



Eryane Vieira Lima

**Pré-projeto de reabilitação habitacional:
uma abordagem baseada na lógica difusa
em um ambiente BIM**

Dissertação de Mestrado

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura.

Orientadora: Profa. Dra. Elisa Dominguez Sotelino

Rio de Janeiro
Março de 2021



Eryane Vieira Lima

**Pré-projeto de reabilitação habitacional:
uma abordagem baseada na lógica difusa
em um ambiente BIM**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura.

Profa. Dra. Elisa Dominguez Sotelino

Orientador

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental– PUC-Rio

Prof. Dr. Luiz Fernando Campos Ramos Martha

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

Prof. Dr. Márcio Minto Fabricio

Instituto de arquitetura e urbanismo- IAU/USP

Rio de Janeiro, março de 2021

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Eryane Vieira Lima

Graduou-se em Arquitetura e Urbanismo em 2019, na UFS (Universidade Federal de Sergipe). Ingressou no programa de mestrado da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em março de 2019 desenvolvendo este trabalho com base na Modelagem de Informação de Construção aplicada a análise de projeto para habitação de interesse social.

Ficha Catalográfica

Lima, Eryane Vieira

Pré-projeto de reabilitação habitacional: uma abordagem baseada na lógica difusa em um ambiente BIM/ Eryane Vieira Lima; orientador: Elisa Dominguez Sotelino. – 2021.

129 f.: il. color.; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2021.

Inclui bibliografia

1. Arquitetura e Urbanismo - Teses. 2. BIM. 3. Reabilitação de Edificação. 4. Lógica *fuzzy*. 5. Habitação de interesse social. I. Sotelino, Elisa Dominguez. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDD: 720

Agradecimentos

A Deus, por ser meu conforto em tantos momentos de angústia.

Aos meus pais, Ediana e Rivalmir: vocês são minha base, sem a qual eu nunca teria realizado metade do que realizei. Obrigado por sempre me apoiarem nos meus sonhos.

A minha irmã, Ryane, por todos os momentos de desabafos e pela paciência de revisar meus textos.

A minha sobrinha, Maitê, por tornar meus dias mais alegres.

As minhas tias, Ivanilde e Edivan, por sempre me mandarem palavras de conforto.

Ao meu namorado, Matheus, por todo o apoio, carinho, incentivo e paciência, mesmo nos momentos mais difíceis. Obrigada também por todos os seus ensinamentos e por sempre utilizar uma linguagem simples para tratar de assuntos complexos (por isso sei que será um grande professor). Sei que esse trabalho não seria o mesmo sem você, serei eternamente grata.

Aos meus amigos, em especial Juliana, Karoline, Ana, Luiza, Tomás, Lizardo, Léo, Guilherme, Andressa, Kelly, Janaína, Kally que compartilharam momentos de ansiedade, preocupação e apoio nesse período de mestrado. Agradeço também por terem me acolhido na “favelinha” e transformado meus dias de trabalho em momentos mais leves. A Ana Luiza, Guilherme Porto, Ilames e Ícaro por todas as noites de jogos e de pizza.

A minha orientadora, Elisa Sotelino, por todos os seus ensinamentos, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa e por seu apoio e compreensão.

Ao grupo de pesquisa Rio-BIM, que contribuiu com este trabalho com sugestões e dúvidas.

Ao escritório de projeto Integra Assessoria Técnica, por conceder a utilização dos projetos necessários para a execução dessa pesquisa.

A Andressa De Luca Heredia De Sá, Carolina Kroff, Lucas Faulhaber, Beatriz Meira Coelho Lemgruber Porto por conceder a utilização dos projetos necessários para a execução dos experimentos nesta pesquisa.

Aos arquitetos que participaram das entrevistas, por conceder um tempo para enriquecer o trabalho.

A CAPES e a PUC-Rio. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Resumo

Lima, Eryane Vieira; Sotelino, Elisa Dominguez (Orientadora). **Pré-projeto de reabilitação habitacional: uma abordagem baseada na lógica difusa em um ambiente BIM.** Rio de Janeiro, 2021, 129 p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Arquitetura, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os edifícios ociosos, no Brasil, podem contribuir para a diminuição do déficit habitacional ao serem convertidos para habitações de interesse social (HIS), mesmo que o seu uso anterior não seja residencial. A conversão desses edifícios em HIS pode apresentar diferentes níveis de dificuldade. Nesse sentido, faz-se necessária uma metodologia para criar uma ordem de intervenção. Contudo, há diversas variáveis do urbanismo, da arquitetura e da engenharia que precisam ser avaliadas para que um edifício seja escolhido. No início do processo, essas análises são desafiadoras, devido à subjetividade e à escassez de informações nessa fase. Nesse contexto, e considerando as soluções encontradas na Revisão Sistemática da Literatura (RSL), este trabalho propõe uma metodologia baseada no modelo paramétrico, que contribui para antecipação das análises, associada à Lógica *Fuzzy*, que auxilia no tratamento da subjetividade, e ao método multicritério TOPSIS, para tornar o processo de pré-seleção mais eficiente. Foi desenvolvido um Mapa de Processo que propõe um novo fluxo de trabalho, relacionando estudos de conforto ambiental, localização e custo direto com o estado de conservação. O mapa proposto foi aplicado a três estudos de caso na cidade do Rio de Janeiro. A fim de validar os resultados e os critérios utilizados, realizaram-se onze entrevistas estruturadas com arquitetos experientes em projetos de reabilitação habitacional. Os resultados obtidos nas entrevistas indicam que o método proposto embasa a escolha do edifício, diminuindo a sua subjetividade. Além disso, facilita o entendimento, por profissionais pouco experientes, das diferentes análises que precisam ser efetuadas para uma escolha mais racional.

Palavras Chaves

BIM. Reabilitação de Edificação. Tomada de decisão. Lógica *fuzzy*. Habitação de interesse social.

Abstract

Lima, Eryane Vieira; Sotelino, Elisa Dominguez (Advisor). **Pre-project for housing rehabilitation: an approach based on fuzzy logic in a BIM environment.** Rio de Janeiro, 2021, 129 p. Master's Dissertation - Department of Architecture, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

The vacant buildings in Brazil can contribute to reduce the housing deficit when converted to social housing, even if their previous use is not residential. The conversion of these buildings into social housing can present different levels of difficulty. In this sense, a methodology is necessary to create an order of intervention. However, there are several variables of urbanism, architecture and engineering that need to be evaluated in order to choose a building to be converted. At the beginning of the process, these analyzes are challenging, due to the subjectivity and the scarcity of information at this stage. In this context, and considering the solutions found in the Systematic Literature Review, this research work proposes a methodology based on a parametric model, which contributes to anticipate the analyzes, associated with Fuzzy Logic, which helps in the treatment of subjectivity, and with the multicriteria method TOPSIS, which makes the pre-selection process more efficient. A Process Map that proposes a new workflow was developed, relating studies of environmental comfort, location and direct cost with the state of conservation. The proposed map was applied to three case studies in the city of Rio de Janeiro. In order to validate the results and the criteria used, eleven structured interviews were carried out with architects experienced in housing rehabilitation projects. The results obtained in the interviews indicate that the proposed method supports the choice of the building, reducing its subjectivity. Furthermore, it facilitates the understanding, by inexperienced professionals, of the different analyzes that need to be carried out for a more rational choice.

Keywords

BIM. Building Rehabilitation. Decision-making. Fuzzy logic. Social interest housing.

Sumário

1 Introdução	18
1.1 Motivação	18
1.2 Objetivo	20
1.3 Escopo	20
1.4 Estrutura do trabalho	21
2 Revisão sistemática da literatura (RSL)	22
2.1 Descrição do método de pesquisa	22
2.2 BIM e reabilitação da edificação	24
2.3 Reabilitação da edificação e tomada de decisão	26
2.4 BIM e tomada de decisão	30
2.5 Visão geral	32
3 Referencial teórico	35
3.1 <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	35
3.2 Lógica <i>Fuzzy</i>	36
3.3 Tomada de decisão multicritérios	38
4 Método de pesquisa	42
4.1 Mapa do processo proposto	42
4.2 Experimento - Objetivo e contexto	47
4.2.1 Modelo	49
4.2.2 Procedimento para pré-seleção	51
4.2.2.1 Etapa 1 - Definição de critérios e variáveis	52
4.2.2.2 Etapa 2 - Funções de pertinência das variáveis linguísticas	67
4.2.2.3 Etapa 3 - Regras	70
4.2.3 Entrevistas com profissionais da área de reabilitação	70
5 Resultados	73

5.1 Análise utilizando o método proposto	73
5.1.1 Parte 1 - Localização	73
5.1.2 Parte 2 - Conforto ambiental	78
5.1.3 Parte 3 - Custo de reforma	80
5.2 Resultados das entrevistas	85
5.2.1 Parte 1 – Localização	85
5.2.2 Parte 2 - Conforto ambiental	88
5.2.3 Parte 3 - Custo de reforma	89
6 Considerações Finais	93
7 Bibliografia	96
Apêndice A – Mapa de processo completo	103
Apêndice B- Funções de pertinência das variáveis	104
Apêndice C -Transcrição dos pontos relevantes das entrevistas	115

