-se os detalhes construtivos necessários para ligação ou a continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações.</p>	<p>No projeto e na execução das edificações térreas e assobradadas de caráter evolutivo, deve ser prevista pelo incorporador ou construtor a possibilidade de ampliação, especificando-se os detalhes construtivos necessários para ligação ou a continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações.</p> <p>Método de avaliação: Análise do projeto.</p>

Fonte: Adaptado NBR 15575 (ABNT, 2013).

No item 16.2.5 da NBR 15575-1 (ABNT, 2013) Requisito – Premissas de Projeto, a norma prescreve que o projeto deve prever para as áreas comuns e, quando contratado, também para as áreas privativas, as adaptações que normalmente referem-se a acessos e instalações; substituição de escadas por rampas; limitação de declividades e de espaços a percorrer; largura de corredores e portas; alturas de peças sanitárias; disponibilidade de alças e barras de apoio.

O anexo F (informativo) da NBR 15575-1 (ABNT, 2013) intitulado “Dimensões mínimas e organização funcional dos espaços”, visa apresentar como condição mínima a necessidade de considerar-se a dimensão mobiliário/equipamento e ainda seu espaço de uso, sugerindo algumas das possíveis formas de organização dos cômodos e dimensões compatíveis com as necessidades humanas, conforme aponta o quadro 05 abaixo.

Quadro 05: Móveis e equipamentos – Padrão

Atividades Essenciais/Cômodo	Móveis e equipamentos-padrão
Dormir/ Dormitório Casal	Cama de casal + guarda-roupa + criado mudo (mínimo 01).
Dormir/Dormitório para duas pessoas (2º Dormitório)	Duas camas de solteiro + guarda-roupa + criado mudo ou mesa de estudo.
Dormir/Dormitório para uma pessoa (3º Dormitório)	Cama de solteiro + guarda-roupa + criado mudo.
Estar	Sofá de dois ou três lugares + armário/estante + poltrona.
Cozinhar	Fogão + geladeira + pia de cozinha + armário sobre a pia + gabinete + apoio para refeição (02 pessoas).
Alimentar/tomar refeições	Mesa + quatro cadeiras.
Fazer higiene pessoal	Lavatório + chuveiro (box) + vaso sanitário
Lavar, secar e passar roupas	Tanque (externo para unidades habitacionais térreas) + Máquina de lavar roupa.
Estudar, ler, escrever, costurar, reparar e guardar objetos diversos.	Escritinha ou mesa + cadeira.

Fonte: Anexo F NBR 15575 -1 (ANBT, 2013).

A normativa NBR 15575 (ABNT, 2013) recomenda que os projetos de arquitetura de edifícios habitacionais prevejam, no mínimo, a disponibilidade de espaço nos cômodos do edifício habitacional para colocação e utilização dos móveis e equipamentos-padrão listados no quadro 05 e as dimensões mínimas de mobiliário e circulação apresentadas na tabela apresentada no anexo B que está ao final deste trabalho. Porém, cabe destacar que, segundo a própria NBR (2013), não são estabelecidas as dimensões mínimas de cômodos, deixando aos projetistas a competência de formatar os ambientes da habitação segundo o mobiliário previsto, evitando conflitos com legislações estaduais ou municipais que versam sobre dimensões mínimas dos ambientes, além de que, em caso de adoção em projeto de móveis opcionais, as dimensões mínimas devem ser obedecidas.

2.4. AVALIAÇÕES DO CAPÍTULO

A Norma, como instrumento a ser aplicado em todo o território nacional, não apresenta qualquer contextualização sobre o usuário, nem as necessidades individuais e de grupo familiar. A redução do número e tipo de atividades domésticas em uma lista essencial reduz também o entendimento a respeito da complexidade do conjunto de atividades que envolvem o habitar.

Ao confrontar a NBR 15575 (ABNT, 2013), com a NBR 9050 (ABNT, 2015), notou-se uma incompatibilidade entre a Norma de Desempenho e as recomendações definidas na NBR 9050 (ABNT, 2015).

Quando verificamos o rebatimento das **atividades nos equipamentos** entendidos como mínimos e os contrapomos às **dimensões recomendadas**, percebemos que:

- A escrivaninha como única opção para estudo e trabalho é indicada como mobiliário opcional, porém, existe uma demanda evidente para esse equipamento – estudar/trabalhar, usar computador – o que pode apontar para sua possível obrigatoriedade;
- O balcão (gabinete) é recomendado como obrigatório sem, no entanto, ser especificada sua dimensão mínima;

- Na cozinha, a única definição é quanto ao tamanho da pia (120 cm) o que já é apontado como restritivo. O armário sob a pia deve, logicamente ter a mesma dimensão deste equipamento, aproveitando o espaço integralmente;
- A área de armazenamento dos quartos é insuficiente;
- A atividade de manejo de roupas é reduzida à presença de tanque e máquina, porém, existe a necessidade de um varal;
- Não foi considerada área de armazenamento de produtos e utensílios de limpeza e manutenção doméstica;
- O tanque é externo nas unidades térreas. Tal condição deveria ser entendida como inadmissível posto haver tantas necessidades negligenciadas com essa condição;
- A máquina, sem a configuração do espaço da área de serviço, passa a ocupar o cômodo da cozinha ou do banheiro, comprometendo as atividades inerentes a esse espaço.

Já, a respeito da **capacidade e dimensões do mobiliário**, temos:

- Número muito reduzido de equipamentos, indicando alguns já em desuso (bidê e vaso sem caixa acoplada), por exemplo;
- Sofás e poltrona apresenta dimensões menores que aqueles disponíveis no mercado;
- Não inclui forno-micro ondas.

Em relação às **áreas de circulação** e uso:

- Destaca-se a área de circulação no banheiro, que é de apenas 40cm, praticamente obrigando ao adulto, caminhar de lado;
- As dimensões mínimas de mobiliário e circulação apresentadas são insuficientes para garantir um giro de 360° para uma cadeira de rodas que exige uma área livre de no mínimo 1,50m.

Enfim, a Norma não apresenta a relação direta entre algumas atividades e o cômodo. Entretanto, traça essa relação quando aponta a dimensão dos equipamentos/mobiliário das peças mínimas requeridas e, para alguns ambientes, a largura mínima a ser respeitada, como mostra o quadro anterior.

Após realização de levantamento bibliográfico, conclui-se que a 16.2 da NBR 15.575/2013 não oferece informações suficientes para orientar os projetos habitacionais principalmente no que diz respeito à funcionalidade dimensional. As relações e estruturação mais adequadas dos espaços também não são tratadas.

Buscando resolver essa problemática e atender aos requisitos impostos pela NBR 9050, é proposta uma Matriz Funcional com o objetivo de adequar os parâmetros impostos pela Norma de Desempenho NBR 15 575 que estão em desacordo com os impostos pela Norma de acessibilidade 9050. Esta irá incluir atividades domésticas e rol de equipamentos e mobiliário indicado, seguida das dimensões mínimas de cada peça de referência e seu espaço de uso. Essa Matriz deverá compor a Norma, orientando os projetistas no sentido das alternativas mais adequadas de organização e estruturação dos projetos habitacionais.

3. CONDUÇÃO DA PESQUISA FUNDAMENTADA EM *DESIGN SCIENCE* RESEARCH (DSR)

O uso da metodologia *DSR* se justifica pela necessidade da pesquisa em aplicar o conhecimento gerado em situações reais, propondo diretrizes projetuais e, utilizando como prova de conceito, uma ferramenta de suporte ao processo de decisão de projeto que permita a aplicação dessas diretrizes nos quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos, podendo ser aplicada em um contexto organizacional.

A pesquisa fundamentada em *DS* é estruturada em cinco etapas, sendo elas as etapas de Conscientização do problema; Sugestão; Desenvolvimento; Avaliação e Conclusão.

3.1. ETAPA DE CONSCIENTIZAÇÃO

Durante a etapa de Conscientização, foi identificada a problemática da pesquisa através de uma revisão de literatura com objetivo de compreender o atual cenário do setor de AEC, além de obter um maior entendimento acerca da aplicabilidade da Norma de Desempenho analisando e comparando seus requisitos de funcionalidade e acessibilidade estabelecidos pela NBR 15 575 e confrontados com os requisitos estabelecidos pela NBR 9050, sendo ambos, aplicados ao processo de projeto.

Esta etapa possibilitou entender a problemática envolvida, identificar as fronteiras da pesquisa (ambiente externo), através do reconhecimento de lacunas existentes no setor que englobaria a não existência de ferramentas de suporte que auxiliem arquitetos e projetistas a tratar de questões de acessibilidade e funcionalidade em projetos. Desta forma, a pesquisa tem como intuito propor este recurso estabelecendo diretrizes projetuais que serão inseridas em um modelo de protótipo a ser desenvolvido em cima do *sketchUp* e estabelecer um quadro de soluções empíricas identificando assim, artefatos que possam orientar na busca por soluções satisfatórias para tais problemas.

3.2. ETAPA DE SUGESTÃO

A etapa de Sugestão se dá logo após o reconhecimento das lacunas existentes na pesquisa – não existência de ferramentas de suporte que auxiliem arquitetos e projetistas a tratar de questões de acessibilidade e funcionalidade em projetos. Nesta etapa são abordadas as premissas e os requisitos necessários para a construção do artefato, através do estabelecimento de Diretrizes Projetuais no âmbito arquitetônico que são a base para que seja possível estabelecer o algoritmo para a criação da Ferramenta de apoio – *Plug-in* que oriente arquitetos e profissionais de projeto no processo de tomada de decisão, principalmente quando se tratar de assuntos voltados à funcionalidade e acessibilidade em projetos, vinculada às diretrizes estabelecidas na Norma de Desempenho e Norma de Acessibilidade tornando possível o desenvolvimento de protocolos com intuito de garantir a validade interna da pesquisa além de deixar claro sua rastreabilidade.

3.3. ETAPA DE DESENVOLVIMENTO

A fase de Desenvolvimento incide na construção do artefato em si em um ambiente interno. A escolha por um *Plug-in* – fornecido de forma gratuita através da plataforma *Google* de compartilhamento (armazém de Extensão do *SketchUp*), que auxiliem a aplicação de Diretrizes de funcionalidade e acessibilidade segundo a Norma de Desempenho e a Norma de Acessibilidade, se deu pela análise de alternativas existentes que preenchessem as necessidades previamente estabelecidas nas etapas anteriores, caracterizando-se pelo ambiente externo da pesquisa.

O objetivo principal é a proposição de diretrizes projetuais, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade e, utilizando como prova de conceito, um protótipo funcional para uma ferramenta de apoio, que se dará através de um *Plug-in* que irá disponibilizar e permitir a aplicação dessas diretrizes nos quesitos mencionados estando disponível em redes de computadores.

De modo a ratificar o objetivo da pesquisa, foi realizado um levantamento para a verificação de *plug-ins* já existentes na atualidade de forma a perceber como essas ferramentas funcionam e se contribuem de alguma forma para a aplicação da norma, percebendo assim, quais funcionalidades poderiam ser reproduzidas. Assim, foi realizado acesso ao banco de dados de desenvolvimento e compartilhamento de extensões do programa², no qual foram inseridas as seguintes palavras-chave: Desempenho, funcionalidade, acessibilidade, NBR 9050. Para nenhuma dessas buscas foi encontrado qualquer *plug-in* semelhante ao desenvolvido, validando assim, a contribuição da pesquisa para o meio.

3.4. ETAPA DE AVALIAÇÃO

Para avaliar a validade da pesquisa, são explicitados o ambiente interno que se dá pelo artefato em si, o ambiente externo da pesquisa no qual é caracterizado pelas lacunas existentes no Setor AEC, no que diz respeito à carência de ferramentas que auxiliem na aplicabilidade da Norma de Desempenho e os objetivos da pesquisa que é criar um sistema que auxilie de forma a melhorar a aplicabilidade da Norma de Desempenho no processo de projeto.

A avaliação do sistema é realizada pela própria equipe desenvolvedora do sistema a partir de uma abordagem empírica. Inicialmente é feita uma compilação das diretrizes impostas pela Norma de Desempenho NBR 15575, considerando apenas requisitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos, que contemplam o recorte da pesquisa e, posteriormente, esses dados são comparados aos valores mínimos impostos pela Norma de Acessibilidade NBR 9050.

² Endereço eletrônico: <https://extensions.sketchup.com/pt-BR>

Em um segundo momento, ao confrontar a NBR 15575 com a NBR 9050, nota-se uma incompatibilidade entre elas. Com intuito de resolver essa problemática é proposto um quadro, descrito no próximo capítulo, que contem diretrizes de forma que um projeto atenda a Norma de Desempenho no que diz respeito às áreas mínimas para cada ambiente e altura de pé direito sempre em acordo com a Norma mais exigente, no caso, a Norma de Acessibilidade.

Após estabelecer essas diretrizes, inicia-se a fase de desenvolvimento do protótipo em si. Inicialmente é gerado um projeto básico que contem os ambientes mínimos necessários e definidos pela Norma de Desempenho para que seja possível calcular as áreas e contrapor com as áreas mínimas impostas pela Norma de Acessibilidade e reunidas no quadro de diretrizes projetuais proposto.

Neste momento da pesquisa é possível realizar testes de usabilidade com o protótipo, já em fase funcional, pela equipe desenvolvedora. Assim, foram experimentadas várias possibilidades de leitura do objeto modelado e a cada etapa o sistema foi retroalimentado possibilitando assim que se encontrasse uma estrutura de código capaz de responder a problemática da pesquisa permitindo assim, a validação do sistema, evidenciando o que funcionou conforme o previsto e os ajustes necessários a serem realizados no artefato.

Por fim, a última etapa disponibiliza o protótipo que incorpora as modificações identificadas em cada etapa anterior e que irá fornecer os resultados esperados para esta pesquisa. Estas etapas da Avaliação caracterizam-se pela instanciação da pesquisa.

3.5. ETAPA DE CONCLUSÃO

Visto que na etapa de Conclusão são analisados os Desenvolvimentos e definido qual deles obteve melhor resultado diante o problema, a pesquisa pretende contribuir em pelo menos duas direções.

A primeira se relaciona ao objetivo de propor diretrizes projetuais, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade e, utilizando como

prova de conceito, um protótipo funcional para uma ferramenta de suporte ao processo de decisão do projeto que permita a aplicação dessas diretrizes em projetos. A segunda direção de contribuição está vinculada à própria estrutura algorítmica da ferramenta que se pretende adaptar para atender outras necessidades de apoio ao processo de projeto.

Neste sentido, no que se relaciona à estrutura do *DSR*, a pesquisa pretende contribuir estruturando a Classe de Problemas relacionada às ferramentas de apoio ao processo de projeto no setor de AEC já que as Diretrizes estabelecidas poderão ser aplicadas em diferentes contextos que busque atender uma mesma Classe de Problemas, melhorando a condição existente da gestão de empreendimentos do Setor de AEC e desenvolvendo conhecimentos.

4. PROPOSTA DE DIRETRIZES PROJETOAIS

Para estruturação da próxima etapa de pesquisa, o desenvolvimento do produto, percebeu-se a necessidade de avaliação da parte teórica inicialmente, com a finalidade de melhor estruturar as diretrizes de projeto para o desenvolvimento da ferramenta posterior.

4.1. PROPOSTA

A partir da análise da bibliografia referenciada, foi realizada a síntese do material pertinente à criação das diretrizes projetuais, e a partir de então, foi possível elencar as diretrizes a serem incorporadas durante o processo de projeto de arquitetura, demonstrando a importância da inserção da Norma de Desempenho durante todo o processo de projeto, principalmente em suas fases iniciais, de concepção do produto, auxiliando arquitetos, engenheiros e todos os profissionais da área nas tomadas de decisão. É importante ressaltar que nesta fase, o empreendimento pode sofrer alterações com menor impacto no empreendimento.

Tais diretrizes pretendem auxiliar o projetista de arquitetura interessado em prever a funcionalidade e acessibilidade do projeto, além de alimentar a próxima etapa da pesquisa, desenvolvida no capítulo 05, a ferramenta a ser criada com o desenvolvimento do trabalho.

A bibliografia elencada e o resultado obtido para este item foram direcionados para as atividades as quais são elementos primordiais para funcionalidade e acessibilidade em projetos, já expostos anteriormente: Altura mínima de pé direito e disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação.

As diretrizes propostas seguem abaixo, permitindo assim que os quesitos de acessibilidade e funcionalidade da Norma de Acessibilidade NBR 9050 fossem atendidos. A ferramenta proposta visa facilitar a aplicabilidade destas diretrizes ao longo de todo o processo de projeto, servindo de suporte nas tomadas de decisão no âmbito projetual.