Lista de Figuras

Figura 1: Artigos selecionados divididos por ano.	33
Figura 2: Função de pertinência para a variável altura.	37
Figura 3: Sistema Lógico Fuzzy.	37
Figura 4: Atores que fazem parte do mapa de processo	43
Figura 5: Versão ilustrativa do mapa de processo com identificação das fases principais	45
Figura 6: Versão ilustrativa do mapa de processo proposto com a fase do mapa que foi aplicada na pesquisa.	47
Figura 7: Edifícios do Rio de Janeiro para o experimento. (a) Palácio dos Esportes; (b) Manuel Congo; (c) Vito Giannotti. Fonte: (a) Google street view; (b) CAU RJ (2018); (c) Robertson (2016).	48
Figura 8: Fase do IDM: Construção do modelo.	49
Figura 9: Modelos BIM dos edifícios analisados. (a) Palácio dos Esportes; (b) Manuel Congo; (c) Vito Giannotti.	50
Figura 10: Fase do IDM: construção da classificação.	51
Figura 11: Fluxograma da construção do sistema lógico difuso.	52
Figura 12: Croqui da variável ângulo máximo de incidência do sol.	56
Figura 13: Variável fachada livre.	57
Figura 14: Corte esquemático de caixilho que proporciona o “efeito chaminé”.	57
Figura 15: Iluminação natural em relação a forma do edifício.	57
Figura 16: Croqui da variável afastamento entre as edificações.	59
Figura 17: Edifícios convertidos em HIS em São Paulo. (a) Labor; (b) Olga Bernário; (c) Joaquim Carlos; (d) Riskalla Jorge; (e) Maria Paula; (f) Hotel São Paulo. Fonte: (a) Reabilita, 2007; (b), (c) Yolle Neto, 2006 e (d), (e), (f) Marques de Jesus, 2008.	60
Figura 18: (1) Planta tipo do edifício Olga Bernário; (2) Joaquim Carlos.	62

Figura 19: Modelos BIM dos edifícios de São Paulo. (a) Olga Bernário; (b) Joaquim Carlos.	69
Figura 20: Função de pertinência da variável média das áreas secas.	70
Figura 21: Mapa dos transportes públicos envolta dos edifícios. Fonte: Adaptado do Mapa Digital das Ciclovias publicado no Armazém de Dados da Prefeitura do Rio de Janeiro.	76
Figura 22: Mapa dos equipamentos urbanos envolta dos edifícios. Fonte: Mapa gerado a partir de informações do Data.Rio.	77
Figura 24: Plantas dos pavimentos tipos dos edifícios do RJ no software Revit. (C) Vito; (A) Manuel Congo; (B) Palácio dos Esportes.	82
Figura 24: Função de pertinência da variável média das áreas molhadas.	111
Figura 25: Função de pertinência da variável média da relação área/perímetro das áreas molhadas.	111

Lista de Tabelas

Tabela 1: Conjunto de palavras	23
Tabela 2: Escala de pontuação para metragem linear de paredes a construir.	29
Tabela 3: Critérios relacionados à localização.	53
Tabela 4: Critérios relacionados ao conforto térmico e luminoso.	58
Tabela 5: Critérios relacionados ao conforto acústico.	59
Tabela 6: Variáveis selecionadas para estimar o custo da alvenaria.	62
Tabela 7: Variáveis selecionadas para estimar o custo de esquadria.	63
Tabela 8: Variáveis selecionadas para estimar o custo do piso.	65
Tabela 9: Variáveis selecionadas para estimar o custo de demolição.	66
Tabela 10: Valores das variáveis e notas dos critérios de localização.	73
Tabela 11: Classificação de localização dos edifícios do Rio de Janeiro.	74
Tabela 12: Valores das variáveis e notas dos critérios referentes ao conforto ambiental.	78
Tabela 13: Classificação do conforto ambiental dos edifícios do RJ.	80
Tabela 14: Valores das variáveis e notas dos critérios referentes à estimativa de custo de execução.	81
Tabela 15: Definição dos pesos com bases em experiências anteriores em São Paulo.	84
Tabela 16: Classificação da estimativa de custo dos edifícios do RJ.	84
Tabela 17: Classificação dos entrevistados referente ao tópico de localização	85
Tabela 18: Classificação dos entrevistados referente ao tópico de conforto	88
Tabela 19: Classificação dos entrevistados referente ao tópico de custo	90
Tabela 20: Tabela síntese dos critérios e das variáveis referente a localização	105

Tabela 21: Tabela síntese dos critérios e das variáveis referente ao conforto ambiental. 109

Tabela 22: Tabela síntese dos critérios e das variáveis referente ao custo de execução da obra. 113

Lista de Abreviações

AEC	Arquitetura, Engenharia, Construção
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
ANP	<i>Analytic network process</i>
APO	Avaliação Pós Ocupação
ATHIS	Assistência Técnica em Habitação Social
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
CEF	Caixa Econômica Federal
DSS	<i>Decision Support System</i>
EPIQR	<i>Energy Performance and Indoor Environmental Quality Retrofit</i>
FDM	<i>Fuzzy-Delphi</i>
FWINGS	<i>Fuzzy Weighted Influence Non-linear Gauge System</i>
GDP	Gerenciamento e Desenvolvimento de projeto
GIS	<i>Geographic Information System</i>
HIS	Habitação de Interesse social
IFC	<i>Industry Foudation Classes</i>
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ITPD	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
MCDM	<i>Multiple-criteria decision-making</i>
PAR	Programa de Arrendamento Residencial
PEB	Plano de Execução BIM
Procentro Paulo	Programa de Reabilitação da Área Central do Município de São Paulo
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida

PROMETHEE *Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations*

RSL Revisão Sistemática da Literatura

SLF Sistema Lógico *Fuzzy*

SUSP Sistema Único de Segurança Pública

TOPSIS Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade com a Solução Ideal

WASPAS-G *weighted aggregated sum product assessment*

1

Introdução

1.1

Motivação

Diante da escassez de terrenos virgens nas cidades mais desenvolvidas, o setor de construção civil começa a direcionar seus esforços para atividades relacionadas a modificações, *retrofits* e desconstruções de edifícios atuais. As construções existentes possuem um impacto significativo no meio ambiente, devido a seu alto consumo de recursos naturais (LANGSTON et al., 2008). Além disso, têm uma importância social porque reformas geram 25% mais empregos do que construções novas (TULLY, 1993 apud LANGSTON et al., 2008).

Segundo Marques de Jesus (2008), a área de reabilitação de edificações, é uma ação no edifício existente que vai desde atividades relacionadas a restauro até serviços de manutenção. Com a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), detalhada no capítulo 2, foi percebido que a maioria dos trabalhos estão direcionados à tomada de decisões para melhorar a eficiência energética da edificação. De acordo com Langston et al. (2008), em uma cidade também existem edifícios vazios e aqueles que se aproximam do desuso, pelo fato de sua função específica não ser mais relevante. Ao não se estudar a possibilidade de reutilização dessas edificações, contribui-se para a sua demolição e, conseqüentemente, aumenta-se o número de resíduos sólidos gerados em todo o mundo (LANGSTON et al., 2008). Nota-se que a reutilização desses edifícios é uma abordagem sustentável que beneficia a sociedade, a economia e o meio ambiente (LANGSTON et al., 2008).

No cenário brasileiro, o processo de reutilização vem crescendo, estimulado por programas do governo (Programa de Arrendamento Residencial (PAR), Minha Casa Minha Vida Entidades) que incentivam a reutilização de edifícios ociosos para habitação de interesse social (HIS). No Brasil, esses edifícios vazios têm uma

importância social ainda maior, uma vez que possuem potencial para resolver o alto déficit habitacional.

Nos trabalhos encontrados na RSL, observou-se que os problemas no processo de reutilização se iniciam nas etapas pré-projeto, as quais necessitam de metodologias que tratem melhor a subjetividade inerente a essa fase para auxiliar no processo de seleção do uso para a edificação. No contexto do Brasil, de acordo com Devecchi (2010), o mais sensato é a utilização desses edifícios como habitação, mas nem todos são indicados para HIS.

De acordo com Devecchi (2010) nem todos edifícios em desuso são viavelmente conversíveis para HIS, o desafio se inicia com a seleção do edifício mais indicado para esse fim. As duas maiores dificuldades para fazer a escolha de forma eficiente são combinar os diferentes critérios, como por exemplo localização e custo, na fase de pré-projeto da reabilitação habitacional e tratar a subjetividade desses critérios.

Para Kagioglou et al. (2000) a fase de pré-projeto é destinada a entender as necessidades dos clientes e dos usuários. Carvalho (2012) chama essa fase de “programação arquitetônica”¹ e além de pesquisas com clientes e usuários é nela que é feita a escolha do local onde será inserido o projeto. Carvalho (2012) completa que essa fase do processo pode impactar todo o projeto e por isso não pode ser menosprezada. Contudo, de acordo com Kagioglou et al. (2000), nos processos de projeto de construções existentes, em relação às demais etapas, essa é a fase em que poucas considerações são feitas. Deste modo, fica clara a necessidade da melhoria do processo de tomada de decisões nessa etapa.

A metodologia Modelagem da Informação da Construção (BIM, sigla em inglês para *Building Information Modeling*) é um conceito que tem crescido na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) pelo motivo de tornar os processos mais sistematizados, o que melhora a tomada de decisões em estágios iniciais do projeto e, conseqüentemente, gera soluções mais eficientes e enxutas.

Com base nesse cenário, combinar o BIM, a Lógica *Fuzzy* (uma metodologia existente que pode auxiliar no tratamento de subjetividade) e os métodos multicritérios de decisão (MCDM, sigla em inglês para *multiple-criteria decision-*

¹ “Conjunto de procedimentos que precedem e preparam a síntese projetual, e coincide com o que Robert Hershberger (1999) denominou pesquisa pré-projeto.” (CARVALHO, 2012, p 12).

making), fornece um cenário promissor para tornar a tomada de decisões mais eficientes na fase de pré-projeto.

Vale ressaltar que a filosofia proposta para selecionar a edificação para conversão em HIS pode também ser estendida para auxiliar na escolha do uso mais indicado à edificação em desuso caso não haja um novo uso pré-definido. Essa alternativa de uso da metodologia proposta encontra maior relevância fora do Brasil, como observado nos trabalhos internacionais.

1.2 Objetivo

O objetivo da presente pesquisa é propor uma metodologia para auxiliar no processo de pré-seleção de edifícios ociosos para conversão em HIS baseada na metodologia BIM vinculado a um sistema lógico difuso e ao método multicritério TOPSIS. O procedimento a ser proposto pretende possibilitar tomadas de decisões mais racionais no início do projeto, e, assim, reduzir impactos técnicos e econômicos indesejáveis que só seriam observáveis em etapas posteriores do projeto.

1.3 Escopo

O processo de seleção de um edifício ocioso para conversão em uma habitação de interesse social é complexo devido a diversidade de critérios que precisam ser analisados. Em razão disso, a presente pesquisa propõe uma fase de pré-seleção de edifícios. Nessa fase são realizadas análises relativas ao entorno, ao conforto ambiental e ao custo de execução da obra.

Succar (2009) define que para uma inserção do BIM é necessário passa por três fases: a primeira é dedicada à modelagem paramétrica, a segunda tem um aprofundamento na colaboração a partir do modelo e a última é um projeto integrado que envolve todas as fases do processo de projeto. Com base nessa definição a presente pesquisa se encontra no estágio 1 da implementação do BIM, i.e., a modelagem paramétrica. Vale ressaltar que os dados de entrada das análises a serem feitas são extraídas do modelo paramétrico.

Além disso, este estudo foi realizado considerando edifícios de mais de um pavimento localizados em zona urbana.

1.4

Estrutura do trabalho

Este documento é organizado em seis capítulos. O presente capítulo (capítulo 1) apresentou o problema de pesquisa, a motivação, os objetivos e os limites do estudo. O capítulo 2 apresenta os principais trabalhos de pesquisa que auxiliaram na definição do objetivo. O capítulo 3 exhibe um referencial teórico sobre os temas abordados. O capítulo 4 apresenta o mapa de processo proposto, seus critérios e sua forma de mensuração. O capítulo 5 apresenta os resultados alcançados por meio do método proposto na pesquisa e das entrevistas. O capítulo 6 expõe as conclusões da pesquisa e as sugestões para pesquisas futuras.

2

Revisão sistemática da literatura (RSL)

Este capítulo apresenta a metodologia da RSL com objetivo de identificar lacunas de conhecimento e discutir as principais pesquisas que envolvem os assuntos de BIM, reabilitação de edificações e tomada de decisões. Nesse capítulo, são detalhados os trabalhos encontrados que ajudaram na definição do problema de pesquisa e do objetivo geral.

2.1

Descrição do método de pesquisa

O primeiro passo da presente pesquisa é realizar uma RSL com o objetivo de entender as lacunas do conhecimento. Essa é uma fase que requer atenção do pesquisador para evitar áreas onde há grande quantidade de pesquisas e revelar áreas onde a pesquisa é necessária.

Saieg et al. (2018) sugere organizar a revisão em cinco estágios diferentes: formulação de questões, localização de artigos, seleção e avaliação de artigos, análise e síntese, e relato e uso de resultados.

Para guiar a RSL foi formulada a questão abaixo, que aborda a interação entre temas relacionados a BIM, projeto de reabilitação da edificação e tomada de decisão.

- Como a metodologia BIM pode contribuir para tomada de decisões mais precisas em um processo de reabilitação de edifícios?

O primeiro passo para localizar os estudos foi identificar as palavras-chave que guiaram a RSL. Os três termos citados anteriormente são os principais da pesquisa, mas, por serem específicos, poucos resultados foram encontrados. Dessa forma, foi decidido utilizar sub-palavras (Tabela 1), com o objetivo de encontrar o máximo de artigos que abordem esses temas para que a revisão seja a mais completa possível. A Tabela 1 mostra as palavras-chave em inglês, mas também foram utilizados termos equivalentes em português.

Tabela 1: Conjunto de palavras

Grupo Principal	Sub-palavras
BIM	“BIM” AND (“Principles” OR “Interoperability” OR “Parametric Modeling” OR “Data Modeling” OR “Information Modeling” OR “Information Flow” OR “Information Management” OR “workflow” or “tools” or “plug-in”)
Reabilitação de edificação	(“retrofit” or “refurbishment” or “renovation” or “renewal” or “repair” or “reuse” or “existing buildings”)
Tomada de decisão	“Buildings” AND (“Sustainable development” OR “evaluation” OR “post-occupancy”) AND (“Decision Making” OR “Multi-criteria” or “multi-objective” or “Decision Support”)

Como mencionado anteriormente, a área de reabilitação de edifícios engloba várias atividades relacionadas a uma construção existente (MARQUES DE JESUS, 2008). De acordo com Morettini (2012), diferentes termos são utilizados para expressar esse conceito em diferentes países. Langston et al. (2008) deixa isso claro quando define um processo nomeado como “*retrofit*” e outro como “*adaptive reuse*”. Por essa razão, nesse grupo não foi utilizada uma palavra como cabeça de chave para que a busca não fosse restringida apenas àquele termo.

Os bancos de dados utilizados na pesquisa dos artigos foram o Scopus e a CAPES Periódicos. Em seguida, usando os operadores booleanos “AND” e “OR”, esses grupos de palavras-chave foram combinados em pares, usados para filtrar artigos nas bases de dados.

Durante a avaliação, apenas os artigos que de algum modo abordavam uma das três questões que foram considerados para a próxima etapa:

- Como o BIM auxilia o processo de reabilitação de edificação?
- Como são avaliadas as edificações em processo de reabilitação?
- Como o BIM se relaciona com os métodos de tomadas de decisão?

Com aplicação dos filtros e das perguntas, alguns artigos foram selecionados. As seções 2.2, 2.3 e 2.4 apresentam o relatório dos principais obstáculos enfrentados por cada trabalho selecionado na RSL, separados em três grupos.

2.2

BIM e reabilitação da edificação

O objetivo desta seção é compreender a relação da metodologia BIM com a área de reabilitação das edificações e entender como o BIM pode auxiliar nesse processo.

Wong e Zhou (2015) e Matarneh et al. (2019) desenvolveram uma revisão bibliográfica sobre a relação da metodologia BIM tanto com os conceitos de sustentabilidade quanto com a área de gestão do empreendimento (atividades pós construção). Os dois trabalhos chegaram à conclusão de que o BIM ainda é pouco relacionado com as etapas de manutenção, modernização e demolição de edifícios.

Volk et al. (2014) também realizaram uma pesquisa sobre o estado da arte da relação do BIM com prédios existentes. Eles concluíram que poucas pesquisas são focadas nessa área pela dificuldade em desenvolver o modelo devido à falta de atualização dos dados sobre a edificação e de precisão na manipulação dos mesmos. Volk et al. (2014) e Scherer e Katranuschkov (2018) afirmaram que existem um grande potencial em relacionar o BIM com edifícios existentes, mas que ainda é pouco explorado nas pesquisas.

Nota-se que, para inserir a metodologia BIM para intervenções em edificações existentes de forma eficiente e planejada, é necessário construir um modelo da edificação. Por essa razão, alguns trabalhos que foram encontrados buscam desenvolver ferramentas para tornar a aquisição de dados mais automatizada e melhorar a interoperabilidade com os *softwares* BIM.

Volk et al. (2018) desenvolveram um sistema denominado *Resource App* para aquisição de informações da construção existente e construção do modelo 3D. Ele é mais direcionado para o levantamento interno do edifício (janelas, portas, tomadas). O'Donnell et al. (2019) desenvolveram um sistema que transforma automaticamente dados obtidos através de nuvem de pontos para criar o modelo com a finalidade realizar simulações de eficiência energética. Os autores concluíram que a ferramenta precisa de alguns ajustes e que tem pouca interoperabilidade com os softwares BIM.

Larsen et al. (2011) e Göçer et al. (2016) investigaram a combinação de métodos existentes sobre levantamento cadastral. As duas pesquisas tinham como objetivo alcançar a eficiência energética em edifícios construídos que ainda

estavam em uso. Os autores concluíram que as tecnologias precisam ser aperfeiçoadas para tornar o processo mais automatizado.

Gimenez et al. (2016) desenvolveram um protótipo que é capaz de extrair informações de projetos em 2D e gerar modelos 3D compatíveis com *Industry Foundation Classes* (IFC) que incluem os principais componentes do edifício: paredes, aberturas e espaços. Os autores concluíram que a ferramenta reconheceu 63% das aberturas e 86% das paredes, demonstrando ser, portanto, um instrumento eficiente para a fase de levantamento cadastral.

Dentre as atividades no campo de reabilitação, observou-se, durante essa fase da RSL, uma grande quantidade de trabalhos relacionando BIM e eficiência energética. No trabalho do Khaddaj e Srouf (2016) essa tendência foi confirmada. Os autores desenvolveram uma revisão bibliográfica utilizando termos sustentabilidade e BIM, e concluíram que a combinação desses temas está relacionada a *retrofit* voltado à eficiência energética.

Os trabalhos que serão detalhados a seguir relaciona BIM com projetos de reutilização. Neles foram observados que o modelo BIM foi utilizado como fonte de dados de entradas para variadas simulações.

Wang et al. (2016) apresentaram uma metodologia para adequar a tomada de decisões sobre reutilização de áreas industriais abandonadas aos requisitos de clientes para promover a reutilização sustentável. Foram utilizadas as ferramentas BIM e Sistema de Informação Geográfica (GIS, sigla em inglês para *Geographic Information System*) para extrair esses critérios automaticamente do modelo e sobre o entorno, respectivamente. Os autores aplicaram a lógica *fuzzy* para criar funções de pertinência para mensurar cada critério que foi utilizado para avaliar a área. Os autores afirmam que existem poucos trabalhos sobre BIM ou GIS e essa integração é menos vista nessa área de reabilitação.

Morandotti et al. (2019) apresentam uma metodologia desenvolvida com o objetivo de avaliar uma edificação existente nas primeiras fases de projetos de reutilização e identificar a diversidade de opções de projetos. A metodologia foi dividida em duas etapas. A primeira etapa consistiu em uma análise de desempenho na qual o autor selecionou critérios para analisar o edifício: usabilidade (dimensão e distribuição adequada), conforto (térmico e visual), segurança (estrutura e incêndio) e acessibilidade. A segunda etapa consistiu em uma mensuração do impacto das soluções. O autor cita no texto que as tecnologias utilizadas na

metodologia BIM são uma forma de disseminar o método e de fazer a análise de desempenho mais rápida. A falta de uma aplicação da metodologia em um estudo de caso impede a avaliação da metodologia proposta.

O BIM nesses trabalhos que foram apresentados é entendido como uma tecnologia, ou seja, a troca de informação não é um ponto abordado nos artigos. Nesse caso, é utilizada a modelagem paramétrica. Além disso, nota-se que, para avaliar uma edificação com o objetivo de uma reutilização sustentável, é necessário considerar tanto os dados da construção como os dados do seu entorno.