4.1.1. Altura mínima de pé direito

O primeiro requisito apresentado pela Norma é o de “altura mínima de pé direito dos ambientes”. Estes deverão ser compatíveis com as necessidades humanas. Para que se atenda a tal requisito, seguem os seguintes critérios apresentados pela Norma:

- A altura mínima de pé-direito não pode ser inferior a 2,50m, exceto em vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas, ambientes nos quais se admite que o pé-direito se reduza ao mínimo de 2,30m;
- Nos tetos com vigas, inclinados, abobadados ou, em geral, contendo superfícies salientes altura piso a piso e ou o pé-direito mínimo, devem ser mantidos, pelo menos, em 80% da superfície do teto, admitindo-se na superfície restante que o pé-direito livre possa descer até ao mínimo de 2,30m.

O método de avaliação se dará através de análise de projeto.

4.1.2. Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação

O segundo requisito apresentado pela Norma é o de “disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação”. Este deve ser atendido segundo critérios apresentados pela Norma de Desempenho e revistos por esta pesquisa, pois a Norma não apresenta a relação direta entre algumas atividades e o cômodo.

Buscando resolver essa problemática e atender aos requisitos impostos pela NBR 9050, propõe-se uma Matriz Funcional. Esta irá incluir atividades domésticas e rol de equipamentos e mobiliário indicado, seguida das dimensões mínimas de cada peça de referência e seu espaço de uso. Essa Matriz deverá compor a Norma, orientando os projetistas no sentido das alternativas mais adequadas de organização e estruturação dos projetos habitacionais e será apresentada na tabela 01 abaixo:

Tabela 01: Matriz Funcional proposta

Atividades Essenciais	Mobiliário/Equipamento mínimo	Peça de referência	Dimensões (m)	Espaço de uso
Entrar e circular	Acesso à: casa, ambientes, equipamentos e mobiliário, além das esquadrias de forma direta e desobstruída.	Portas (vão livre)	0,80 m	0,85 x 0,85
		Circulação geral	0,80 m	0,80 x 0,80
		Circulação restrita	0,60 m	0,60 x 0,60
Conviver em família e visitas	Número de assentos igual número de leitos + apoio TV e som. Considerar a necessidade de espaço de dormir eventual.	Sofá 03 lugares com braço	1,90 x 0,80	1,90 x 0,60
		Sofá 02 lugares com braço	1,40 x 0,80	1,40 x 0,60
		Sofá cama 03 lugares	1,90 x 0,80	1,90 x 1,00
		Sofá cama 02 lugares	1,40 x 0,80	1,40 x 1,00
		Poltrona com braço	0,90 x 0,80	0,90 x 0,60
		Rack para TV	0,80 x 0,40	0,80 x 0,60
Trabalhar/ Recrear individual	Apoio para computador e espaço de armazenamento.	Mesa para computador com cadeira	0,90 x 0,50	0,90 x 0,60
		Armário aéreo 3pt	0,90 x 0,30	0,90 x 0,40
Preparar refeições	Trio básico para armazenar alimentos, guardar frios, preparar e cozinhar:	Fogão 04 bocas e forno	0,55 x 0,60	0,60 x 0,90
		Geladeira	0,70 x 0,70	0,60 x 0,90

	geladeira, pia e fogão. Equipamento para armazenar alimentos e utensílios. Equipamento para armazenar roupa de mesa, podendo acontecer associada a servir refeições.	Balcão 03pt ou 2p/4gav sob a pia e armário aéreo	1,20 x 0,50 / 1,20 x 0,30	1,20 x 0,90
		Balcão 02pt e armário aéreo	0,80 x 0,50 / 0,80 x 0,30	0,80 x 0,90
		Apoio para refeição (opcional)	0,80 x 0,40	0,80 x 1,30
Servir refeições	Mesa com assentos iguais ao número de leitos.	Mesa quadrada 04 lugares	0,90 x 0,90	0,90 x 0,60 (Cada lugar)
		Mesa quadrada 06 lugares	1,20 x 0,80	0,90 x 0,60 (Cada lugar)
Dormir/ Descansar/ Estudar	Leito para duas pessoas (casal + 2 solteiros). Equipamento para armazenar objetos, roupas pessoais e sapatos. Associar, preferencialmente, no “dormir casal”, equipamento para armazenar roupa de cama e banho. No “dormir filhos” associar superfície de trabalho para estudo, com equipamento de armazenamento.	Cama de casal	1,45 x 1,95	1,95 x 0,60
		Cama de solteiro	0,90 x 1,95	1,95 x 0,60
		Berço	0,70 x 1,35	1,35 x 0,60
		Roupeiro 06 portas	1,80 x 0,55	1,80 x 0,80
		Roupeiro 04 portas + gaveteiro / sapateira	1,20 x 0,55 + 0,70 x 0,50	1,20 x 0,80
		Mesa de estudos com cadeira	0,90 x 0,50	0,90 x 0,60
		Criado-mudo	0,45 x 0,30	0,60 x 0,40
Fazer higiene pessoal	Equipamentos para higienizar-se: lavatório e chuveiro/box. Atender necessidades fisiológicas – vaso sanitário. Considerar área externa ao box (secar e banho criança).	Lavatório c/bancada	0,55 x 0,35	0,80 x 0,60
		Vaso sanitário (caixa acoplada)	0,40 x 0,65	0,80 x 0,60
		Box retangular	0,80 x 1,00	0,80 x 0,60

Tratar roupas	Equipamentos para realização do ciclo completo de tratamento das roupas: tanque, máquina de lavar roupa e varal suspenso. Equipamento para armazenar produtos de limpeza.	Tanque	0,60 x 0,60	0,90 x 0,60
		Máquina de lavar roupa	0,60 x 0,60	0,80 x 0,60
		Varal suspenso	0,80 x 0,50	0,80 x 0,40
Realizar manutenção da casa	Equipamento para armazenar produtos / equipamentos de manutenção doméstica e ferramentas leves.	Balcão 2pt e armário aéreo	0,80 x 0,50 / 0,80 x 0,30	0,80 x 0,90

Fonte: Adaptado de Pereira, 2015.

4.1.3. Requisito – Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida

O terceiro e último requisito apresentado pela Norma e considerado neste trabalho é o de “adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida”. Para que se atenda a tal requisito, os critérios apresentados pela Norma são as adaptações de áreas comuns e privativas, ou seja, as áreas privativas devem receber as adaptações necessárias para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida nos percentuais previstos na legislação, e as áreas de uso comum sempre devem obedecer ao que estabelece a ABNT NBR 9050.

Essas adaptações se referem à:

Acessos e instalações:

- Todas as entradas devem ser acessíveis e, caso não seja possível, desde que comprovado tecnicamente, deve ser adaptado maior número de acessos;

Substituição de escadas por rampas:

- A inclinação transversal da superfície deve ser de até 2% para pisos internos e de até 3% para pisos externos.
- A inclinação longitudinal da superfície deve ser inferior a 5%.
- Superfícies com declividade maior ou igual a 5% são consideradas rampas.

- Recomenda-se prever uma área de descanso, fora da faixa de circulação, a cada 50 m, para piso com até 3% de inclinação, ou a cada 30m, para piso de 3% a 5% de inclinação.
- Os patamares no início e no término das rampas devem ter dimensão longitudinal mínima de 1,20m.

Limitação de declividades e de espaços a percorrer:

Largura de corredores e portas:

- As larguras mínimas para corredores devem ser 0,90m para corredores de uso comum com extensão até 4,00m;
- 1,20m para corredores de uso comum com extensão até 10,00m.
- As portas, quando abertas, devem ter um vão livre, de no mínimo 0,80m de largura e 2,10m de altura.

Alturas de peças sanitárias:

- As bacias e assentos sanitários acessíveis não podem ter abertura frontal e devem estar a uma altura entre 0,43m e 0,45m do piso acabado, medidas a partir da borda superior sem o assento.
- Com o assento, esta altura deve ser de no máximo 0,46m para as bacias de adulto.

Disponibilidade de alças e barras de apoio:

- Junto à bacia sanitária, quando houver parede lateral, devem ser instaladas barras para apoio e transferência.
- Uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80m, posicionada horizontalmente, a 0,75m de altura do piso acabado (medidos pelos eixos de fixação) a uma distância de 0,40m entre o eixo da bacia e a face da barra e deve estar posicionada a uma distância de 0,50m da borda frontal da bacia.
- Também deve ser instalada uma barra reta com comprimento mínimo de 0,70 m, posicionada verticalmente, a 0,10m acima da barra horizontal e 0,30m da borda frontal da bacia sanitária.

Diretrizes para a inserção de acabamentos de rampas e degraus que atendam aos fatores de acessibilidade:

- Os materiais de revestimento e acabamento devem ter superfície regular, firme, estável, não trepidante para dispositivos com rodas e antiderrapante, sob qualquer condição (seco ou molhado).

Diretrizes para atendimento aos desníveis de alturas entre as soleiras:

- As soleiras das portas ou vãos de passagem que apresentem desníveis de até no máximo um degrau devem ter parte de sua extensão substituída por rampa com largura mínima de 0,90m e com inclinação em função do desnível apresentado.

O método de avaliação se dará através de análise de projeto.

4.2. ESCOLHA DO PRODUTO A SER DESENVOLVIDO

Seguindo a metodologia de desenvolvimento de produto e com o objetivo de identificar qual a melhor ferramenta a ser desenvolvida para responder às necessidades de projeto dos arquitetos e projetistas nas diversas fases de seu trabalho, referencia-se nesta pesquisa o questionário realizado por Carvalho (2018), apresentado na íntegra no apêndice, ao final deste trabalho e aplicado a estudantes do Mestrado em Ambiente Construído pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o desenvolvimento de um *plug-in* atende de maneira satisfatória ao público alvo da pesquisa respondendo de forma efetiva a problemática da pesquisa.

Durante a escolha da ferramenta de projeto, conclui-se que o programa que melhor atende a problemática da pesquisa é o *SketchUp* pois, de acordo com Andrade (2007), o programa é uma ferramenta ligada à computação gráfica (CG) estando presente atualmente nos cursos de arquitetura e urbanismo como matéria eletiva para formação completa, além de ser, conforme questionário realizado por Carvalho (2018), o programa mais utilizado ultimamente no mercado de trabalho e *software* de maior aceitação entre os profissionais da área.

Assim, a escolha do *software SketchUp* se justifica devido à popularização do programa pois, apesar dele não ser a ferramenta mais avançada, ele foi escolhido devido à sua facilidade de aprendizado e manipulação, pela ampla utilização no meio eletrônico e pela possibilidade de criação de *plug-in* em seu código aberto de programação.

O *SketchUp* é um *software* próprio para a criação de modelos em 3D no computador. Foi originalmente desenvolvido pela *At Last Software*, empresa estadunidense com sede em Boulder, Colorado, a qual foi adquirida pelo *Google* (SKETCHUP, 2017). Ele é um produto extremamente versátil e de fácil utilização. Pode ser usado por qualquer atividade profissional que necessite desenvolver rascunhos de produtos tridimensionais (SKETCHUP, 2017).

Ellis; Torcellini; Crawley (2008) dizem que a ferramenta é muito utilizada na arquitetura nas fases conceituais de projeto devido à facilidade de esboço, assim, este fato corrobora com a escolha da ferramenta nesta pesquisa porque a mesma procura atuar na fase inicial do projeto acreditando que as decisões do projeto arquitetônico impactam de forma significativa em todo o processo.

Outra justificativa pela escolha do *SketchUp* foi a abertura do programa para a criação de *plug-ins*. O programa utiliza uma linguagem de programação denominada *Ruby*, que é considerada simples para operação e o próprio programa oferece interpretação embutida para executar o código para o desenvolvimento de *plug-ins* (ELLIS; TORCELLINI; CRAWLEY, 2008). Ainda, segundo Manegotto e Mierlo (2002), a linguagem *Ruby* tem utilização gratuita além de ser compatível entre as versões da linguagem, desde a sua criação até a interface com outras linguagens.

Para certificar de que não existia disponível no mercado um produto similar ao desenvolvido, foi realizado acesso ao banco de dados de desenvolvimento e compartilhamento de extensões do programa³ no qual foram inseridas as seguintes palavras-chave: Desempenho, funcionalidade, acessibilidade, NBR 9050. Para nenhuma dessas buscas foi encontrado qualquer *plug-in* semelhante ao desenvolvido, validando assim, a contribuição da pesquisa para o meio.

³ Endereço eletrônico: <https://extensions.sketchup.com/pt-BR>

5. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O *plug-in* desenvolvido será fornecido de forma gratuita através da plataforma *Google* de compartilhamento (armazém de Extensão do *SketchUp*), através da qual o usuário vai poder adquirir, instalar e aplicar a ferramenta no seu dia a dia.

Ao adquirir a ferramenta e instalar no *software SketchUp*, aparecerá um ícone correspondente ao *plug-in* na interface do programa. Ele poderá ser acionado a qualquer momento da modelagem tridimensional do projeto.

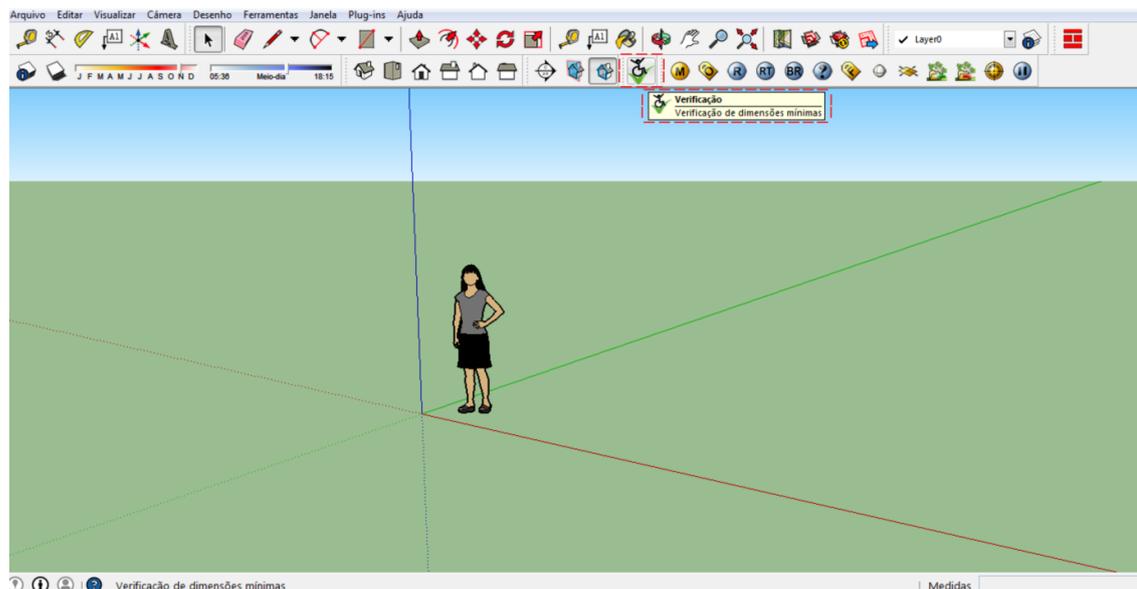
O símbolo a ser utilizado como ícone, foi elaborado a partir da junção de um símbolo de validação (“V”) com um símbolo conhecido ao se tratar de acessibilidade, conforme apresenta a figura 05 abaixo. A ideia foi demonstrar que o projeto será validado conforme atenda aos itens de funcionalidade e acessibilidade em projeto.

Figura 05: Símbolo a ser utilizado como ícone



Fonte: Autora.

A figura 06 mostra a inserção do ícone na interface do programa (destacado em tracejado), que pode ser remanejado nas barras de comando laterais ou superior.

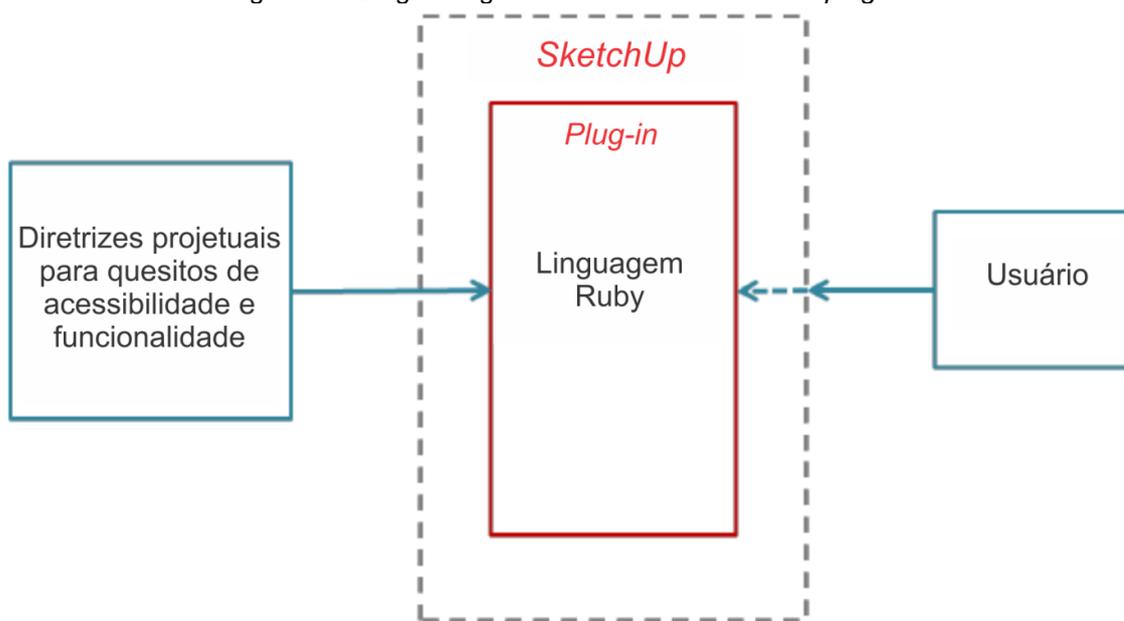
Figura 06: Ícone na interface do *SketchUp*

Fonte: Autora.