2.3

Reabilitação da edificação e tomada de decisão

Esta seção destina-se a identificar como são avaliadas as edificações em processo de reutilização.

O processo de reutilização de edificações se inicia com a fase de pré-diagnóstico. É nessa etapa que o profissional escolhe se será feita a demolição, a recuperação ou a atualização do edifício. Chen, Juan e Hsu (2017) desenvolveram uma metodologia para analisar a vida útil dos edifícios. Essa metodologia foi baseada no modelo matemático dos estudos de Langston e Shen (2007), aos quais adicionaram o cálculo do peso absoluto de cada subcritério, cuja soma resultou no grau de obsolescência para a dimensão. Quando os quatro estudos de casos utilizando o método foram comparados aos resultados obtidos por especialistas, observou-se que a faixa de erro foi de 5,5%, considerada aceitável. Os autores concluíram que modelo proposto é eficiente.

No processo de reabilitação de edificações também existe a fase do diagnóstico. Nielsen et al. (2016) realizaram uma revisão da literatura sobre as ferramentas de apoio à decisão existentes aplicáveis na fase de pré-projeto e concepção de projetos de renovação. Uma das conclusões dos autores é que é importante o desenvolvimento de ferramentas para auxiliar proprietários a gerenciar seus estoques de edifícios.

Na pesquisa dessa segunda combinação de termos, notou-se que a maioria dos trabalhos estão direcionados à tomada de decisões para melhorar a eficiência energética da edificação. Nas pesquisas de Jensen e Maslesa (2015) e Yin et al. (2011), confirmou-se que o foco das pesquisas está principalmente na eficiência energética e deterioração e nos custos de manutenção predial. Esses estudos

corroboram com as conclusões dos trabalhos citados na seção anterior que afirmam que problemas relacionados à energia são os mais abordados. Segundo Langston et al. (2008), essas intervenções são realizadas em prédios em boas condições físicas, mas com serviços e tecnologia desatualizados. Além disso, Jensen e Maslesa (2015) fizeram um estudo para identificar as principais barreiras no processo de reforma de edifícios, na Dinamarca, e chegaram à conclusão de que um obstáculo importante é a falta de ferramentas simples para ajudar as partes interessadas na priorização e tomada de decisões durante os estágios iniciais dos projetos de renovação de edifícios.

Dentre os trabalhos encontrados com a finalidade de reutilização de edifícios ociosos, existem diversos trabalhos que intencionam encontrar o uso ideal para um edifício histórico que se encontra ocioso ou cujo uso atual não é mais útil para aquele entorno e também para edifícios abandonados que não possuem valor histórico significativo, mas que precisam ser conservados, em prol da preservação do meio ambiente. A maioria dos métodos utilizados nos trabalhos de Wang e Zeng (2010), Shehada et al. (2015), Chen et al. (2018), Haroun et al. (2019), Claver et al. (2018), Radziszewska-zielina e Śladowski (2017), Tan et al. (2014) tinham como base a opinião de um grupo de especialistas e utilizavam método de multicritério (*Analytic Network Process* (ANP); *Analytic Hierarchy Process* (AHP); *Fuzzy Weighted Influence Non-linear Gauge System* (FWINGS); *fuzzy TOPSIS*) para comparar e classificar as opiniões dos especialistas e, assim, escolher uma dentre um conjunto de alternativas. Nesses casos, alterações nesse grupo têm influência direta no resultado, sendo, portanto, necessário um grupo grande e representativo o suficiente para que visões particulares não tenham grande peso na análise. A principal desvantagem dessas aplicações é a grande demanda de tempo para a obtenção de uma quantidade considerável de avaliações de especialistas para que se tenha um resultado consistente. Em situações em que exista um estoque de edifícios a serem analisados, essa forma de avaliação pode se tornar inviável.

De acordo com Radziszewska-zielina e Śladowski (2017), a fase destinada à seleção de um uso para um edifício histórico é carregada de subjetividade. Esses autores e Tan et al. (2014) utilizaram a lógica *fuzzy* para trabalhar a subjetividade dos dados de entrada. Morkūnaitė et al. (2019) confirmam que existe um potencial para trabalhar com métodos híbridos, por exemplo, conjuntos difusos e TOPSIS.

Tan et al. (2014) fizeram uma comparação entre o método AHP e TOPSIS e, de acordo com os autores, na utilização do método AHP, os tomadores de decisão podem encontrar dificuldades para utilizar a escala de 9 pontos (pontuação de 1 a 9). O método *fuzzy* TOPSIS, em contrapartida, exige cálculos menos complexos e menos esforço computacional (TAN et al., 2014).

Bottero et al. (2019) desenvolveram um método com base *Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations* (PROMETHEE) com a finalidade de apoiar as decisões de reutilização adaptativa do patrimônio industrial abandonado. O trabalho analisou nove indústrias abandonadas com o objetivo de escolher entre os nove edifícios os mais adequados para acolher os sete novos usos. Os autores selecionaram critérios em relação a qualidade ambiental, aspectos econômicos, elementos de infraestrutura e características arquitetônicas com base na literatura. O trabalho combinou aspectos qualitativos e quantitativos. Para cada critério foram determinados o mais e o menos indicado. Esse trabalho deixa claro que a solidez dos resultados e a classificação obtida pela implementação do método PROMETHEE dependem do painel de especialistas que desempenharam o papel de tomadores de decisões.

Hsu e Juan (2016) foram em uma direção diferente dos outros trabalhos citados anteriormente, uma vez que encontraram uma forma de avaliar independente da opinião de especialistas. Nesse trabalho, os autores desenvolveram um método para avaliar edificações abandonadas e, assim, ajudar na determinação do tipo de reutilização e da estratégia de negócio para essa edificação com base em redes neurais. O método tinha como base o modelo AdaptSTAR desenvolvido por Conejos et al. (2013), no qual os autores determinaram alguns critérios de análise de edifícios, apoiados em entrevistas e na literatura, para determinar o potencial de reutilização daquele edifício. De acordo com os autores, é necessária a verificação de aspectos físicos, econômicos, funcionais, tecnológicos, sociais, legais e políticos, para alcançar uma reutilização sustentável. Para a avaliação de cada aspecto foi necessário definir subáreas e para mensurá-las foram definidas escalas de avaliação de acordo com os regulamentos, práticas, e condições locais. Os autores utilizaram 53 projetos para treinar a rede neural, no qual os dados de entrada eram referentes as características físicas, econômicas, funcionais, tecnológicas, sociais, jurídicas e políticas, e como dado de saída o novo uso e a estratégia de negócio que deveria ser utilizada. Para validação o método, os autores aplicaram o método em 9 estudos de

caso que já tinham sido convertidos. Os resultados indicaram que o modelo de decisão proposto produziu uma precisão do tipo de reutilização de 89% e um precisão da estratégia de 78%. Nota-se que o método foi bastante eficiente na previsão do tipo de reutilização e estratégias de negócios, tornando-se uma ferramenta eficaz para os tomadores de decisão. A eficiência desse método só pode ser alcançada com uma grande quantidade de casos, o que pode ser difícil de encontrar em algumas regiões, pois há pouca prática de reutilização de edificações, tornando a sistematização um processo mais complexo.

No contexto brasileiro, devido ao alto déficit habitacional, o mais indicado é que os edifícios vazios sejam direcionados a HIS. Devecchi (2010) traz dados do relatório de Gestão do Programa de Reabilitação da Área Central do Município de São Paulo (PROCENTRO), no período compreendido entre 2001 e 2004, e nele consta que 400 imóveis receberam indicação para se tornarem HIS, mas depois de uma avaliação mais criteriosa, 54 imóveis foram considerados adequados para o programa. A partir desses dados, a autora concluiu que é necessário o desenvolvimento de metodologias para seleção do imóvel, com a finalidade de tornar o processo mais eficiente. Por essa razão, Devecchi (2010) desenvolveu um método de diagnóstico rápido, para identificar o edifício mais adequado para esse tipo de intervenção. Nesse método, são analisados o tipo e o estado de conservação, a complexidade da intervenção, a qualidade do produto arquitetônico e o custo. Para cada campo a autora definiu critérios e para definir a escala dos critérios utilizados ela determina um intervalo para cada escala, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Escala de pontuação para metragem linear de paredes a construir.

Intervalo	Escala
0 a 1%	1
1 a 3%	2
3 a 4,5%	3
> 4,5%	4

Fonte: Devecchi, 2010.

Observa-se que essa forma de se definir intervalos faz com que haja uma mudança brusca de escala quando a variação é feita no limite entre intervalos. Por exemplo, segundo a Tabela 2, variar 0,5% entre 1,5% e 2% não muda o valor da escala, porém variar entre 2,7 e 3,2% altera a escala de 2 para 3. Nessas situações,

a definição do grupo em que aquele edifício vai se encontrar é feita a critério do avaliador. Além disso, segundo a autora, para aplicar esse método é necessário o levantamento da planta tipo e também de um partido de reabilitação com a identificação das unidades habitacionais, o partido de instalações e de vedações. Diversos edifícios podem ser analisados, mas realizar um estudo preliminar para todos eles exige um alto esforço da equipe de arquitetura, aumentando assim o tempo de análise e o custo.

2.4

BIM e tomada de decisão

Esta seção visa mostrar como é feita a relação do BIM com os métodos de MCDM que são utilizados no processo de reutilização de edificações. Dentre os artigos encontrados, percebe-se a falta de trabalhos que abordem a reutilização de edifícios ociosos.

Woo e Menassa (2014) tiveram como objetivo selecionar o sistema mais eficiente de aquecimento, ventilação e ar condicionado para uma incubadora para *start-ups* baseadas em tecnologia, nos Estados Unidos. Para definir o sistema os autores relacionaram dados extraídos *softwares* BIM e utilizaram o Processo de Hierarquia Analítica (AHP, sigla em inglês para *Analytic Hierarchy Process*) para escolher e classificar possíveis estratégias de *retrofit*. Chen e Pan (2016) desenvolveram um modelo variável MCDM *fuzzy* auxiliado por BIM para selecionar as medidas para uma construção de baixa pegada de carbono e aplicaram-no em um projeto em Hong Kong. Carbonari et al. (2019) desenvolveram uma ferramenta baseada em Redes Bayesianas (RB – tipo de rede neural), com o objetivo de criar uma ordem de intervenção para reforma, no qual a metodologia BIM foi utilizada para extração dos dados de entrada. Jalaei et al. (2015) propuseram uma metodologia que integra o BIM ao Entropy-TOPSIS a fim de otimizar com eficiência a seleção de componentes de construção sustentável na fase inicial de projeto. Kamari et al. (2018), assim como no artigo anterior, criaram um *plug-in* para permitir a interoperabilidade entre o *software* Autodesk Revit e as ferramentas de sistema de suporte à decisão (DSS, sigla em inglês para *Decision Support System*) com o objetivo de selecionar os cenários ideais de reforma.

Nos artigos descritos a cima, que combinam o BIM com métodos MCDM, observou-se que essa combinação permite tomadas de decisões mais bem

informadas e resultados mais bem sucedidos em todas as áreas. Além disso, as suas combinações permitem uma melhor apresentação dos cenários de projeto para pessoas que não possuem conhecimento técnico, como clientes em alguns casos. Entretanto, em nenhum trabalho foi abordada a troca de informações entre as equipes, sendo considerada apenas a vertente do BIM como tecnologia sem consideração do processo.

Atualmente observa-se que a tomada de decisões no campo da construção civil busca atingir a sustentabilidade. Entretanto, nos artigos encontrados, abordou-se com mais frequência a sustentabilidade ambiental e econômica, sendo que poucos artigos abordaram a sustentabilidade social.

Visando melhor estudar esse terceiro ponto do tripé da sustentabilidade, Ahmad e Thaheem (2017) desenvolveram um trabalho para identificar os indicadores que podem ajudar a avaliar status de sustentabilidade social dos projetos de construção. Para esse estudo, foram realizadas 12 entrevistas com acadêmicos e profissionais da área de construção para determinar o peso (método AHP) dos critérios que foram selecionados com base na revisão da literatura. Foi realizado um estudo de caso em um edifício residencial baixo, no Paquistão para validar a estrutura proposta. Os autores concluíram que as ferramentas BIM podem contribuir para que as análises sejam feitas com mais frequência e sejam mais simples. Além disso, os autores ressaltaram que não encontraram a integração entre sustentabilidade social e BIM na literatura durante a realização do seu trabalho.

Os trabalhos que serão detalhados a seguir relaciona BIM com projetos de reutilização e métodos MCDM. A série de artigos de Pavlovskis et al. (2016), Pavlovskis et al. (2017) e Pavlovskis et al. (2019) relatam a relação do BIM com métodos de tomada de decisão multicritério em problemas de reutilização de edificações abandonadas e posteriormente aplica a metodologia em edificações históricas e industriais. Nesses trabalhos, observa-se uma busca para racionalizar o processo de escolha.

Pavlovskis et al. (2016) e Pavlovskis et al. (2017) propõem um modelo de tomada de decisão para a reconstrução de prédios abandonados, combinando as técnicas BIM e MCDM. Essa metodologia foi aplicada em uma antiga fábrica de equipamentos. Nesses trabalhos, a classificação de possíveis alternativas de reconstrução do edifício é feita usando o método de avaliação aproximada do produto da soma agregada ponderada (WASPAS, sigla em inglês para *Weighted*

Aggregated Sum Product Assessment). Com base nos resultados, os projetos mais racionais foram selecionados a partir dos critérios nos campos da tecnologia, da economia e do meio ambiente. O processo iniciou com a digitalização a laser da edificação. Posteriormente foi necessário conectar o modelo 3D com todas as informações acessíveis e também interconectar os modelos GIS e BIM. Os autores concluíram que a tomada de decisões relacionada à reutilização é um problema multifacetado, portanto, os métodos MCDM provaram ser altamente adequados.

Pavlovskis et al. (2019) tinham como objetivo introduzir o BIM no processo de escolha do novo uso a ser dado ao Palácio Sapieha, em Vilnius, Lituânia. As tecnologias BIM foram utilizadas no trabalho apenas para criar o modelo através da nuvem de pontos, para determinar as possibilidades de conversão e para realizar simulação do ciclo de vida. Para definir o novo uso foi utilizada a opinião dos especialistas. Os autores concluíram que a combinação das tecnologias permite decisões mais racionais para a conversão do patrimônio cultural construído, mas a tomada de decisão ainda está relacionada à opinião dos especialistas.

Levando em consideração a importância de saber intervir em edifícios obsoletos e dos poucos artigos encontrados relacionando esses três temas (BIM, Reabilitação da Edificação e Tomada de Decisão), a revisão confirma que essa é uma área com potencial a ser explorado.

2.5

Visão geral

As publicações na área de reabilitação que foram encontradas acontecem desde 2008, como mostra a

Figura 1, estimuladas principalmente pelo fato de que em regiões desenvolvidas há poucos terrenos vazios para a expansão, direcionando a área da construção civil a trabalhar em edifícios existentes.

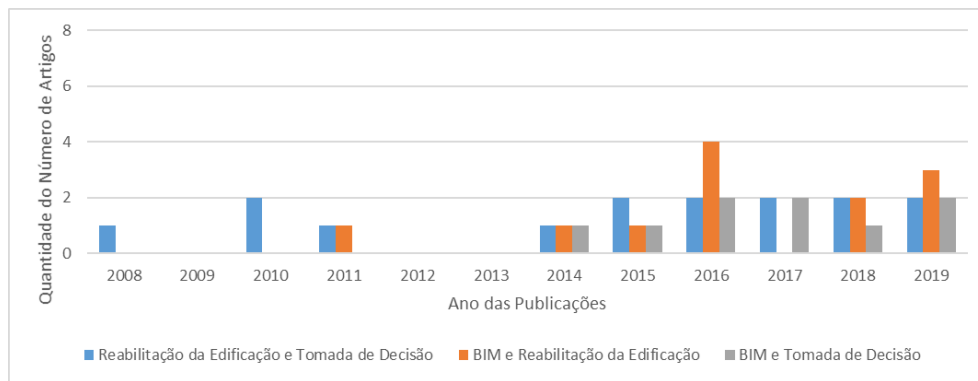


Figura 1: Artigos selecionados divididos por ano.

Alguns artigos indicaram que existe um crescimento da quantidade de empreendimentos vazios e, quando essas edificações podem ser reutilizadas, é anexada uma nova fase no processo de projeto, que é destinada a decisão sobre o uso da edificação.

Observa-se que a etapa de definição do uso esteve frequentemente atrelada aos métodos MCDM, pois eles auxiliam na organização das opiniões dos atores e também na apresentação dos diferentes cenários para tomadas de decisões mais assertivas. Entretanto, foi observado que apenas o uso da opinião dos especialistas torna a solidez dos resultados dependente do grupo de especialistas selecionado. Por essa razão, os pesquisadores têm proposto métodos para que avaliações desse tipo sejam mais objetivas. Além disso, o número de edifícios ociosos vem crescendo, o que gera uma necessidade de metodologias que realizem verificações rápidas. Pode-se relacionar essas atuais necessidades da área com o início da sua relação com o BIM em 2016. Antes desse ano os artigos da área de reabilitação que estavam relacionados com o BIM abordavam a fase de levantamento cadastral e também exploravam a ferramenta para realizar as simulações energéticas. Na

Figura 1, também é possível observar uma tendência de aumento da produção de artigos relacionando essas duas áreas. No entanto, o desenvolvimento ainda é lento. Com base nesses números, é possível inferir que os estudos que combinam reabilitação de edificações e BIM ainda são escassos, tornando-o um tópico de pesquisa aberto.

Durante a revisão, a lógica *fuzzy* surgiu em alguns artigos como uma forma de tratar melhor a subjetividade. Isto também é explorado neste trabalho.

Com a RSL, também foi visto que, no contexto brasileiro, Devecchi (2010) indica uma problemática para a escolha do edifício. Nesse caso, a tomada de decisão depende da qualidade arquitetônica, dos elementos do entorno e do estado de conservação da edificação. Percebe-se, portanto, que arquitetos e engenheiros precisam trabalhar colaborativamente na fase de pré-projeto em busca de uma avaliação completa. A metodologia BIM, além de antecipar análises, permite o compartilhamento das informações entre as equipes, melhorando a comunicação. Por essa razão, a metodologia BIM é essencial para a seleção do edifício que será convertido em HIS.

Dessa maneira, a presente pesquisa combina os métodos MCDM, a lógica *fuzzy* e a metodologia BIM para auxiliar na tomada de decisão da escolha de edificações. O procedimento adotado ajuda em três aspectos: integração de dados em vários níveis, tentativa de interpretação de dados subjetivos e classificação das alternativas, facilitando, assim, a identificação da alternativa que é mais adequada de acordo com os parâmetros analisados.

3 Referencial teórico

Este capítulo apresenta o referencial teórico e aborda os principais princípios, métodos e ferramentas que são utilizados no desenvolvimento deste estudo.

3.1

Building Information Modeling (BIM)

O BIM é uma metodologia crescente no campo da construção civil por possibilitar a redução da quantidade de imprevistos durante a execução da obra, o que por sua vez impacta positivamente o orçamento. Contudo, para aplicação completa da metodologia é necessário vencer três barreiras: processo, tecnologia e pessoas (COELHO, 2017). Observa-se que para a implementação completa do BIM é necessário ir além da tecnologia e se aprofundar em formas de melhorar a comunicação e a colaboração entre as equipes. Para auxiliar essa integração, existe uma ferramenta denominada manual de entrega de informação (IDM, sigla em inglês para *Information Delivery Manual*). Essa ferramenta é responsável por definir as informações e os momentos que essas informações devem ser trocadas pelos profissionais que estão presentes no processo.

O mapa de processo é um instrumento do manual de entrega de informação que foi padronizado pela *Building SMART* como uma metodologia para capturar e especificar os processos durante o ciclo de vida de um produto e foi normatizado pela ISO 29481-1:2016. O manual tem o objetivo de melhorar a estruturação de processos da construção civil.