Quando acionado, o *plug-in* irá apresentar, por meio de comunicação gráfica com o usuário do programa – através de janelas que irão conter textos, imagens e *gifs* explicativos; diretrizes de projeto que auxiliem arquitetos e profissionais da área nas tomadas de decisão além de apresentar alternativas para garantir o atendimento a quesitos de funcionalidade e acessibilidade em projetos.

De forma gráfica, este processo pode ser resumido na figura 07. Durante a utilização do *software*, o usuário terá acesso às diretrizes e alternativas para projeto através do código desenvolvido que conecta estes dois elementos através da linguagem de programação *Ruby*, que, ao ser acionada, comunicará ao usuário a biblioteca de diretrizes de projeto.

Figura 07: Diagrama gráfico de funcionamento do *plug-in*:



Fonte: Adaptado de STIEGERT, 2017.

5.1. ESTRUTURA DO CÓDIGO

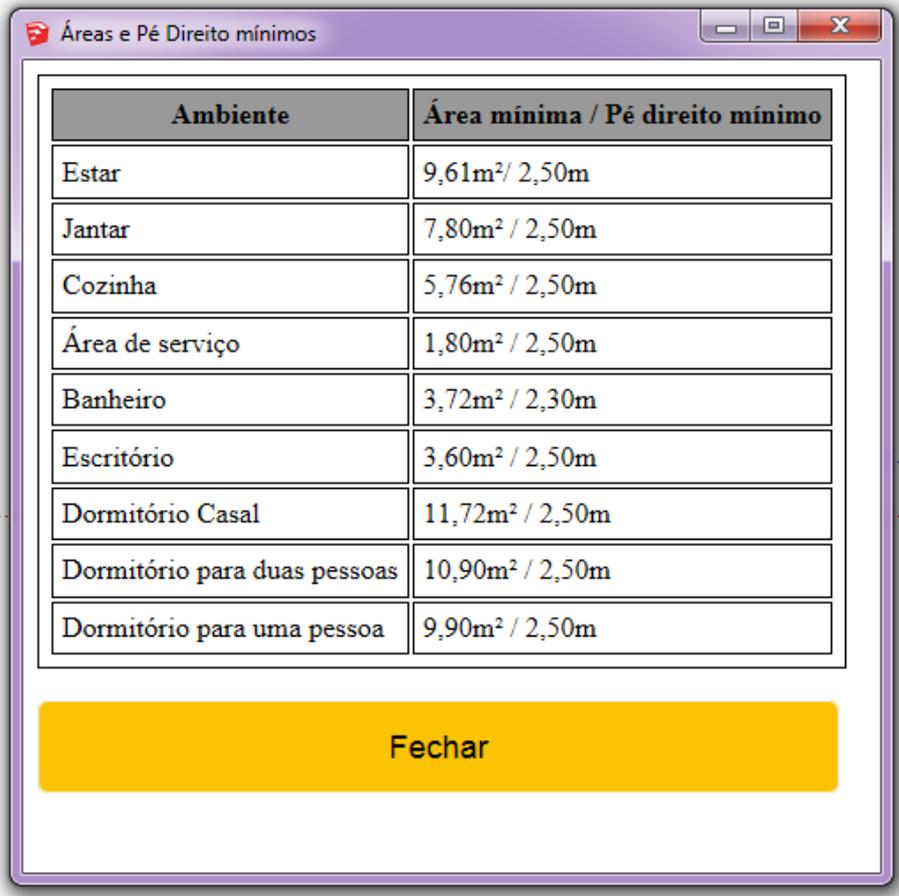
A versão final e completa do código até aqui desenvolvido encontra-se no anexo C, ao final deste trabalho. A versão foi desenvolvida através do aplicativo Notepad ++, um editor de texto e de código fonte aberto que, suporta várias linguagens de programação, rodando sob o sistema Microsoft Windows. Na figura 08, mostrada logo abaixo, é apresentado um recorte desse código que é um software livre escrito em C++ e de distribuição gratuita (SOURCEFORGET, 2012).

A figura 09 apresenta um esquema da primeira janela desenvolvida no código para melhor entendimento de como a linguagem escrita em C++, configura o *plug-in* desenvolvido. O código exemplificado é utilizado para a tradução da janela da interface com o usuário.

Figura 08: Recorte do código desenvolvido para o *plug-in*

```
29 <table>
30 <tr>
31 <th>Ambiente</th>
32 <th>Área mínima / Pé direito mínimo</th>
33 </tr>
34 <tr>
35 <td>Estar</td>
36 <td>9,61m2 / 2,50m</td>
37 </tr><tr>
38 <td>Jantar</td>
39 <td>7,80m2 / 2,50m</td>
40 </tr><tr>
41 <td>Cozinha</td>
42 <td>5,76m2 / 2,50m</td>
43 </tr><tr>
44 <td>Área de serviço</td>
45 <td>1,80m2 / 2,50m</td>
46 </tr><tr>
47 <td>Banheiro</td>
48 <td>3,72m2 / 2,30m</td>
49 </tr><tr>
50 <td>Escritório</td>
51 <td>3,60m2 / 2,50m</td>
52 </tr><tr>
53 <td>Dormitório Casal</td>
54 <td>11,72m2 / 2,50m</td>
55 </tr><tr>
56 <td>Dormitório para duas pessoas</td>
57 <td>10,90m2 / 2,50m</td>
58 </tr><tr>
59 <td>Dormitório para uma pessoa</td>
60 <td>9,90m2 / 2,50m</td>
61 </tr>
62 </table>
```

Fonte: Autora.

Figura 09: Interface do *plug-in* com o usuário – Relatório de diretrizes propostas

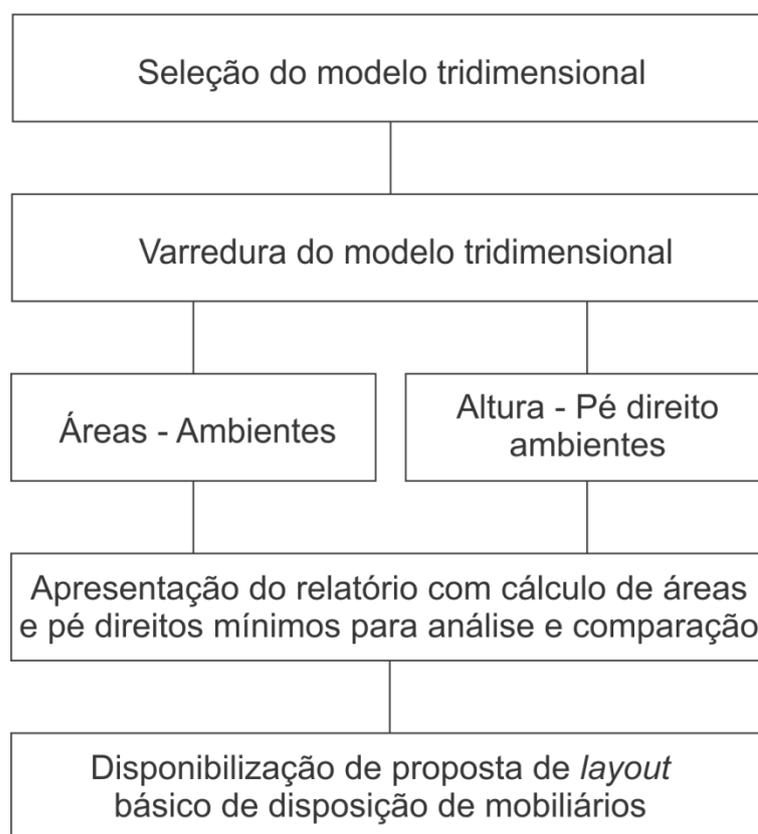
Ambiente	Área mínima / Pé direito mínimo
Estar	9,61m ² / 2,50m
Jantar	7,80m ² / 2,50m
Cozinha	5,76m ² / 2,50m
Área de serviço	1,80m ² / 2,50m
Banheiro	3,72m ² / 2,30m
Escritório	3,60m ² / 2,50m
Dormitório Casal	11,72m ² / 2,50m
Dormitório para duas pessoas	10,90m ² / 2,50m
Dormitório para uma pessoa	9,90m ² / 2,50m

Fechar

Fonte: Autora.

Para abordar cada uma das etapas de utilização do *plug-in* e, como forma de estruturar as Diretrizes Projetuais previamente estabelecidas, foi elaborado um fluxograma, que será apresentado logo abaixo nas figuras 10 para, em seguida, apresentar a demonstração da sua aplicação prática de acordo com cada etapa.

Figura 10: Fluxograma de funcionamento do *plug-in*:



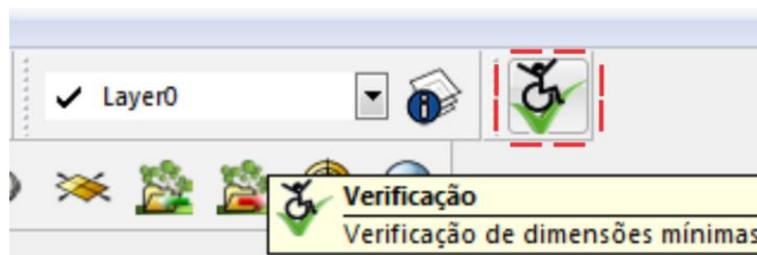
Fonte: Autora.

Inicialmente, é necessário que o usuário instale o *plug-in*. Para isso, basta estar com o programa aberto, clicar em *Window > Preferences > Extensions* e na tela aberta, clicar em *Install Extension*, clicando logo em seguida em *Ok*, para finalizar a instalação.

O ícone do *plug-in* aparecerá automaticamente na tela principal do *SketchUp*.

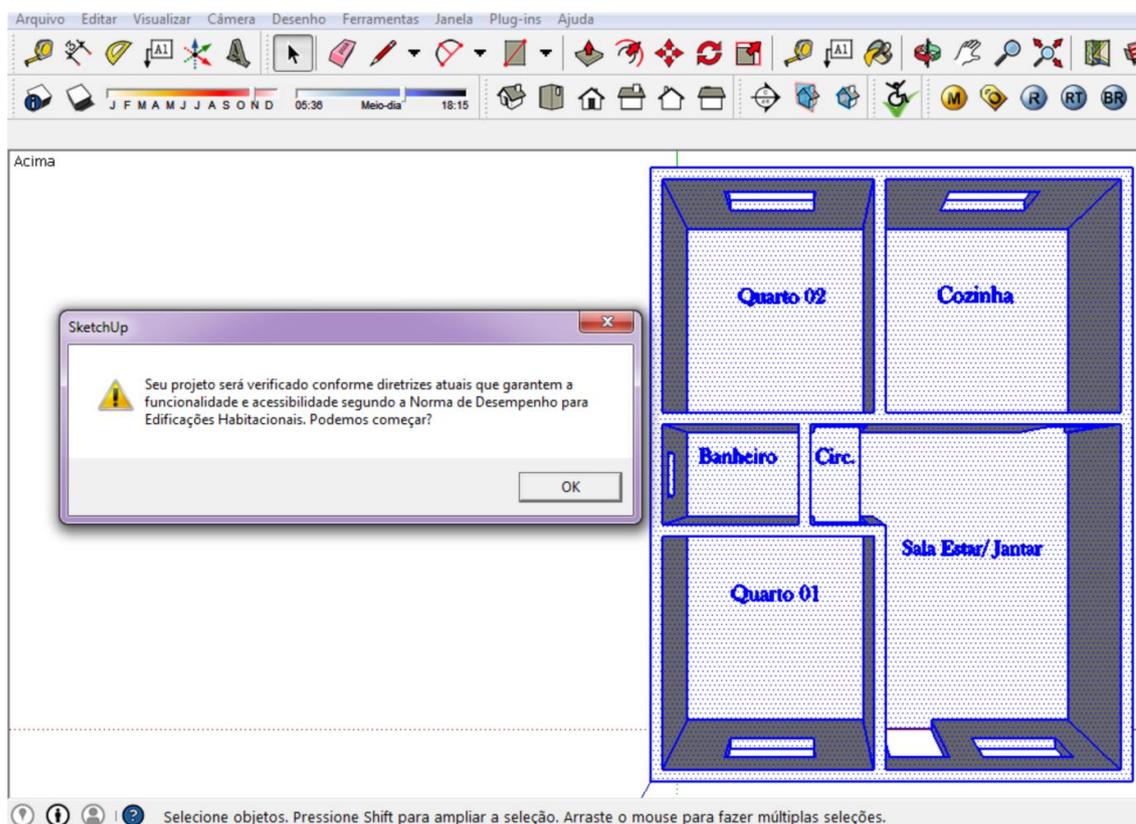
5.2. FUNCIONAMENTO DO *PLUG-IN*

O funcionamento é simples e autoexplicativo. O usuário irá selecionar o projeto em questão e clicar no ícone no momento em que desejar no decorrer do projeto, conforme demonstra a figura 11 abaixo:

Figura 11: Ícone na barra do *SketchUp*:

Fonte: Autora.

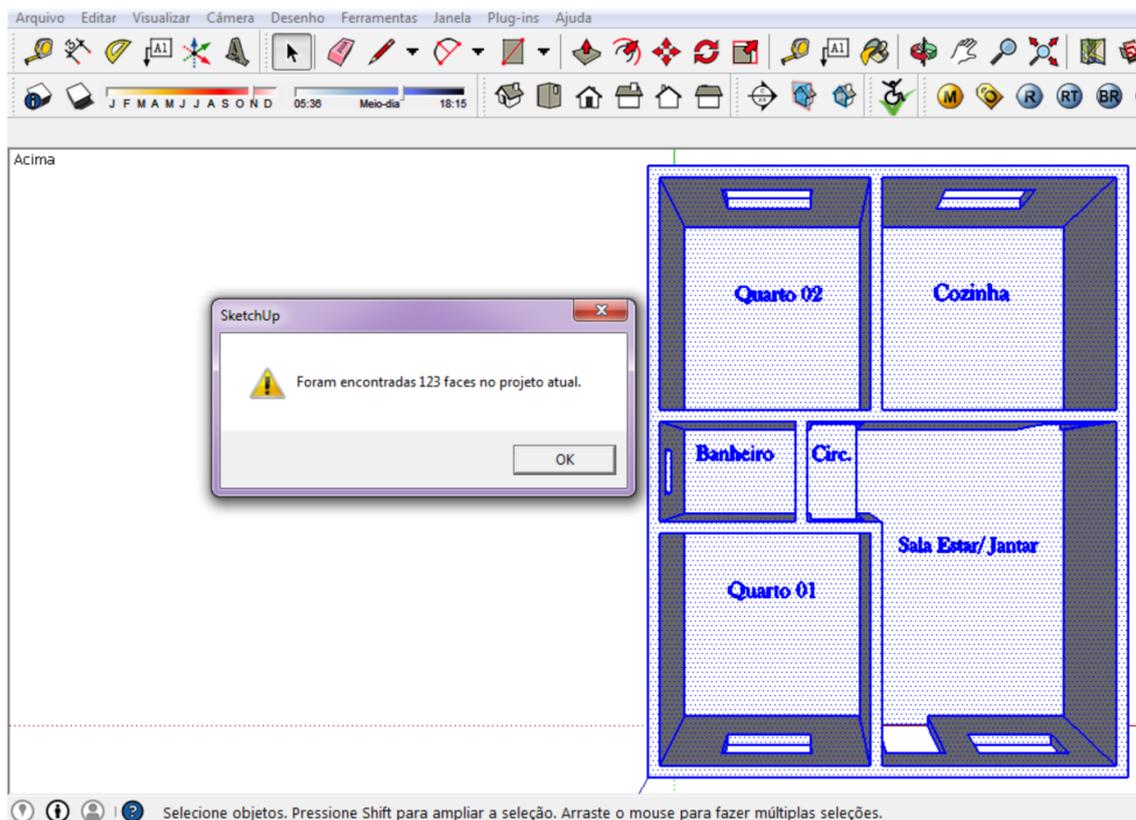
Acionando o ícone, automaticamente aparecerá uma tela de abertura, na qual aparecerá uma mensagem inicial explicando a principal função do *plug-in* em questão: “Seu projeto será verificado conforme diretrizes atuais que garantem a funcionalidade e acessibilidade segundo a Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais. Podemos começar?”, conforme mostra a imagem 12 abaixo:

Figura 12: Acionamento do *plug-in*:

Fonte: Autora.

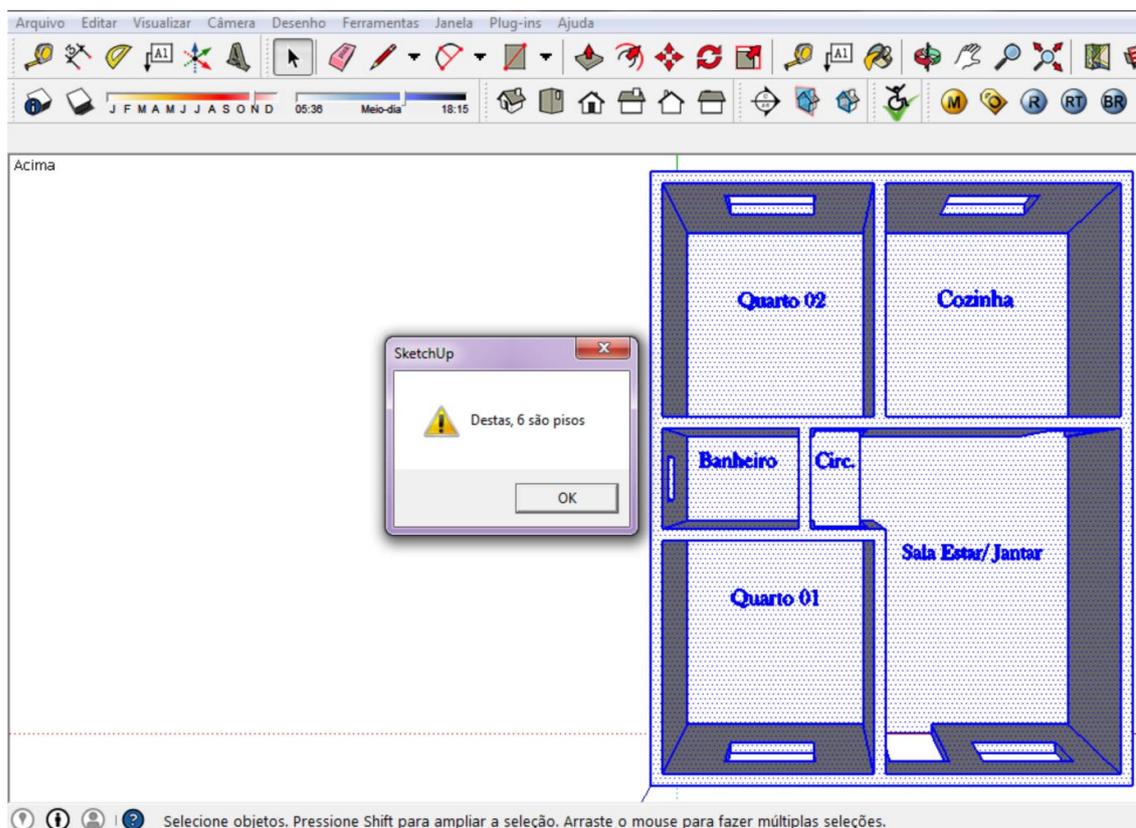
A seguir, o *plug-in* irá realizar uma varredura no projeto para detectar todas as faces encontradas indicando quantas destas faces são pisos, conforme as figuras 13 e 14 abaixo:

Figura 13: Varredura realizada pelo *plug-in* indicando as faces encontradas no projeto:



Fonte: Autora.

Figura 14: Varredura realizada pelo *plug-in* indicando quais das faces encontradas são pisos:



Fonte: Autora.

Feito isso, ele irá indicar as áreas e pés direito de cada ambiente projetado e, paralelamente, abrirá uma tela com um relatório de todos os ambientes mínimos especificados pela Norma de Desempenho mostrando áreas e pés direitos mínimos determinados pela Norma de Acessibilidade. Os dados divergentes entre as duas normas foram confrontados e, após minucioso estudo, respeitado e seguindo sempre a norma de maior rigor, reunidos na Matriz Proposta por esta pesquisa, conforme mostra a imagem 15 abaixo:

Figura 15: Leitura de áreas e pés direito e abertura da matriz proposta para confrontar dados:

Acima

Áreas e Pé Direito mínimos

Ambiente	Área mínima / Pé direito mínimo
Estar	9,61m ² / 2,50m
Jantar	7,80m ² / 2,50m
Cozinha	5,76m ² / 2,50m
Área de serviço	1,80m ² / 2,50m
Banheiro	3,72m ² / 2,30m
Escritório	3,60m ² / 2,50m
Dormitório Casal	11,72m ² / 2,50m
Dormitório para duas pessoas	10,90m ² / 2,50m
Dormitório para uma pessoa	9,90m ² / 2,50m

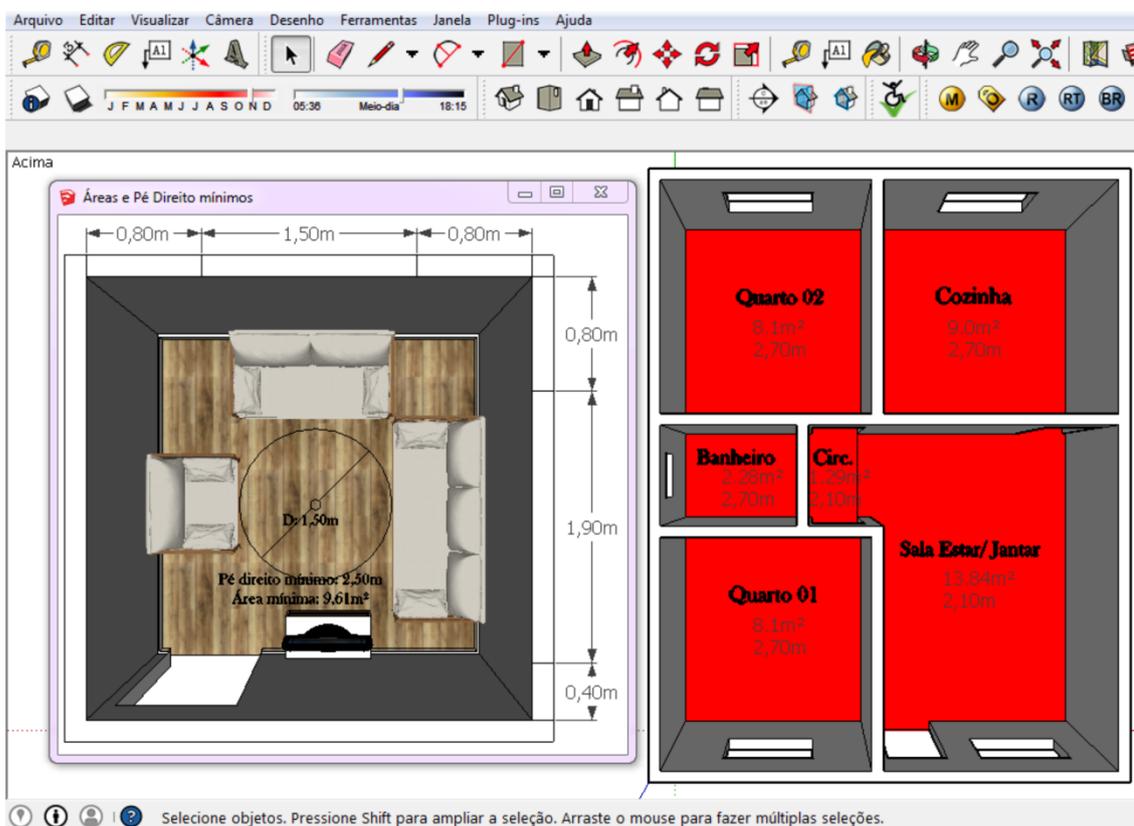
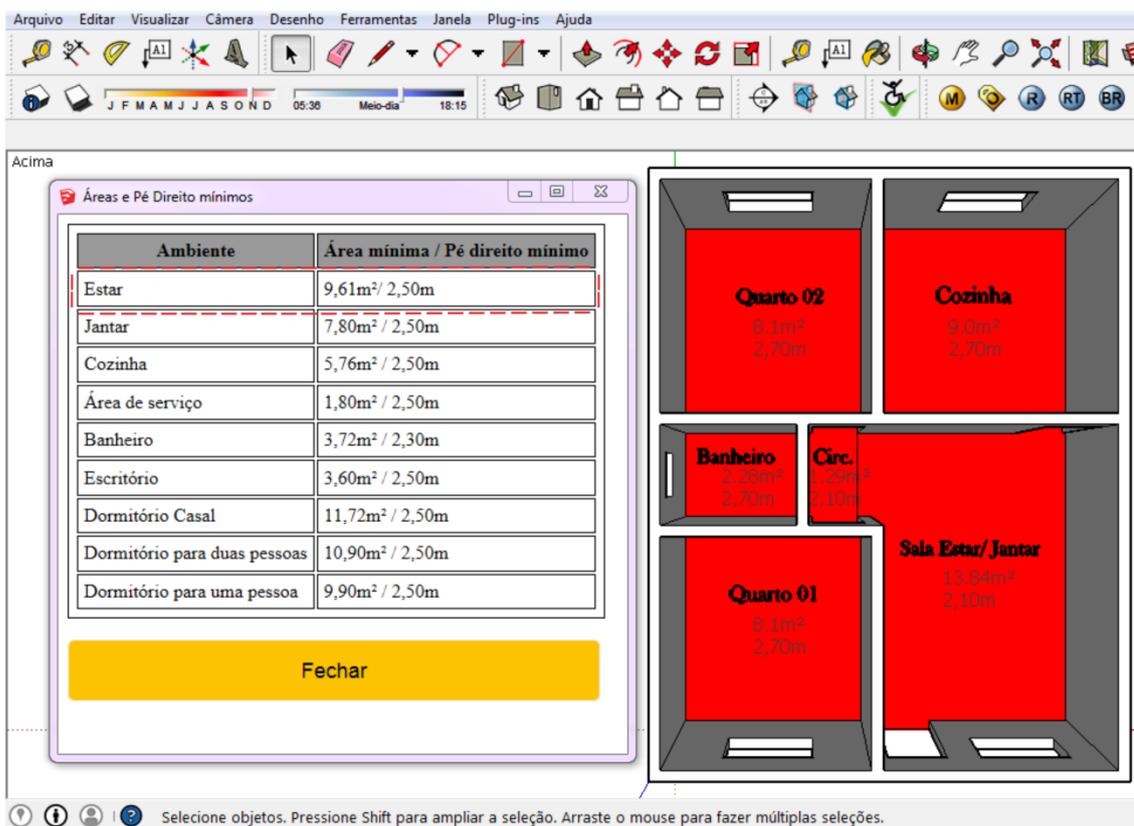
Fechar

Selecione objetos. Pressione Shift para ampliar a seleção. Arraste o mouse para fazer múltiplas seleções.

Fonte: Autora.

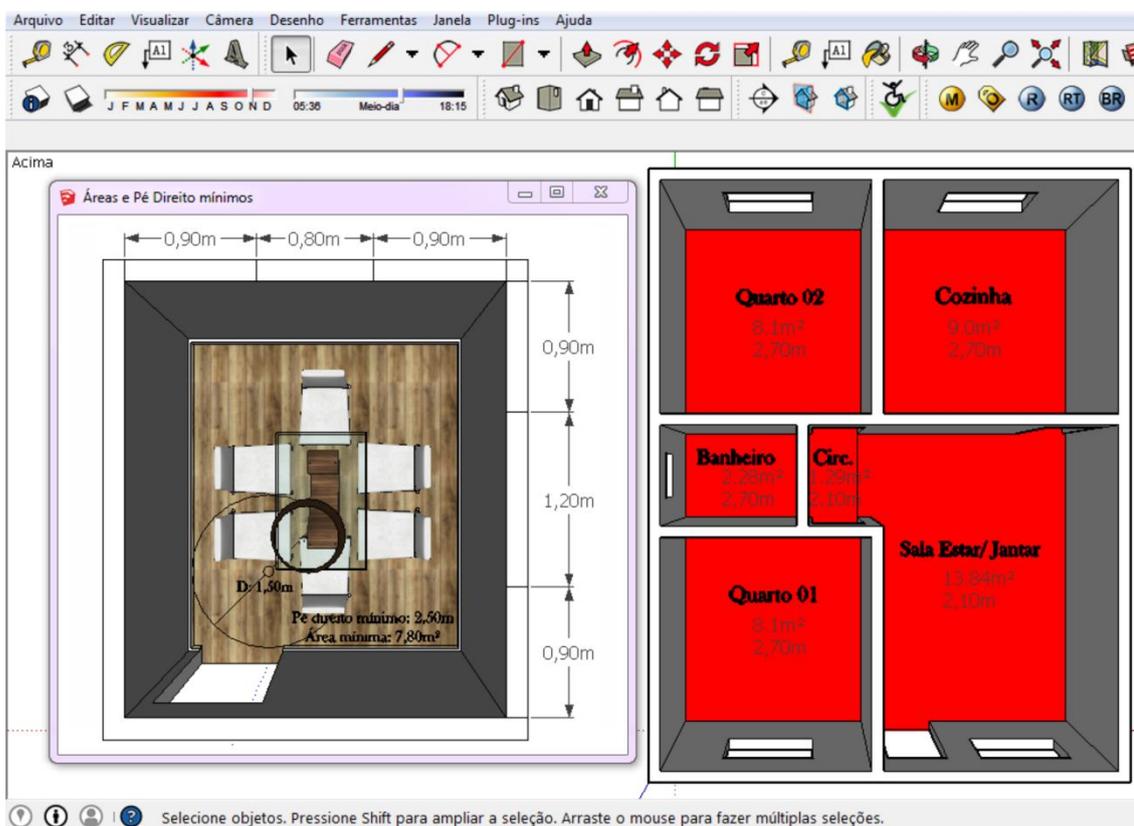
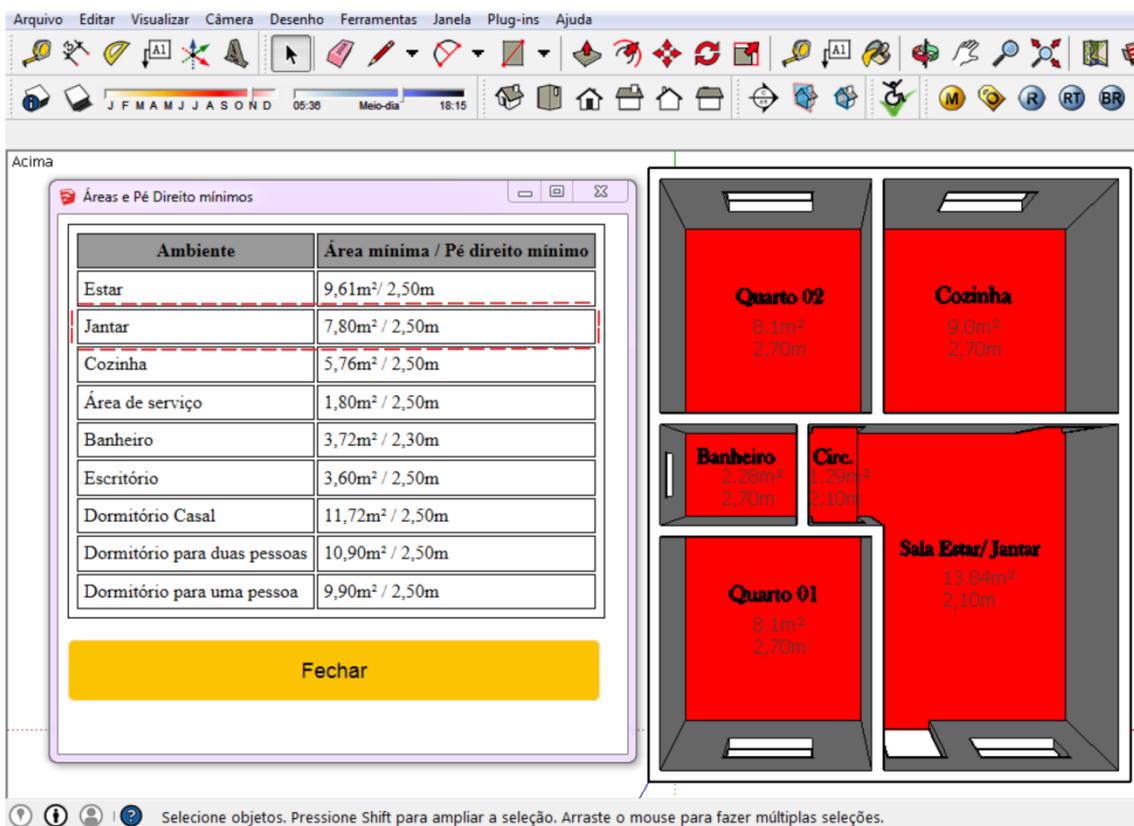
Após esta etapa, o usuário poderá clicar sobre o ambiente desejado e a ferramenta irá disponibilizar uma imagem que apresente uma proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários, já com as dimensões mínimas impostas, para que este ambiente atenda as especificações de funcionalidade e acessibilidade, conforme será mostrado nas figuras 16 a 24 abaixo. Feito isso, o usuário poderá voltar à tela anterior clicando em outro ambiente ou comparando seu projeto com o relatório finalizando assim o processo.