O mapa identifica o início e o término das tarefas, os momentos que os agentes precisam trocar as informações e também os dados que foram consumidos e produzidos. Um mapa é mais do que um fluxograma, pelo fato de detalhar cada atividade e cada informação que é trocada, o que ajuda na identificação do local onde a comunicação está sendo falha e permite que sejam feitas mudanças para melhorar a eficiência do processo, o que tem consequências na qualidade da tomada de decisão.

O primeiro passo para mapear processos é definir a fase da vida do empreendimento deve ser mapeada. Posteriormente, é necessário identificar quais os atores que fazem parte dessa fase e definir as suas responsabilidades. Finalmente, isso é ilustrado utilizando a linguagem BPMN² (*Business Process Model and Notation*).

3.2 Lógica Fuzzy

A teoria da Lógica *Fuzzy* ou “Lógica Difusa” surgiu em contraposição à lógica clássica (ALKMIM, 2007; MORAES, 2010). Na lógica clássica ou na lógica Booleana, um dado elemento pertence ou não integralmente a um determinado conjunto, ou seja, o grau de pertinência a determinado conjunto deve ser 0 ou 1 (ALKMIM, 2007; MORAES, 2010). Já na lógica *fuzzy* os elementos podem pertencer parcialmente a esses conjuntos, passando a existir infinitos números entre 0 e 1 (ALKMIM, 2007; MORAES, 2010). Observa-se que as fronteiras na lógica *fuzzy* entre os conjuntos são nebulosas, pois a mudança é gradual (ALKMIM, 2007; MORAES, 2010).

Um dos conceitos mais importantes da lógica *fuzzy* é a variável linguística, que tem seu valor expresso qualitativamente por um termo linguístico (que fornece conceito à variável) e quantitativamente por uma função de pertinência ao conjunto associado ao termo linguístico (ALKMIM, 2007). É através da função de pertinência que se define até que ponto um elemento pertence ou não a um determinado conjunto, ou seja, o grau de pertinência do elemento (ALKMIM, 2007).

As funções de pertinência podem ter diferentes formas, dependendo do conceito que se deseja representar e do contexto em que serão utilizadas, mas é comum utilizar as triangulares, trapezoidal e gaussiana. Segundo Souza (2000) as

² O BPMN estabelece um padrão para representar os processos graficamente, por meio de diagramas. As piscinas representam o processo que está sendo descrito e cada uma delas é constituída de várias raias, que simbolizam os participantes do processo ou que são destinadas às trocas de informações. Nas raias dos profissionais, ficam as tarefas que serão executadas por eles e, nas raias das trocas de informações, ficam localizados os documentos que são gerados por cada atividade. Para representar as trocas de informações, o BPMN possui um conjunto de símbolos. Os círculos representam o início e o término do processo. Os retângulos mapeiam as tarefas, as folhas são utilizadas para representar os dados e as informações, as setas cheias indicam o fluxo de trabalho das tarefas, as setas tracejadas indicam o fluxo de mensagens e a tomada de decisão é representada por um losango.

funções triangulares e trapezoidais são as mais comuns devido à eficiência computacional, razão pela qual serão exploradas na pesquisa atual.

A Figura 2 ilustra três funções de pertinência (duas trapezoidais e uma triangular) associadas a três variáveis linguísticas (baixa, média e alta) da variável altura. Observa-se que, quando a variável for igual a 1,75m, ela será absolutamente pertencente ao grupo médio. Já quando o valor da altura aumenta a pertinência a esse grupo diminui e aumenta a pertinência ao grupo de alturas alta até atingir o pico de 2,00m. Números maiores que esse continuam tendo a pertinência máxima ao último grupo.

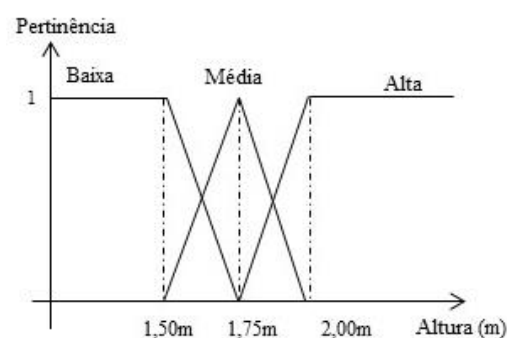


Figura 2: Função de pertinência para a variável altura.

A lógica *Fuzzy* possibilitou dar um tratamento matemático a termos linguísticos subjetivos, tornando possível uma descrição melhor da realidade (MORAES, 2010).

Com base no conceito de variáveis linguísticas e funções de pertinência, o Sistema Lógico *Fuzzy* (SLF) está estruturado em três etapas: fuzzificação, inferência e defuzzificação, como ilustrado na Figura 3 (ALKMIM, 2007).

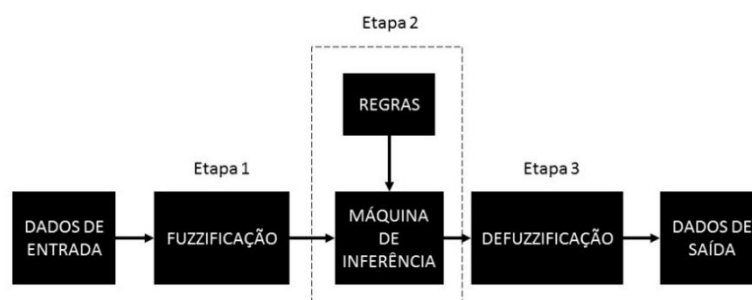


Figura 3: Sistema Lógico Fuzzy.

Fonte: Alkmim (2007) adaptado pela autora

Fuzzificação é a etapa que transforma os dados de entrada em conjuntos difusos usando as funções de pertinência. A fase de inferência relaciona as variáveis

entre si com base em um conjunto de regras. Essas regras são fornecidas por especialistas e são expressas como sentenças lógicas, por exemplo: se o serviço for bom e a comida for boa, então a gorjeta é alta. Desfuzzificação é o momento que é realizada a transformação dos conjuntos *fuzzy* em um valor numérico (ALKMIM, 2007).

Para o funcionamento do SLF é necessário que sejam definidas as variáveis de entrada e de saída, as funções de pertinência e as regras. Anteriormente a essas fases, é preciso delinear o sistema de inferência que será utilizado, cujos principais tipos são Mamdani e Sugeno. A diferença entre os dois está relacionada aos dados de saída (ANDRADE e JACQUES, 2008). No primeiro, os dados de entrada e de saída são formados por variáveis *fuzzy*, ou seja, é necessário definir as funções de pertinência de cada variável que compõe o problema, a fim de identificar o grau de pertinência dos dados de entrada referente àquela variável (ANDRADE e JACQUES, 2008). Além disso, é necessário determinar as funções que irão demarcar os dados de saída (ANDRADE e JACQUES, 2008). Por sua vez, o controlador de Sugeno consiste em uma simplificação do controlador de Mamdani, pois o dado de saída de cada regra é definido por um valor numérico e não um conjunto *fuzzy* (ANDRADE e JACQUES, 2008).

Como este trabalho estuda uma situação em que as informações são escassas, optou-se por utilizar controladores do tipo Sugeno, que possuem menos parâmetros a serem calibrados do que os controladores do tipo Mamdani. Além disso, durante as entrevistas observou-se que o uso do controlador do tipo Sugeno foi capaz de fornecer bons resultados.

Embora o SLF seja responsável por quantificar cada critério, para uma tomada de decisão mais objetiva é necessária a modelagem do problema para que os cenários sejam comparados entre si. Para esse fim, são utilizados os métodos de MCDM, auxiliando os especialistas na tomada de decisão.

3.3 Tomada de decisão multicritérios

Um dos desafios da presente pesquisa é selecionar o edifício ocioso que mais se assemelhe com o uso habitacional, uma vez que, quanto maior for a semelhança, menor é o impacto econômico, social e ambiental. Tal escolha caracteriza uma tomada de decisão.

O processo de tomada de decisão é amplamente definido como a realização de qualquer seleção ou escolha de alternativas. Segundo Wang e Zeng (2010), uma decisão sofre interferência de diversos fatores que precisam ser alcançados de forma simultânea. É necessário haver uma grande quantidade de informações estruturadas para que o problema seja bem avaliado e possibilite a tomada de decisão com maior precisão.

Para auxiliar os processos de decisão, podem-se utilizar métodos de decisão multicritério, que reúnem um conjunto de ferramentas para abordar decisões que lidam com um problema sob a presença de vários critérios quantificáveis, não quantificáveis ou múltiplos. Tais métodos são importantes para auxiliarem os tomadores de decisão em situações de incerteza, complexidade e objetivos conflitantes (CARBONARI et al., 2019).

Alguns exemplos de métodos utilizados para apoio à tomada de decisão multicritério são os métodos AHP, ANP e TOPSIS.

O método ANP é derivado do método AHP e, em ambos, a importância de da relação entre critérios pode ser considerada. Entretanto, o AHP permite que os critérios sejam considerados separadamente e em conjunto, sendo um método mais flexível que o ANP que só considera a interdependência dos critérios (CLAVER et al., 2018; WANG e ZENG, 2010).

Por sua vez, o método TOPSIS tem como objetivo básico escolher uma alternativa que esteja próxima da solução ideal positiva, e mais distante da solução negativa. A solução ideal positiva é composta de todos os melhores valores possíveis dos critérios e a negativa consiste em todos os piores valores alcançável dos critérios. Sendo assim, sua estrutura é mais indicada para a criação da classificação das alternativas do que o método AHP (YOUSSEFPOUR; RAHIMI, 2014).