Figura 16: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Sala de estar:



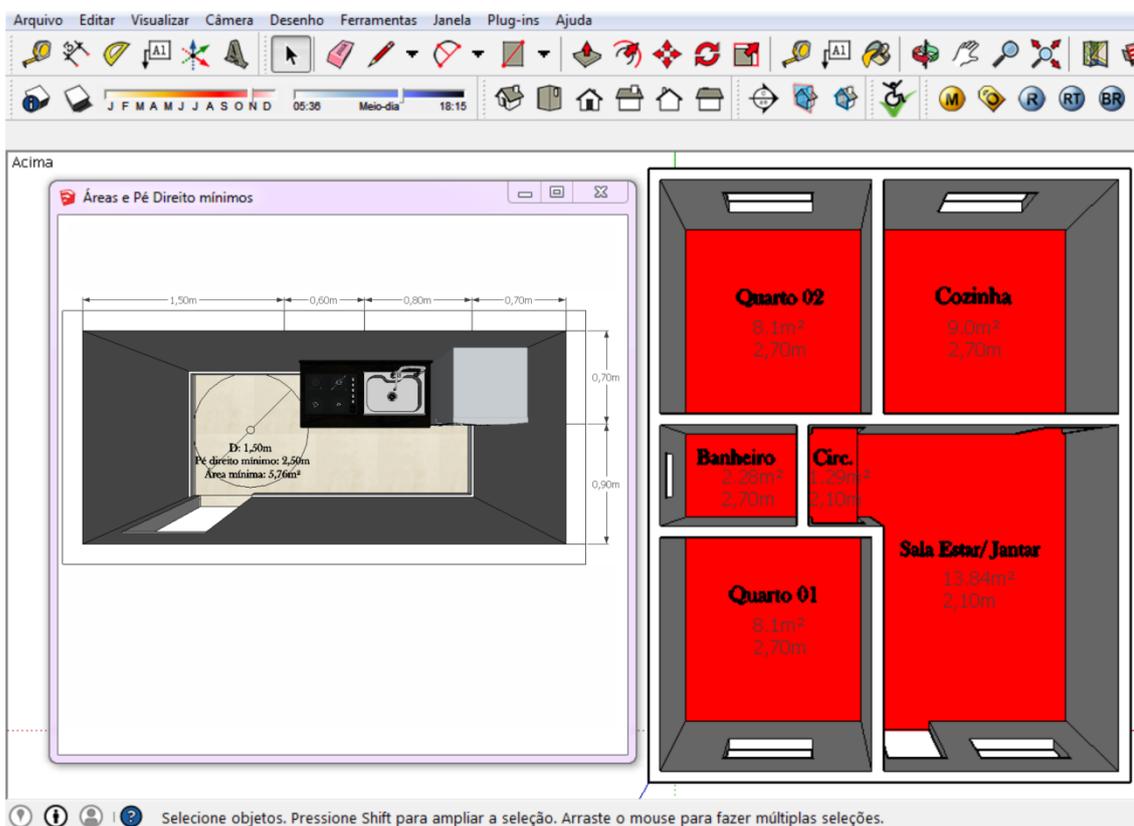
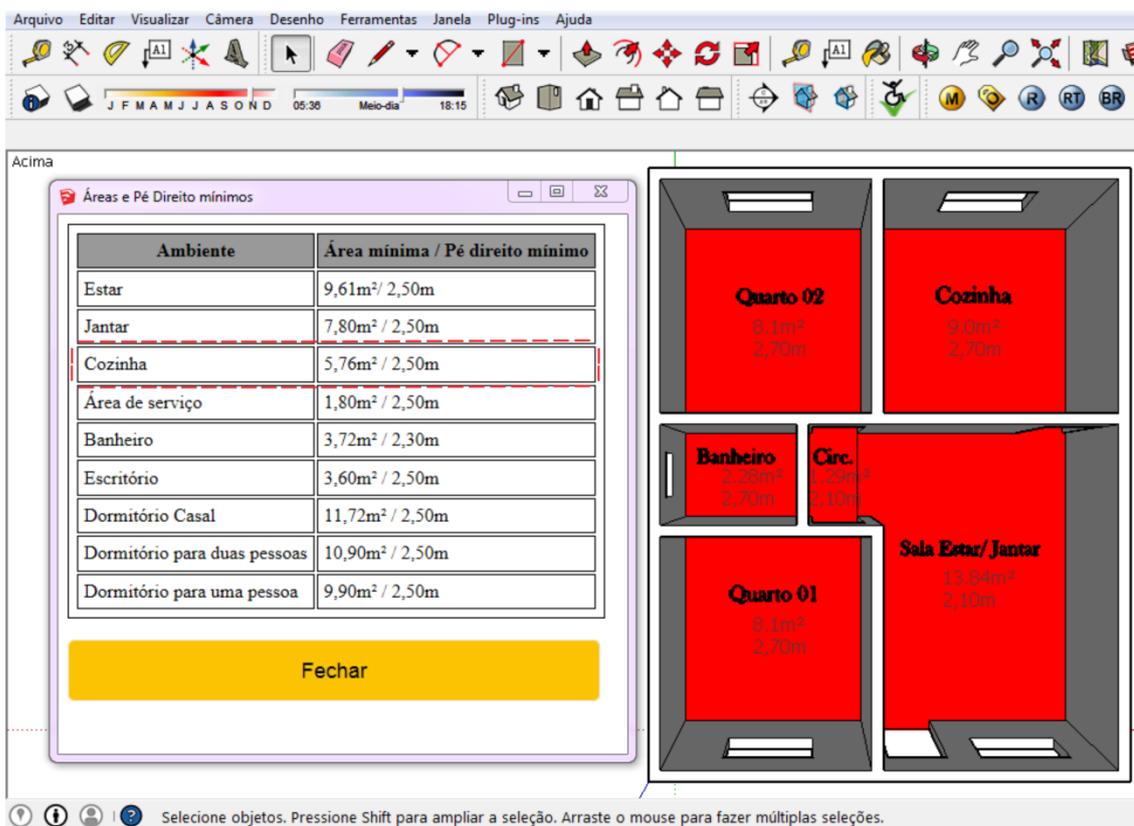
Fonte: Autora.

Figura 17: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Sala de jantar:



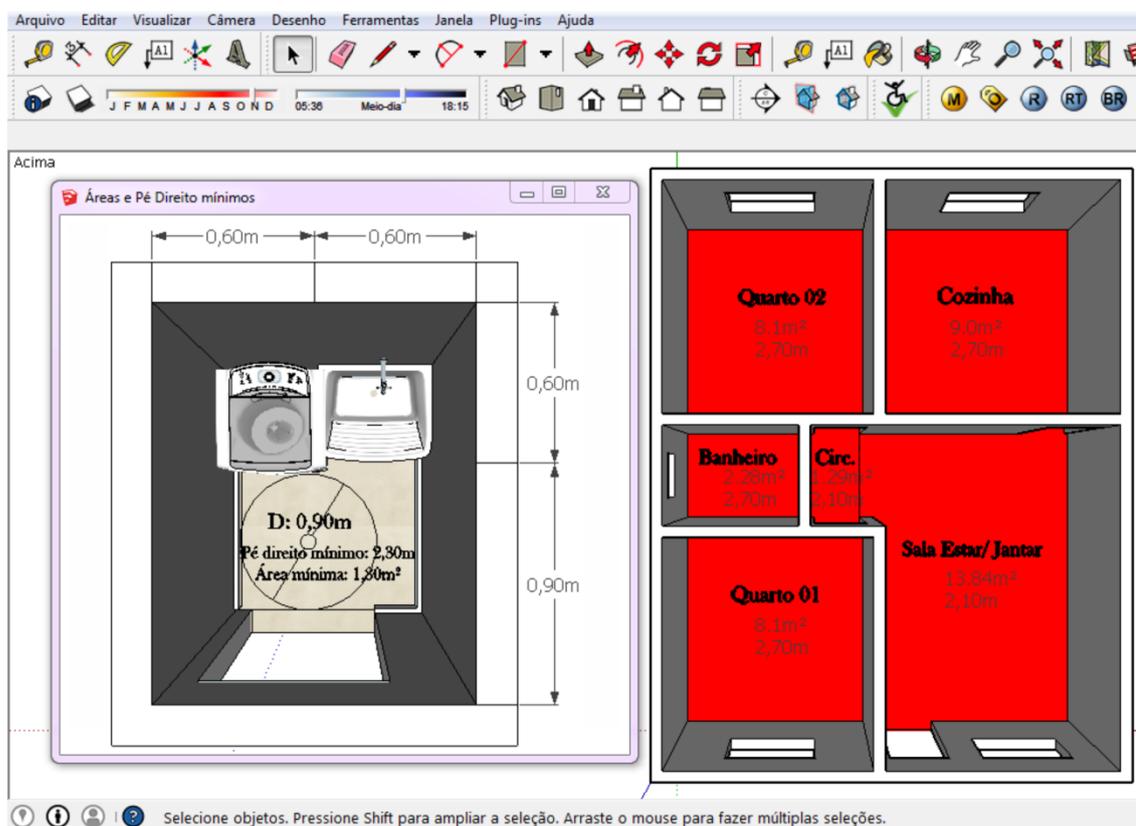
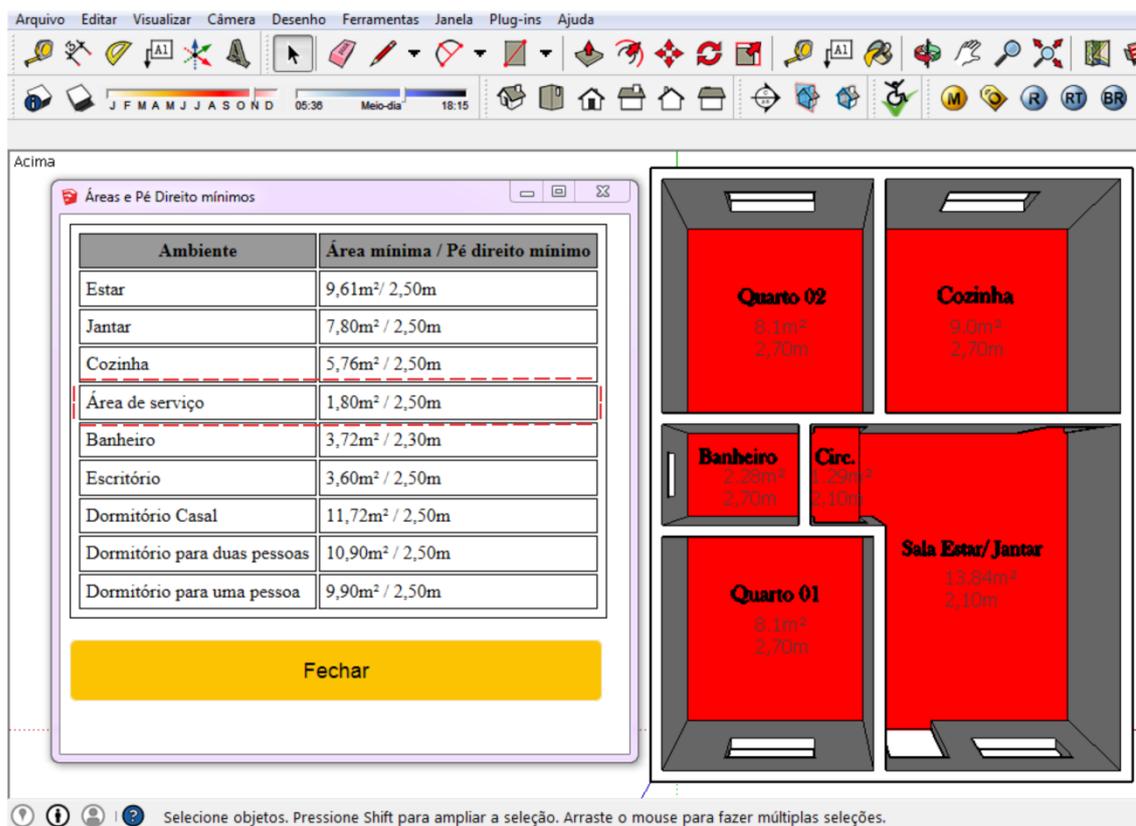
Fonte: Autora.

Figura 18: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Cozinha:



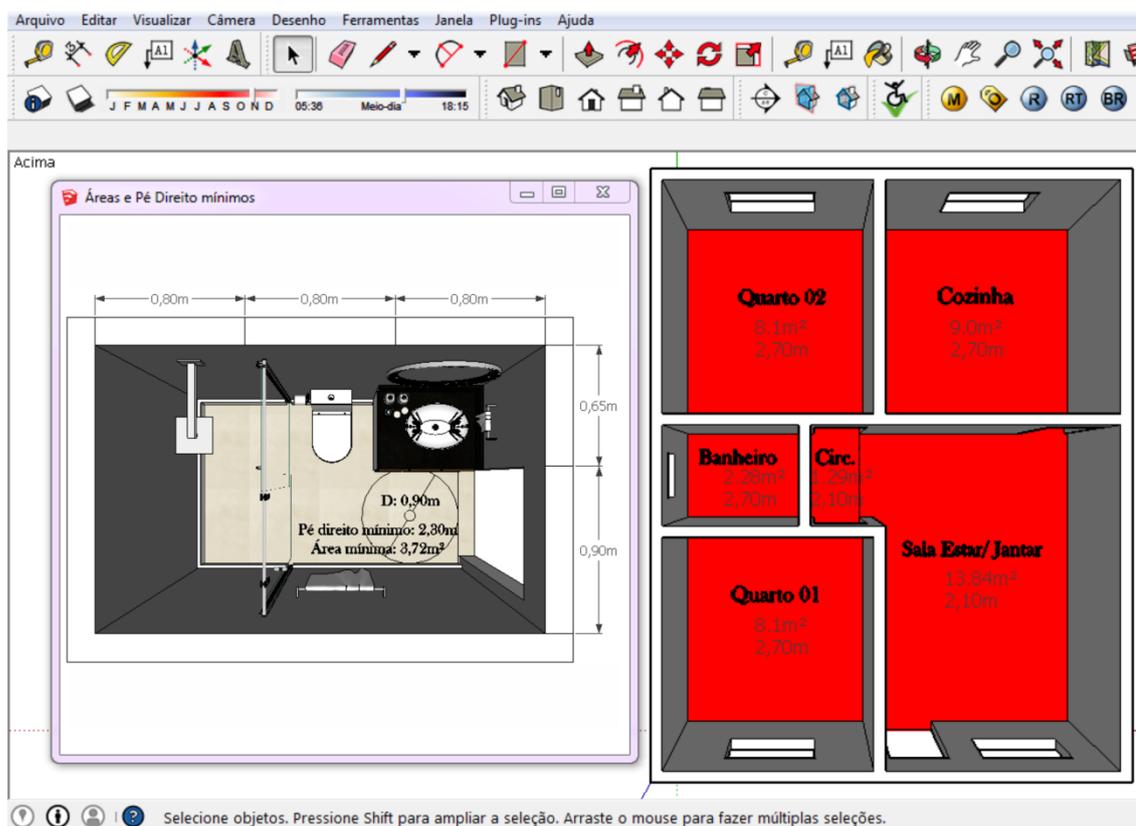
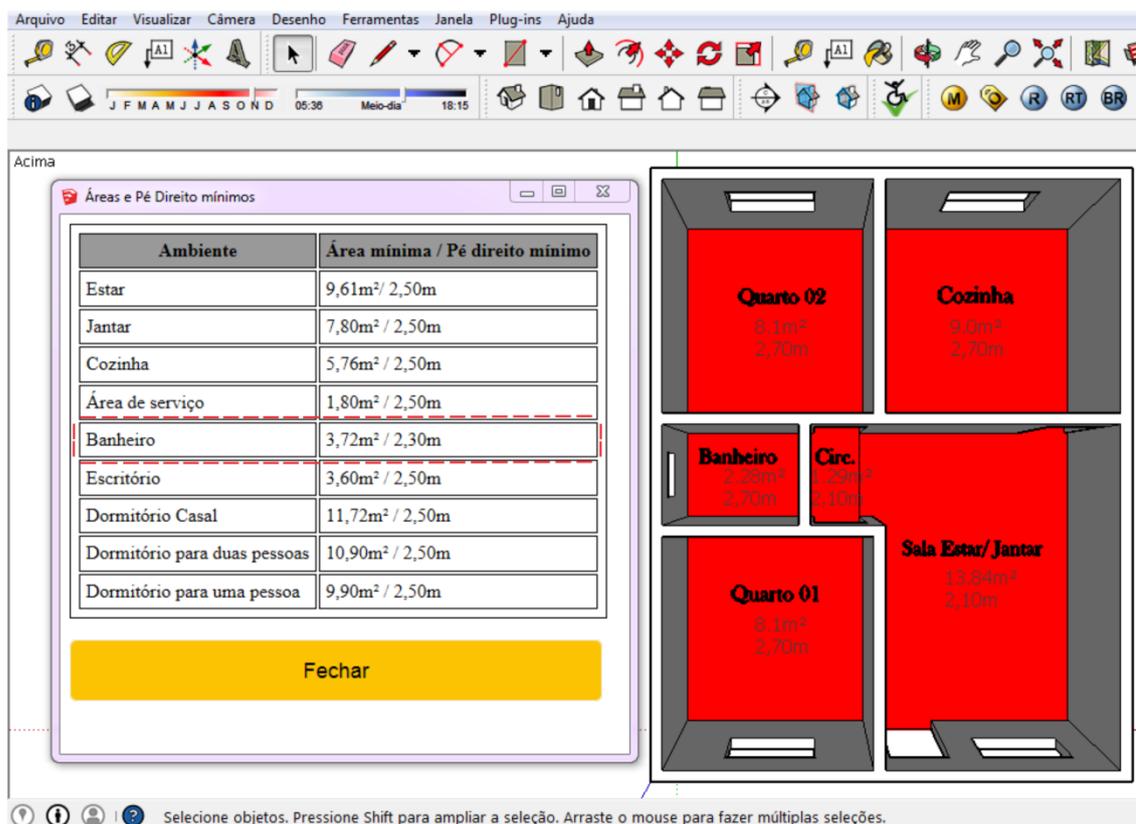
Fonte: Autora.

Figura 19: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Área de serviço:



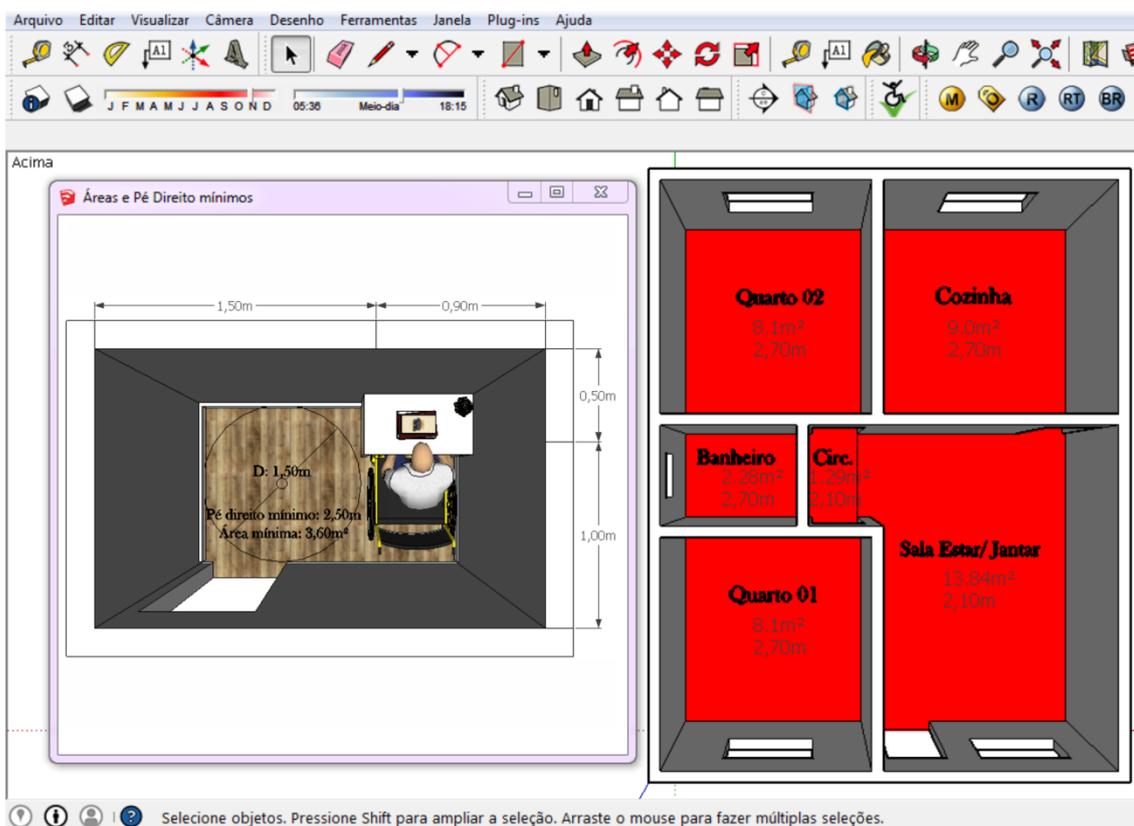
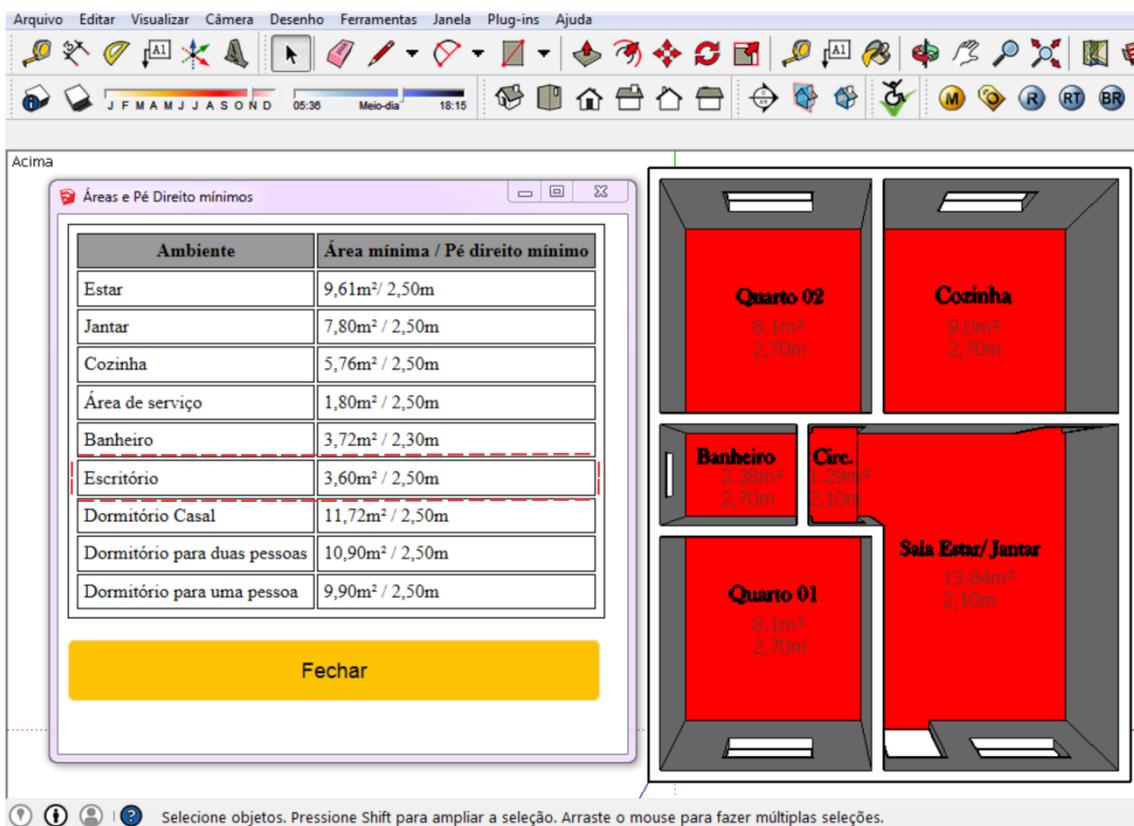
Fonte: Autora.

Figura 20: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Banheiro:



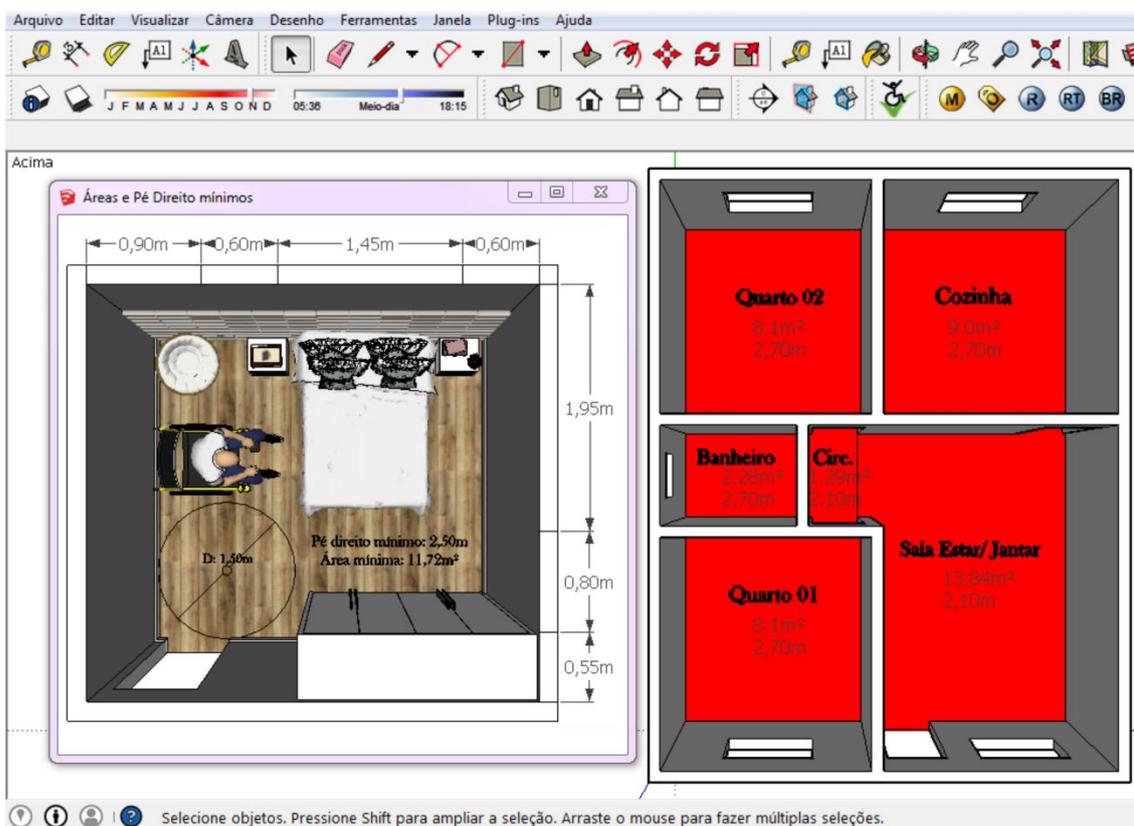
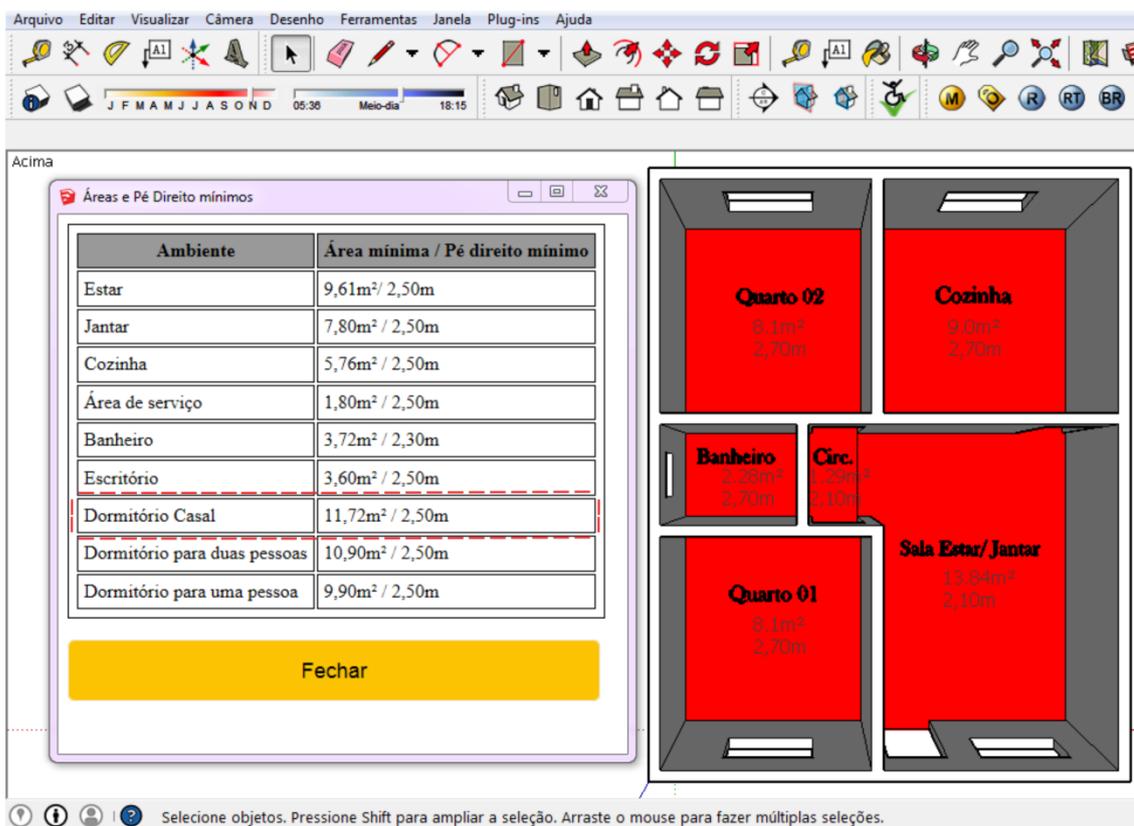
Fonte: Autora.