Na literatura, é possível encontrar o método *Fuzzy-TOPSIS*, uma derivação do método TOPSIS. Esse método foi aplicado a um problema de seleção do local de instalação de uma empresa têxtil na Turquia (ERTUĞRUL; KARAKAŞOĞLU, 2008). Além disso, essa derivação também foi aplicada ao problema de seleção de um novo uso a ser dado a edifícios ociosos que anteriormente eram utilizados como fabricas em Hong Kong (TAN et al., 2014). Enquanto esse utiliza apenas um valor numérico absoluto por critério, manipulado por meio de cálculos embasados na lógica clássica, o método *Fuzzy-TOPSIS* utiliza variáveis lingüísticas representadas

por números *fuzzy* (ERTUĞRUL; KARAKAŞOĞLU, 2008). A aplicação do *Fuzzy-TOPSIS* é vista com maior frequência em problemas cuja tomada de decisão é realizada com base na opinião dos especialistas, pois os números baseados na lógica *fuzzy* melhor representam a subjetividade dessas opiniões. Como foi mostrado anteriormente, essas avaliações feitas por especialistas dependem do grupo de profissionais selecionados. Contudo o objetivo da presente pesquisa é definir critérios de análise, sendo essa uma maneira de estruturar a avaliação para pré-seleção de edifícios. Por essa razão, que foi escolhido o controlador Sugeno, para o qual o dado de saída será apenas um número absoluto. Dessa forma, optou-se por utilizar a método TOPSIS original para relacionar todos os critérios e concluir de forma objetiva o edifício mais qualificado dentro dos critérios adotados para ser avaliado pela equipe de engenharia.

O processo de aplicação do método TOPSIS pode ser entendido em alguns passos:

1. Definição do conjunto de critérios de decisão e dos pesos de cada critério para tomada de decisão. O peso na pesquisa atual fica a cargo do avaliador;
2. Montagem de uma matriz de decisão correspondente ao desempenho das alternativas em relação a cada critério;

$$d_{ij} = \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1c} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{a1} & \cdots & d_{ac} \end{bmatrix}, (1)$$

em que, a é o número de alternativas e c é o número de critérios e cada termo da matriz representa as pontuações das alternativas.

3. Normalização da matriz de decisão, de acordo com a equação 2;

$$n_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^c d_{ij}^2}}, \quad (2)$$

4. Ponderação da matriz de decisão, de acordo com a equação 3;

$$n_{ij} = \frac{w_j d_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^c w_j d_{ij}^2}}, \quad (3)$$

em que w_j é o peso para do critério j .

5. Determinação das soluções ideais positiva e negativa. Essas soluções são hipotéticas e possuem a maior e a menor nota possível em todas os critérios, respectivamente;
6. Cálculo da distância entre o valor normalizado de cada alternativa e as soluções ideais positivas e negativas. Para essa operação é necessário usar as equações para o cálculo de D_i^+ (distância em relação a solução ideal positiva) e para o cálculo de D_i^- (distância em relação a solução ideal negativa), de acordo com as equações 4 e 5;

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^c (n_{ij} - 1)^2} \quad (4)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^c n_{ij}^2} \quad (5)$$

7. Cálculo do coeficiente de aproximação (CC_I) segundo a equação (6). Esse valor corresponde ao desempenho global da alternativa;

$$CC_I = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-) \quad (6)$$

8. Classificação das alternativas em ordem decrescente. As melhores alternativas são aquelas cujo o desempenho global é mais próximo de 1,0.

4

Método de pesquisa

Este capítulo apresenta o mapa de processo proposto, descreve o contexto do conjunto de edifícios utilizados no experimento e indica todas as considerações para realização das análises de localização, de conforto ambiental e do custo de execução.

4.1

Mapa do processo proposto

Foi mencionado anteriormente que existem diversas variáveis do urbanismo, da arquitetura e da engenharia que precisam ser comparadas entre si para que um edifício seja escolhido para um novo uso. No entanto, esta pesquisa não vai contemplar os requisitos no campo da engenharia. Ainda assim, nesta seção foram mapeadas as trocas de informação na fase de pré-projeto incluindo a engenharia, com o objetivo de mostrar a ocorrência de interdisciplinaridade, bem como o momento processual em que a pesquisa está inserida. Na prática, o ambiente BIM seria utilizado após o aprofundamento no campo da engenharia. Vale lembrar que esse trabalho aborda a preparação do processo para inserção na metodologia BIM.

O mapa de processo da presente pesquisa aborda a fase de pré-projeto. Esse mapa ilustra como é esse processo utilizando o modelo de informação. A fase que será representada nesse mapa de processo se inicia com a definição dos requisitos do cliente e é finalizada com a seleção do edifício que será utilizado para o projeto. O objetivo do cliente é desenvolver um projeto de reabilitação visando construir HIS que tenham conforto para os usuários. Além disso, ele busca uma conversão menos onerosa. A melhor alternativa deve ser aquela que proporciona um maior benefício em relação a todos os requisitos relacionados à qualidade para o usuário, associado a um menor custo. Esse fluxo de informação proposto no mapa de processo é direcionado a órgãos públicos, pois esses detêm um maior estoque de edifícios ociosos. Atualmente esses edifícios vazios são ocupados por movimentos sociais. Através de um processo judicial, prova-se que aquele edifício não está sendo utilizado, e direciona-se o edifício para o processo de reabilitação. Logo, esse

cliente também poderia ser os movimentos sociais. Os atores que participam desse mapa de processo são: o cliente, o coordenador BIM, a equipe de levantamento cadastral, a equipe de arquitetura, o proprietário, a equipe de levantamento cadastral, assistente social e a equipe de engenharia, como pode ser observado na Figura 4. O mapa de processo completo é apresentado no Apêndice A.

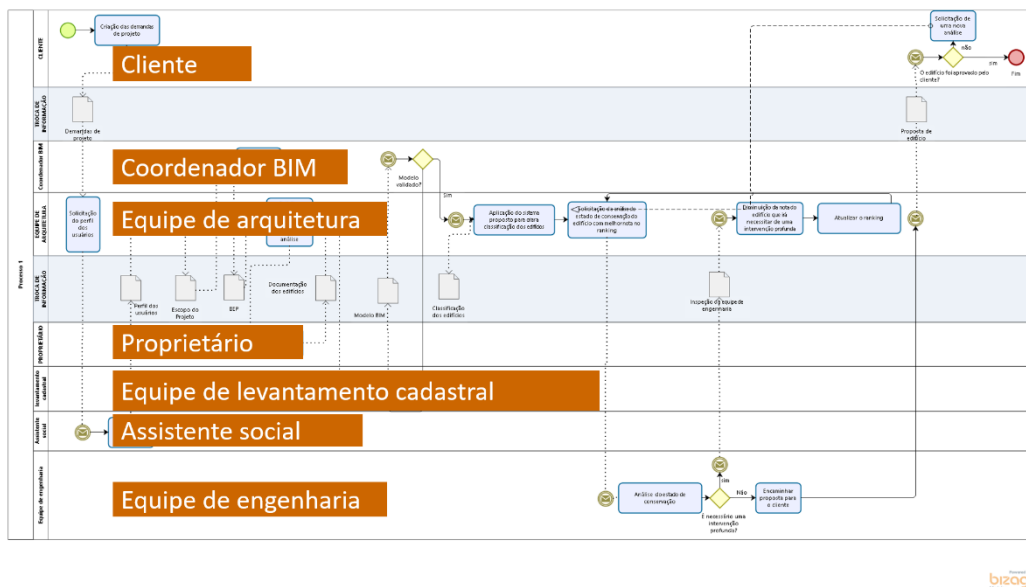


Figura 4: Atores que fazem parte do mapa de processo

A definição dos atores e suas tarefas são apresentadas abaixo:

- **Cliente:** órgão público responsável por definir os requisitos do projeto, e por escolher o edifício final com base na classificação dos edifícios que será apresentado;
- **Assistente social:** responsável por selecionar o movimento social que será beneficiário das novas habitações e sinalizar a necessidade dos usuários, o perfil das famílias (quantidade moradores por família, por exemplo) e também definir os pesos de cada critério que será utilizado na análise;
- **Proprietário:** órgão público ou pessoa física responsável por fornecer as plantas e demais documentações do edifício para que as análises sejam realizadas;
- **Equipe de levantamento cadastral:** arquitetos, engenheiros ou técnicos responsáveis por levantar os dados básicos das construções existentes e

desenvolve o modelo paramétrico (dimensão dos espaços, tamanho e tipo de janelas);

- Coordenador BIM: esse profissional é responsável por coordenar as informações trocadas entre os participantes do processo para garantir a transparência das informações. Além disso, o coordenador BIM será responsável pela execução do PEB (Plano de Execução BIM);
- Equipe de arquitetura: responsável por realizar a primeira análise nos edifícios ociosos pré-estabelecidos pelo cliente;
- Equipe de engenharia: esses profissionais serão responsáveis por verificar o estado de conservação dos edifícios que serão encaminhados pela equipe de arquitetura.

Esse mapa tem três fases principais: a construção do modelo BIM, a fase de classificação dos edifícios e a análise realizada pela equipe de engenharia no edifício mais bem classificado pela equipe de arquitetura, como pode ser observado na Figura 5. Como foi mencionado no escopo do trabalho, a análise arquitetônica anterior à análise da engenharia é importante para direcionar os esforços da equipe de engenharia ao edifício que apresentar mais características positivas, o que torna o processo de escolha menos oneroso e mais ágil, já que uma inspeção detalhada de todos os edifícios seria inviável. É importante frisar que o presente trabalho aborda a fase de pré-seleção, não sendo discutidas técnicas de avaliação relativas à engenharia.