Figura 21: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Escritório:



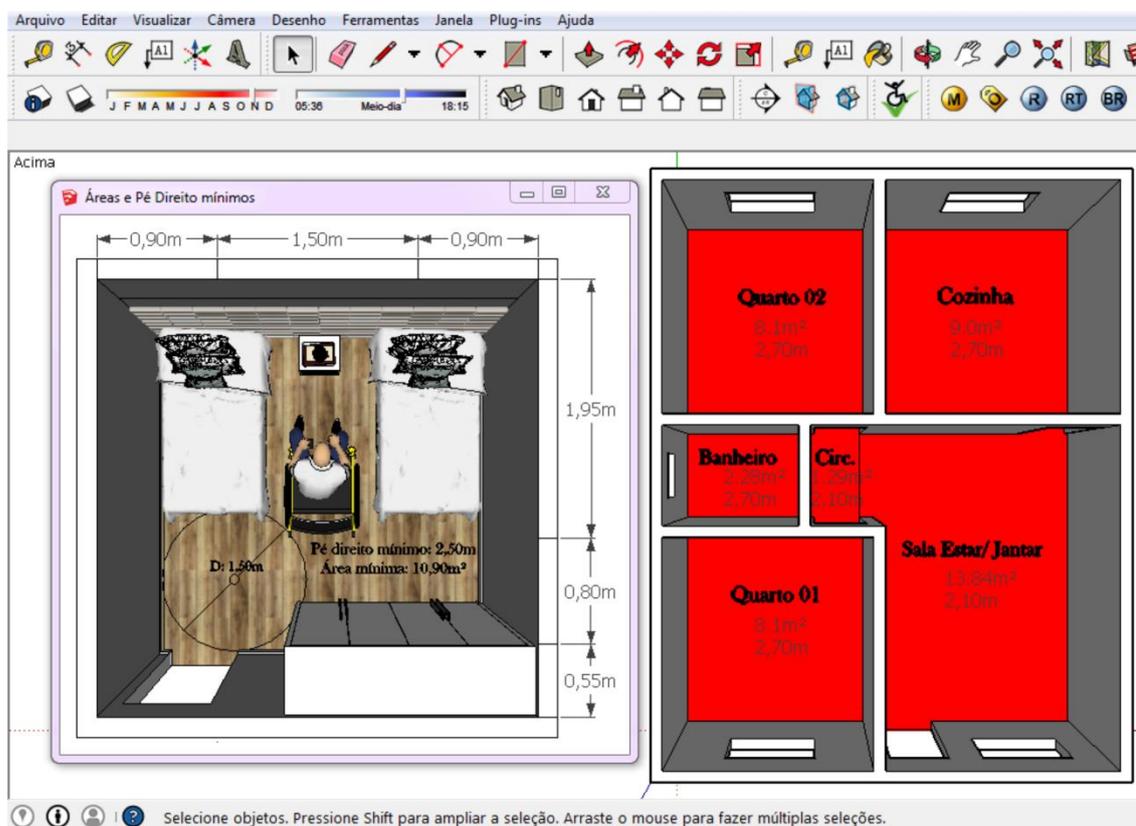
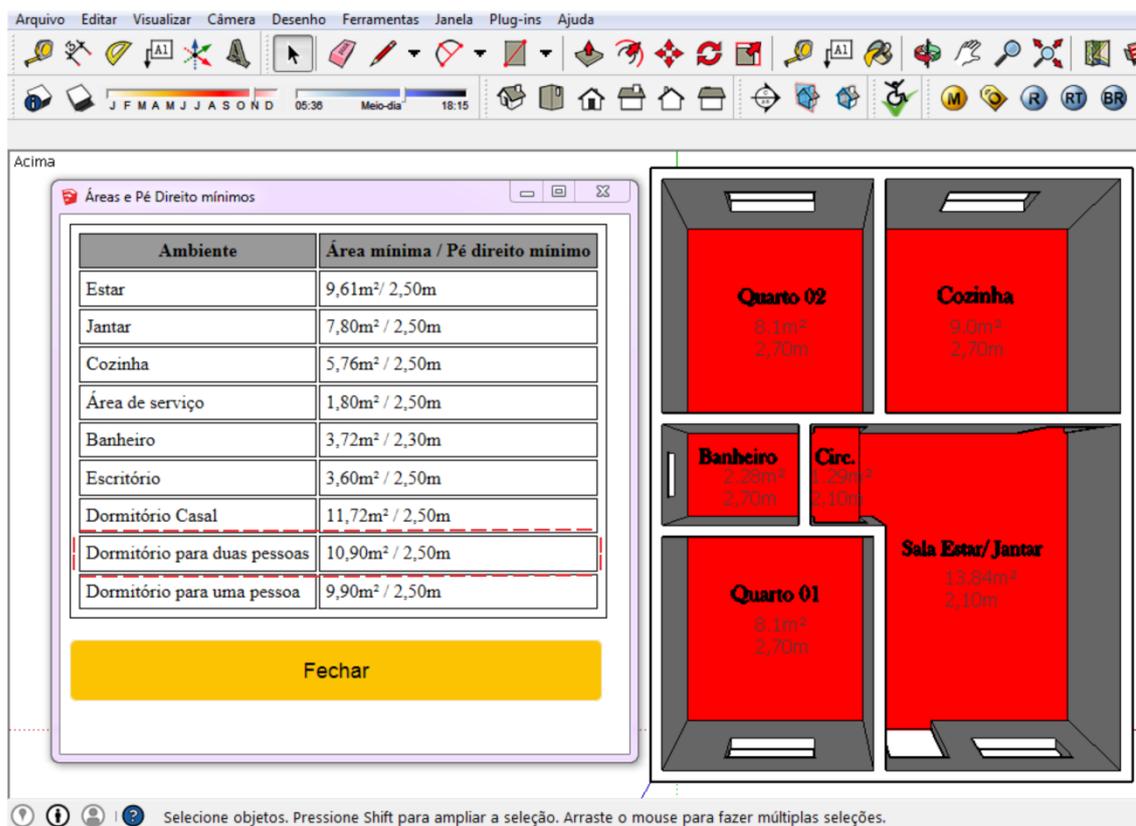
Fonte: Autora.

Figura 22: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Dormitório casal:



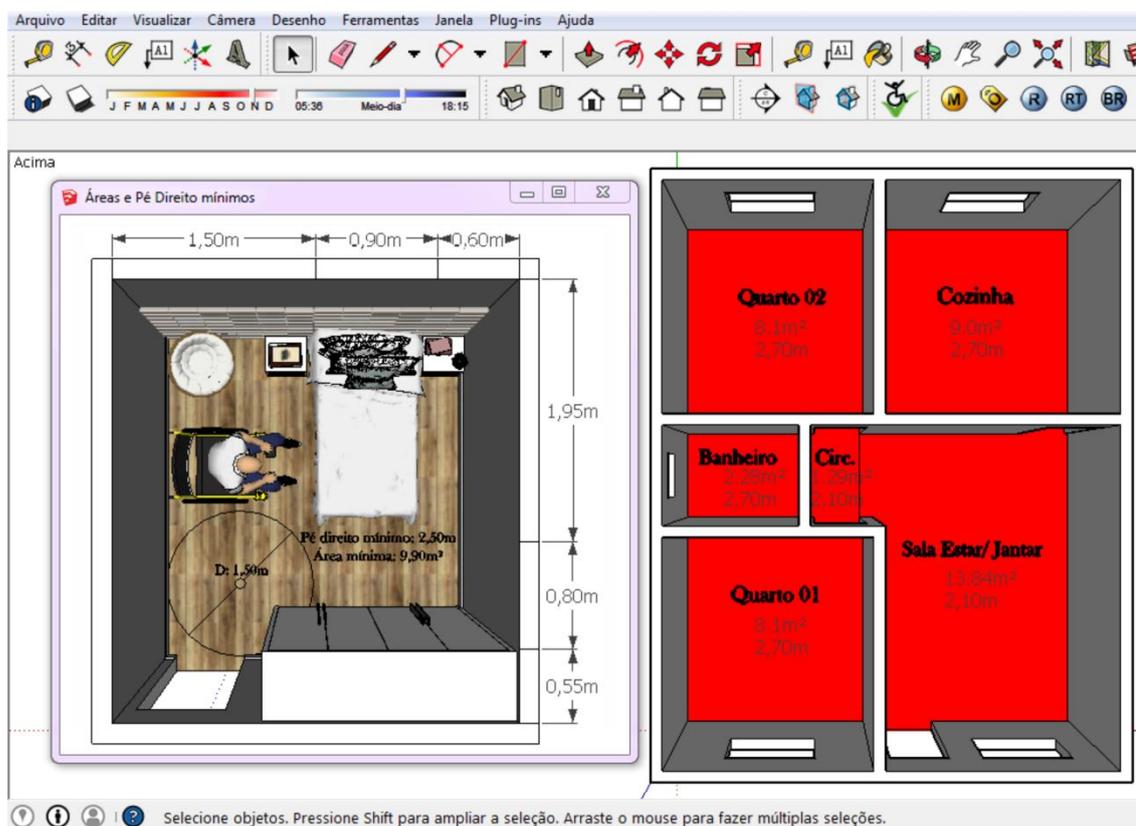
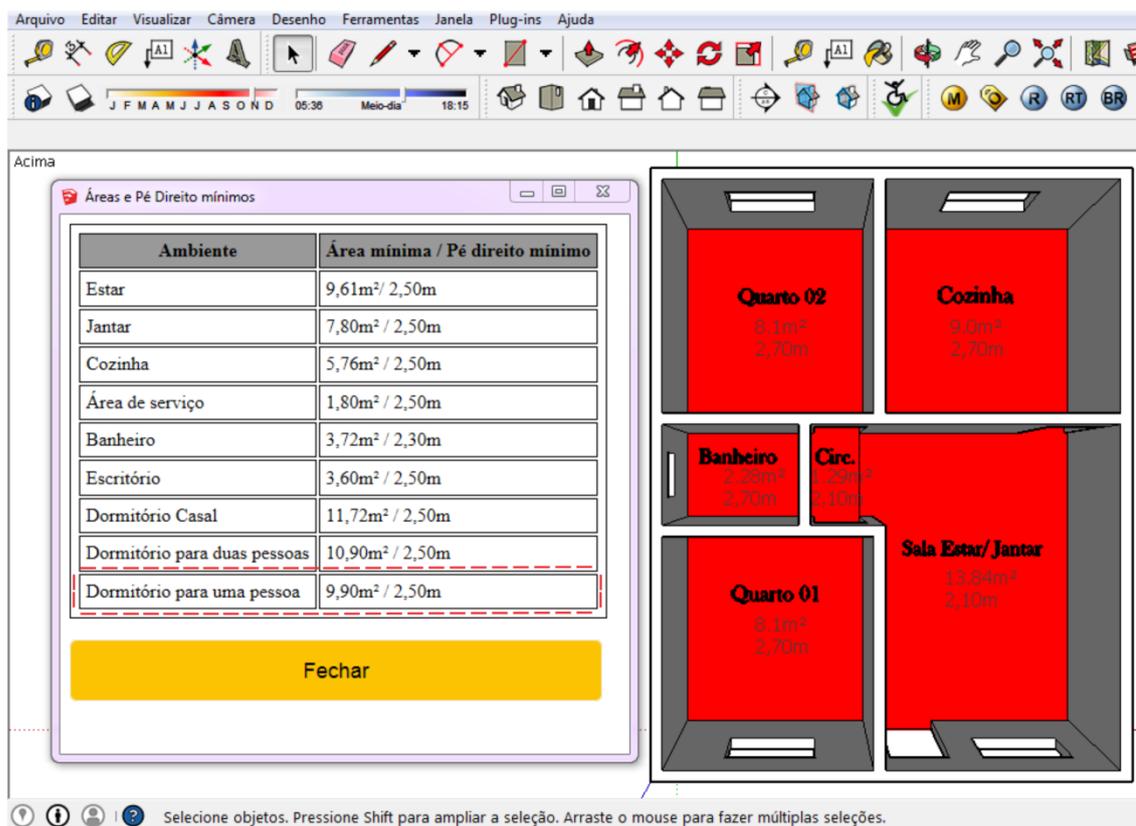
Fonte: Autora.

Figura 23: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Dormitório duas (02) pessoas:



Fonte: Autora.

Figura 24: Proposta de *layout* básico de disposição de mobiliários – Dormitório para uma (01) pessoa:



Fonte: Autora.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Arendt (2015) discorre que o cumprimento da NBR 15575/2013 por parte de todos os agentes envolvidos implica em várias vantagens para a construção civil e a sociedade em geral. Além dos aspectos ambientais e do atendimento aos usuários, a aplicação do conceito de desempenho também pode ser considerada uma boa oportunidade para a melhoria da qualidade das habitações brasileiras e da otimização dos recursos, pois a aplicação do conceito exige uma visão à longo prazo. Assim, a influência da qualidade nas práticas atuais do setor da construção civil está relacionada à classificação da edificação em função de seu desempenho, bem como a atribuição dos direitos e deveres dos usuários, construtores, incorporadores e fornecedores de material.

Pereira (2015) aponta não ser correto reduzir a funcionalidade ao dimensionamento mínimo estabelecido a partir de uma lista de mobiliário e circulações mínimas e ainda discorre sobre o fato de que, ao tratar das transformações pelas quais passam o grupo familiar e as necessidades específicas de cada família, a qualidade que garantirá a funcionalidade do projeto ao longo do tempo é a flexibilidade, pois ela é definida como um modo de promover durabilidade à habitação, propondo como estratégia a adaptabilidade a diferentes famílias e a novas tecnologias.

Rem Koolhaas (1988) acrescenta ao dizer que promover a flexibilidade não se trata de uma antecipação exaustiva a respeito das possíveis modificações do espaço, porque muitas delas são imprevisíveis, mas sim, trata-se de dotar o espaço de uma capacidade de maior margem de possibilidades que nos permita diferentes interpretações e usos.

Uma habitação com Desenho Universal pode ser utilizada por todas as pessoas, incluindo os indivíduos que possuem deficiência ou mobilidade reduzida, e ainda permite adequações. Assim, o trabalho demonstra o quão essencial é considerar aspectos de funcionalidade e acessibilidade em projetos desde suas fases iniciais, de forma que o resultado final seja de qualidade.

Esta pesquisa estrutura sua a classe de problemas no reconhecimento da lacuna existente no Setor AEC no que diz respeito à carência de ferramentas que auxiliem na aplicabilidade da Norma de Desempenho. Desta forma, o trabalho viabilizou o uso de recursos computacionais estabelecendo diretrizes projetuais que foram inseridas em um modelo de protótipo desenvolvido sobre a plataforma do modelador *sketchUp*, comparando e alinhando quesitos de acessibilidade e funcionalidade, impostos pela Norma de Desempenho com os impostos pela Norma de Acessibilidade.

A metodologia exposta pela *DSR* se justifica uma vez que seu método fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa devido à necessidade da mesma em aplicar o conhecimento gerado em situações reais, ao propor diretrizes projetuais e, como prova de conceito, desenvolve uma ferramenta de suporte ao processo de decisão de projeto que permite a aplicação dessas diretrizes nos quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos. Apesar de possuir o intuito de desenvolver produtos, o principal objetivo do método é o processo, ou seja, originar um conhecimento que possa ser aplicável e útil para a solução de problemas, melhorando sistemas já existentes e criando novas soluções e/ou artefatos.

Diante disso, acredita-se que o *plug-in* desenvolvido, diminui o distanciamento entre a teoria e a prática auxiliando desde o início do processo de projeto e contribuindo no que diz respeito à proposta de diretrizes projetuais para quesitos de acessibilidade e funcionalidade em projetos, utilizando como prova de conceito, um protótipo funcional para uma ferramenta de suporte ao processo de decisão do projeto que permita a aplicação dessas diretrizes. A segunda direção de contribuição se relacionou com a própria estrutura algorítmica da ferramenta que foi consolidada podendo assim, ser adaptada para atender a outras necessidades de apoio ao processo de projeto.

O protótipo da ferramenta foi desenvolvido e refinado para apresentação final neste trabalho. A versão atual foi validada através de testes de usabilidade realizados pela própria equipe desenvolvedora do sistema a partir de uma abordagem empírica disponibilizando o protótipo final que incorpora as modificações identificadas em cada etapa de teste e que fornece os resultados esperados para esta pesquisa.

O *plug-in* ainda não está disponibilizado em rede devido à necessidade de possíveis melhorias e refinamento de suas funções baseado no algoritmo estruturado. O método de funcionamento do *plug-in* contribui considerando que o mesmo possui certa automação já que reconhece algumas características de projeto não dependendo de retroalimentação através do método de perguntas e respostas para gerar informações. O protótipo promove uma varredura no projeto gerando dados e informações acerca dos quesitos de acessibilidade e funcionalidade auxiliando nas tomadas de decisão por parte dos arquitetos e projetistas ao longo de todo o processo.

O objetivo geral da pesquisa foi alcançado, através da execução do *software* e funcionamento para teste, assim como os objetivos específicos, respondendo de maneira efetiva a problemática e propondo soluções satisfatórias que permitissem preencher as lacunas encontradas.

Como proposta para continuação da pesquisa, o *plug-in* tende a ser mais bem desenvolvido considerando os aspectos de acessibilidade em projeto. Até o ponto que foi possível desenvolvê-lo, devido à limitação “tempo”, permitiu que se verificasse a possibilidade de certa automação nas informações que o protótipo captura em um projeto em desenvolvimento. Essa automação, que se refere à identificação de faces, área de superfície de piso e altura de pé direito, torna possível confrontar as informações geradas a partir do modelo com a própria Norma de desempenho. A estrutura algorítmica que foi gerada permite que o modelo seja mais bem desenvolvido no futuro dando continuidade às questões de projeto tratadas pela Norma de Desempenho, pois a base estrutural do código foi bem desenvolvida e consolidada, provando que o conceito, objeto de pesquisa desta dissertação, funciona.

REFERÊNCIAS

- _____. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15575-3**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Para os Sistemas de Pisos. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148 p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ALEXANDER, C., et al. A Pattern Language. Oxford University Press, 1977.
- ANDERY, M. A. et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Editora EDUC, 2004.
- ANDRADE, M. L. V. X. de. **Computação Gráfica tridimensional e ensino de arquitetura: uma experiência pedagógica**. Graphica. Curitiba – Paraná. 2007. Disponível em: http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/COMPUTACAO.pdf. Acesso em: 25 de janeiro 2018.
- ASSUMPÇÃO, J, F, P; FUGAZZA, A, E, C. Coordenação de projetos de edifícios: Um sistema para programação e controle de fluxo de atividades do processo de projeto. In: **Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de edifícios**, 1., 2001, São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 2001. 1-CD-ROM.
- ARENDT, A. P. P. **Exigências de Habitabilidade da ABNT NBR 15575: Uma análise comparativa em projetos arquitetônicos**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2015.
- AsBEA Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho**. Brasília, 2015.

BERTEZINI, A. L. **Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade.** 2006. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BLACHERE, G. **Saber Construir: Habitabilidad, Durabilidad, Economia de los Edifícios.** Barcelona, 1967. Editores Técnicos Asociados. 307 pág.

BORGES, C. A. M. **O conceito de Desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** 2008. 262f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BORGES, M. M. **O uso de modeladores tridimensionais paramétricos na formação de competências de representação gráfica e raciocínio espacial no processo de projeto.** *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 21-37, jan./jun. 2016.

BRADDOCK, D. L.; PARISH, S. L. ***An institutional history of disability.*** *Department of Disability and Human Development.* Chicago: Universidade de Illinois, 2000.

BRASIL. **Cartilha do Censo 2010, Pessoas com Deficiência.** Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República – SDH/PR. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência – SNPD. Coordenação Geral do Sistema de Informações Sobre a Pessoa com Deficiência. Brasília, DF: SDH-PR/SNPD, 2012.

BRÍGITTE, G. T. N. **Integração de Desempenho na Avaliação de Projeto:** modelo de informação e simulação computacional na etapa de concepção. 2013. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

BRÍGITTE, G. T. N.; RUSCHEL, R. C. Modelo de informação da construção para o projeto baseado em desempenho: caracterização e processo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 9-26, out./dez. 2016.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. *Design research for cadastral systems. Computers, Environment and Urban Systems*, v. 35, p. 77-87, 2011.

CALDAS, L. R.; MOREIRA, M. M.; SPOSTO, R. M. **Acessibilidade para Pessoas com Mobilidade Reduzida Segundo os Requisitos da Norma de Desempenho - Um Estudo de Caso para as Áreas Comuns de Edificações Habitacionais de Brasília – DF.** Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, V.10, nº 2, p.23-38, jul. 2015/dez.2015.

CARVALHO, J. L. **A desconstrução como forma de aproveitamento.** 2018. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2018.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, 308p.

CHAKRABARTI, A. *A course for teaching design research methodology. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, v. 24, p. 317-334, 2010.

CAU – CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho: ABNT NBR 15575.** 2015. Disponível em: http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf. Acesso em: 25 de janeiro de 2018.

Disponível em: <https://www.codecademy.com/pt-BR/courses/ruby-beginner-pt-BR/0/1>. Acesso em: 19 de março de 2018.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2015. 181p.

ELLIS, P. G.; TORCELLINI, P. A.; CRAWLEY, D. B. **Energy Design Plugin: An EnergyPlus Plugin for SketchUp.** IBPSA-USA SimBuild Conference. 2008. National Renewable Energy Laboratory, Berkeley, California. Disponível em: <http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43569.pdf>. Acesso em 25 de janeiro 2018.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 328p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FIGUEIREDO, F. G.; SILVA, V. G. **Processo de projeto Integrado e desempenho ambiental de edificações**: os casos do SAP Labs Brazil e da Ampliação do CENPES Petrobras. *Ambiente Construído*. 2012, vol.12, n.2, pp. 97-119.

FURLANETTO, C.; KALIL, R. M. L.; PERIM, P. M.; GELPI, A. **Qualidade urbana e mobilidade: Condições de acessibilidade em habitação de interesse social**. *Revista Ação Ergonômica*, V. 08, nº 02. P. 01-18. 2013.

GRILO, L, M; MELHADO, S, B. Alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto na Indústria da construção de edifícios. In: **Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de edifícios**, 3., 2003, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: DEMC – EE – UFMG/ EPUSP/ EESC – USP, 2003. 1-CD-ROM.

GRILO, L.M.; PEÑA, M.D.; SANTOS, L.A.; FILIPPI, G.; MELHADO, S.B. Implementação da gestão da qualidade em empresas de projeto. **Ambiente Construído**, v. 3, 2003. Edição Especial Gestão e Economia da Construção.

IBGE. **Censo Demográfico 2010 - Famílias e domicílios: resultados da amostra**. Rio de Janeiro, RJ: versão *online*, 2010.

KERN, A.P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C.S. O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575/2013). **Gestão e Tecnologia de Projetos**. V.9, n.1, 2014.

KOOLHAAS, R.; MAU, B. S. M. L. XL. *Second edition. Monacelli Press*, 1998.

KOWALTOWSKI, D. K (org.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. *Design Science Research: Método de pesquisa para a Engenharia de Produção*. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v.20, n. 4, p.741-761, 2013.

LAWSON, B. *How designers think: the design process demystified*. 4 ed. **Oxford: Elsevier/Architectural**, 2005.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. *Design and natural science research in Information Technology*. **Decision Suport Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995.

MEDEIROS, M.; DANTAS, A. S.; RAMOS, A. S. M. **Aplicação da ‘Design Science Research’ na área de gestão: uma revisão sistemática de literatura**. In: XIX Semead, FEAUSP, São Paulo, novembro de 2016.

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. São Paulo, 2001. Tese (livredocência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MANEGOTTO, A. B.; MIERLO, F. **A linguagem Ruby**. São Leopoldo: UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. RS, nov. 2002.

NEVES, L. P. **Adoção do partido na arquitetura**. 3rd ed. Salvador: EDUFBA, 2012.

NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. In: workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na onstrução de edifícios, 1., 2001, São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 2001. 1 CD-ROM.

OKAMOTO, P.S. **Os impactos da Norma Brasileira de Desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

OKAMOTO, P. S.; JOHN, V. M. ; MELHADO, S. B . **Contribuições da NBR-15.575 para a sustentabilidade em edificações residenciais**. Universitas (Araçatuba), v. 7, p. 117-134, 2015.

OKAMOTO, P. S. MELHADO, S. B. **A Norma Brasileira de Desempenho e o processo de projeto de empreendimentos residenciais**. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Universidade de São Paulo, 12, 13 e 14, Novembro, 2014. p. 1973- 1982.

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da Qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

Organização das Nações Unidas. **Declaração dos direitos das pessoas deficientes**. /S.1. /1975.

PARMERGGIANI, Luca Brochier. **Habitabilidade em Edificação Segundo a NBR 15575-1: Funcionalidade, Acessibilidade e Conforto Antropodinâmico**. 65 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

PEREIRA, G. M. **Funcionalidade e qualidade dimensional na habitação: Contribuição à NBR 15.575/2013**. Tese de Doutorado – Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PEREIRA, L. M.; SAFFARO, F. A.; HIROTA, E. H.; SAITO, C. Estudo exploratório comparativo da eficácia entre protótipos físico, analítico 2D e 3D na identificação de inconsistências de projetos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 29-47, jan./jun. 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Nova Hamburgo: Feevale, 2013.

REZENDE, P. E.; ANDERY, P. R. P. A utilização de princípios da engenharia simultânea no processo de projeto de pontes e viadutos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 53-87, nov. 2008.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. Florianópolis, 2003. 381 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMANO, F. V. Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. Florianópolis, v.1, n. 1, p.23-46, novembro, 2006.

SALGUEIRO, K. C. N. G. M. **Análise comparativa Norma de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) e NBR 9050 (ABNT, 2015) – Funcionalidade, Acessibilidade e Conforto Antropodinâmico**. Monografia (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SANCHES, I. D.; FABRICIO, Márcio M. **Projeto para manutenção**. VIII Workshop Brasileiro: Gestão do processo de projetos na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

SANTOS FILHO, V. M. dos. **Norma de desempenho: Uma visão da história e de seu atendimento no cenário atual da indústria da construção civil**. 2015. In: Revista on-line IPOG – ESPECIALIZE, 2015, Brasília/DF.

SANTOS, E.T.; NASCIMENTO, L.A. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído Revista Online da ANTAC**, v. 3, n.1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

SEIN, M. K. et al. *Action Design Research*. **MIS Quaterly**, v. 35, n. 1, p. 37-56, 2011.

SILVA, E. **Geometria Funcional dos Espaços da Habitação**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1982.

SILVA, I. A. **Construindo a cidadania**: uma análise introdutória sobre o direito à diferença. 2002. Dissertação (Mestrado em História Social) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

SILVA, R. M. **Proposição de Programa para Implantação de Acessibilidade ao Meio Físico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. 119 p. Florianópolis, 2004.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 1996 .

SKETCHUP. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Wikimedia, 2017. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/SketchUp>. Acesso em 25 de janeiro de 2018.

SOURCEFORGET.net: 2009 CCA: Winners. Disponível em: <sourceforge.net>. Acesso em 19 de julho de 2018.

STIEGERT, I. **Segurança do trabalho em altura na manutenção externa de fachadas: criação de ferramentas computacional para operacionalizar o conceito no processo projetual arquitetônico.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2017.

TAKEDA, H. et al. *Modeling Design Process.* **AI Magazine**, v. 11, n. 4, p. 37-48, 1990.

VAN AKEN, J. E. *Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field- Tested and Grounded Technological Rules.* **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos.** 7. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2003. 292p.

VENABLE, J. R. *The Role of Theory and Theorising in Design Science Research.* **DESRIST**, v. 24-25, p. 1-18, 2006.

ANEXO A

Segue abaixo o quadro com as responsabilidades de cada um dos intervenientes da edificação:

Incorporadores e Construtores	<p>Realizar a manutenção do edifício, conforme a norma ABNT NBR 5674 – Manutenção de edificações – Procedimentos e operação, uso e manutenção apresentado pelo incorporador ou construtor;</p> <p>Ao construtor ou incorporador cabe elaborar o manual de operação, uso e manutenção da edificação, ou documento similar, que deve ser entregue ao proprietário da unidade quando da entrega do edifício para uso, incluindo o manual de áreas comuns, a ser entregue ao condomínio.</p>
Projetistas	<p>Especificar materiais, produtos e processos que atendam aos desempenhos mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575:2013 com base em normas prescritivas disponíveis e no desempenho declarado pelos fabricantes dos produtos a serem empregados;</p> <p>Solicitar informações ao fabricante para balizar as decisões de especificação quando as normas específicas de produtos não caracterizem desempenho ou quando não existirem normas específicas;</p> <p>Estabelecer a vida útil projetada de cada sistema que compõe a edificação habitacional e apresentar seus valores em projeto quando estes forem maiores que os mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575:2013.</p>
Fornecedores de Insumos, Materiais, Componentes e Sistemas	<p>Caracterizar o desempenho dos produtos que fornece de acordo com os critérios definidos na ABNT NBR 15575:2013;</p> <p>Convém que fabricantes de produtos sem normas brasileiras específicas ou que não tenham seu desempenho caracterizado forneçam resultados comprobatórios do desempenho de seus produtos.</p>
Usuários	<p>Realizar a manutenção do edifício, conforme a norma ABNT NBR 5674 – Manutenção de edificações – Procedimentos e operação, uso e manutenção apresentado pelo incorporador ou construtor.</p>

Fonte: Salgueiro, 2015.

ANEXO B

Segue abaixo a tabela com as dimensões mínimas de mobiliário e circulação para cada cômodo, dimensão das peças de mobiliário/equipamentos e, para alguns cômodos, a previsão de circulação mínima e/ou largura mínima do ambiente:

Ambiente	Mobiliário			Circulação (m)	Observações
	Móvel ou equipamento	Dimensões (m)			
		L	P		
Sala de estar	Sofá de 03 lugares com braço	1,70	0,70	Prever espaço de 0,50 m na frente do assento, para sentar, levantar e circular.	Largura mínima da sala de estar deve ser 2,40 m; Número mínimo de assentos determinado pela quantidade de habitantes da unidade, considerando o número de leitos.
	Sofá de 02 lugares com braço	1,20	0,70		
	Poltrona com braço	0,80	0,70		
	Sofá de 03 lugares sem braço	1,50	0,70		
	Sofá de 02 lugares sem braço	1,00	0,70		
	Poltrona sem braço	0,50	0,70		
	Estante/Armário para TV	0,80	0,50	0,50	Espaço para móvel obrigatório.
	Mesinha de centro ou cadeira	-	-	-	Espaço para móvel opcional.
Sala de estar/jantar	Mesa redonda para 04 lugares	D= 0,95		Circulação mínima de 0,75 m à partir da borda da mesa (espaço para	Largura mínima da sala de estar/jantar e da sala de jantar (isolada) deve ser 2,40 m;
Sala de jantar/copa Copa/cozinha	Mesa redonda para 06 lugares	D= 1,20			

	Mesa quadrada – 04 lugares	1,00	1,00	afastar a cadeira e levantar)	Mínimo: 01 mesa para 04 pessoas; Admite-se <i>layout</i> com o lado menor da mesa encostado na parede, desde que haja espaço para seu afastamento quando da utilização.
	Mesa quadrada – 06 lugares	1,20	1,20		
	Mesa retangular – 04 lugares	1,20	0,80		
	Mesa retangular – 06 lugares	1,50	0,80		
Cozinha	Pia	1,20	0,50	Circulação mínima 0,85 m frontal à pia, fogão e geladeira.	Largura mínima da cozinha: 1,50 m; Mínimo: pia, fogão e geladeira e armário
	Fogão	0,55	0,60		
	Geladeira	0,70	0,70		
	Armário sob a pia e gabinete	-	-	-	Espaço obrigatório para móvel.
	Apoio refeição – 02 pessoas	-	-	-	Espaço opcional para móvel.
Dormitório casal (dormitório principal)	Cama de casal	1,40	1,90	Circulação mínima entre o mobiliário e/ou paredes de 0,50m.	Mínimo: 01 cama, 02 criados-mudos e 01 guarda-roupa; Admite-se apenas 01 criado-mudo, quando o 2º interferir na abertura de portas do guarda-roupa.
	Criado-mudo	0,50	0,50		
	Guarda roupa	1,60	0,50		
Dormitório para duas pessoas (2º dormitório)	Camas de solteiro	0,80	1,90	Circulação mínima entre as camas de 0,60m;	Mínimo: 02 camas, 01 criado-mudo e 01 guarda-roupa.
	Criado-mudo	0,50	0,50		
	Guarda-roupa	1,50	0,50	Demais circulações: mínimo de 0,50m.	
	Mesa de estudo	0,80	0,60	-	Espaço para móvel

					opcional.
Dormitório para uma pessoa (3º dormitório)	Camas de solteiro	0,80	1,90	Circulação mínima entre mobiliário e/ou paredes de 0,50m.	Mínimo: 01 cama, 01 guarda-roupa e 01 criado-mudo.
	Criado-mudo	0,50	0,50		
	Armário	1,20	0,50		
	Mesa de estudo	0,80	0,60	-	Espaço para móvel opcional.
Banheiro	Lavatório	0,39	0,29	Circulação mínima de 0,40m frontal ao lavatório, vaso e bidê.	Largura mínima do banheiro: 1,10m, exceto no box; Mínimo: 01 lavatório, 01 vaso e 01 box.
	Lavatório com bancada	0,80	0,55		
	Vaso sanitário (caixa acoplada)	0,60	0,70		
	Vaso sanitário	0,60	0,60		
	Box quadrado	0,80	0,80		
	Box retangular	0,70	0,90		
	Bidê	0,60	0,60		
Área de serviço	Tanque	0,52	0,53	Circulação mínima de 0,50m frontal ao tanque e máquina de lavar.	Mínimo: 01 tanque e 01 máquina (tanque de no mínimo 20L).
	Máquina de lavar roupa	0,60	0,65		

Fonte: Anexo F NBR 15575 -1 (ANBT, 2013).

ANEXO C

Segue abaixo o código Código Elaborado no Notepad++:

```
<html>
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge"/>
<head>
<title>Escolha</title>
<style type="text/css">
  body {background-color:white; font-size:1em;}
  h1 {color:blue;}
  table, td, th, tfoot {border:solid 1px #000; padding:5px;}
  th {background-color:#999;}
  caption {font-size:x-large;}
  colgroup {background:#F60;}
  .coluna1 {background:#F66;}
  .coluna2 {background:#F33;}
  .coluna3 {background:#F99;}
  #botao{ text-align: center }
  .botaoEnviar{
width: 453px;
text-align: center;
padding: 15px 20px;
border: 1px solid #eee;
border-radius: 6px;
background-color: #FCC302;
font-size: 18px;
}
<meta charset="utf-8">
</style>
</head>
<body>
<table>
  <tr>
    <th>Ambiente</th>
    <th>Área mínima / Pé direito mínimo</th>
  </tr>
  <tr>
    <td>Estar</td>
    <td>9,61m² / 2,50m</td>
  </tr><tr>
    <td>Jantar</td>
    <td>7,80m² / 2,50m</td>
  </tr><tr>
    <td>Cozinha</td>
    <td>5,76m² / 2,50m</td>
  </tr><tr>
    <td>Área de serviço</td>
    <td>1,80m² / 2,50m</td>
  </tr><tr>
    <td>Banheiro</td>
    <td>3,72m² / 2,30m</td>
  </tr><tr>
    <td>Escritório</td>
    <td>3,60m² / 2,50m</td>
  </tr><tr>
    <td>Dormitório Casal</td>
    <td>11,72m² / 2,50m</td>
  </tr><tr>
    <td>Dormitório para duas pessoas</td>
    <td>10,90m² / 2,50m</td>
  </tr>
</table>
</body>
</html>
```