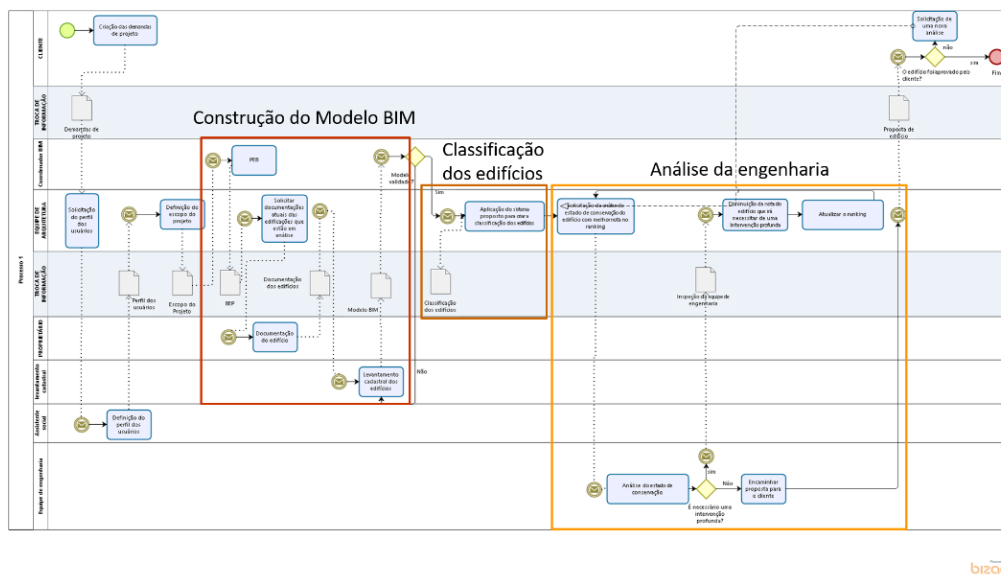


Figura 5: Versão ilustrativa do mapa de processo com identificação das fases principais

O processo inicia-se com o cliente solicitando à equipe de arquitetura um estudo de determinados edifícios ociosos quanto à viabilidade econômica e ambiental da conversão em HIS, de tal forma que a edificação, após convertida, forneça conforto a seus futuros usuários.

Após receber a solicitação, a equipe de arquitetura entra em contato com a assistente social para determinar o perfil dos usuários.

Com o escopo do projeto definido, a equipe de arquitetura entra em contato com o coordenador BIM para desenvolver o PEB. A equipe de arquitetura entrega o escopo do projeto e também as principais informações que ela necessita no modelo para realizar as primeiras análises. O PEB tem como finalidade definir meios de organização entre os diferentes agentes BIM a fim de promover uma clara comunicação e troca de dados entre os mesmos. O PEB deve conter informações como: a definição de como ocorrerá a comunicação, quais softwares serão utilizados, qual será o nível de desenvolvimento (LOD sigla em inglês para *Level of Development*) dos modelos, as principais informações que precisam constar no modelo e entre outras questões. Depois, o PEB é enviado à equipe de arquitetura e à equipe de levantamento cadastral.

Após o receber o PEB, a equipe de arquitetura entra em contato com os proprietários dos edifícios para solicitar as plantas dos edifícios. As documentações referentes ao edifício existente são enviadas para a equipe de levantamento cadastral. Essa equipe é responsável por fazer as medições no edifício e desenvolver

o modelo BIM. As informações que precisam constar nesse modelo são definidas no PEB e são fornecidas pela equipe de arquitetura ao coordenador BIM. Em seguida, o modelo BIM é enviado para o coordenador BIM, que confere se todas as informações descritas no PEB estão presentes no modelo. Caso alguma informação esteja faltando, é da responsabilidade do coordenador a realização de uma listagem dessas informações e o envio da mesma para a equipe de levantamento cadastral. Este processo ocorre até que todas as informações estejam presentes no modelo. Com a validação do modelo BIM, o coordenador BIM envia o modelo para a equipe de arquitetura para que seja feita a análise dos empreendimentos.

A equipe de arquitetura realiza a primeira análise dos empreendimentos. Nesse estudo, são avaliadas as questões referentes à localização, ao conforto e ao custo direto da obra (os dados de entrada de cada grupo estão detalhados no Item 4.2.2.1). Para realizar as análises, são extraídas do modelo as seguintes informações:

- Área de janela;
- Área do pavimento;
- Ângulo entre as fachadas que possuem aberturas e o entorno;
- Área dos ambientes;
- Quantidade janelas nas fachadas norte/sul e leste/oeste;
- Pé direito.

Essa classificação dos edifícios é apresentada em ordem decrescente para equipes de engenharia, e o edifício que apresentar maior pontuação indicará melhor atendimento aos três universos avaliados nesta pesquisa (localização, conforto ambiental e custo direto) conjuntamente.

A equipe de engenharia é encarregada de realizar uma inspeção para verificação do estado de conservação do edifício mais bem classificado. A partir da inspeção, a equipe de engenharia define uma nota de 1 a 9 ao edifício. De acordo com Saaty (1991 apud MORETTINI, 2012) a escala de nove valores fornece flexibilidade para diferenciar elementos que estão sendo comparados. Essa nota é inserida junto às notas dos outros critérios já fornecidos pela equipe de arquitetura para que, então, a ordem dos edifícios seja recalculada. Se após essa atualização da classificação o edifício inspecionado perdera primeira posição da classificação, é

necessário fazer o mesmo processo de inspeção para o novo líder da classificação. Caso a equipe de engenharia não relate nenhuma intervenção profunda nesse edifício, o mesmo é apresentado para o cliente como a melhor alternativa, já que proporciona um maior benefício em relação a todos os requisitos.

Após a escolha do edifício em conjunto com o cliente, é iniciado o projeto conceitual da equipe de arquitetura, chegando ao fim da fase de escolha do edifício.

4.2 Experimento - Objetivo e contexto

Um estudo de caso foi realizado para aplicar a primeira parte do mapa de processo proposto nessa pesquisa (fase de pré-seleção), destacada na Figura 6. Esta fase tem como objetivo classificar os edifícios quanto à sua localização, ao seu conforto e ao seu custo de conversão.

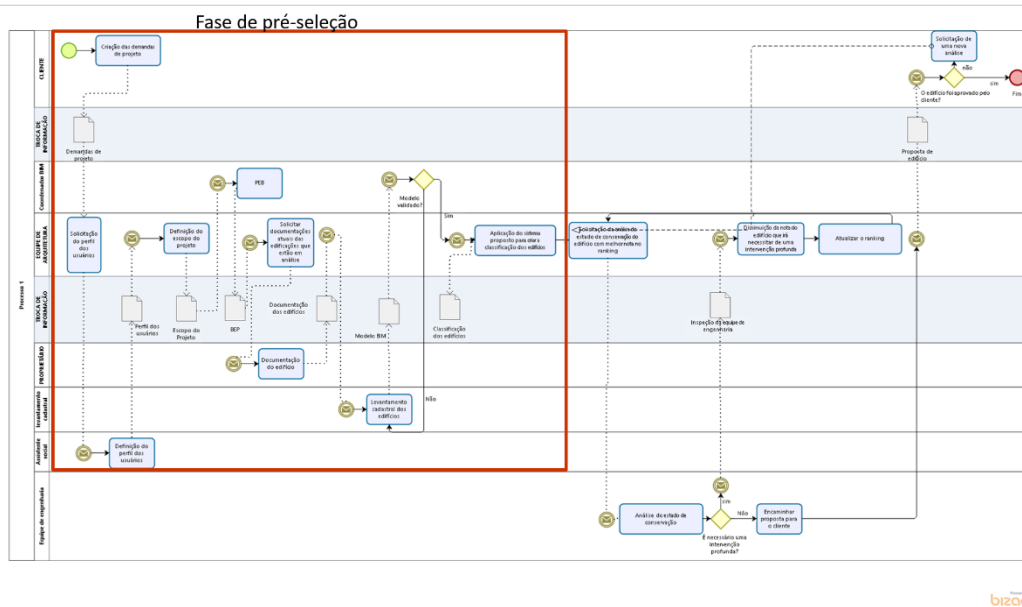


Figura 6: Versão ilustrativa do mapa de processo proposto com a fase do mapa que foi aplicada na pesquisa.

Para essa fase, foram selecionados três edifícios do Rio de Janeiro, como mostra a Figura 7. Para ser parte do grupo escolhido, cada edifício precisava cumprir um dos requisitos: a) estar ocioso; b) já ter sido transformado; c) estar no processo de conversão em HIS. Em Todos os casos deveriam ter uma metragem quadrada semelhante.

O edifício “a” na Figura 7 é conhecido como Palácio dos Esportes. É um edifício de escritório, localizado na Rua Visconde de Inhaúma, nº 39, centro do Rio

de Janeiro. O prédio possui 11 pavimentos, área construída de 2.288m² e permanece vazio há 10 anos. As plantas desse edifício foram cedidas pela arquiteta Beatriz Meira Coelho Lemgruber Porto e também encontrado no memorial de especificações do Gerenciamento e Desenvolvimento de projeto (GDP).



Figura 7: Edifícios do Rio de Janeiro para o experimento. (a) Palácio dos Esportes; (b) Manuel Congo; (c) Vito Giannotti.

Fonte: (a) Google street view; (b) CAU RJ (2018)³; (c) Robertson (2016)⁴.

O edifício “b” na Figura 7 é conhecido como Manuel Congo. Esse nome é devido à ocupação ocorrida no edifício antes de ele ser transformado em HIS. Ele era um prédio do INSS construído em 1942 na rua Alcindo Guanabara, nº 20, no centro do Rio de Janeiro, e ficou abandonado por 20 anos. O edifício possui 10 pavimentos e área construída em torno de 3.000m². As plantas desse edifício foram cedidas pelo arquiteto Lucas Faulhaber.

O edifício “c” na Figura 7 é conhecido como Vito Giannotti. Esse nome também é devido à ocupação no edifício responsável por impulsionar o início do processo de conversão em HIS. É um antigo hotel localizado na Rua Sara, nº 85, bairro Santo Cristo. O hotel foi construído no final dos anos 70 e estava abandonado

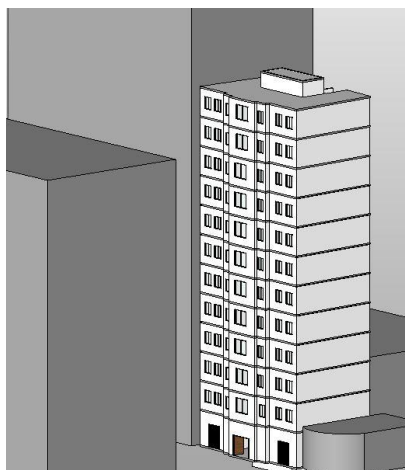
³Disponível em: <<https://www.cau.br.gov.br/ocupacao-manuel-congo-no-centro-do-rio-e-modelo-para-habitacao-popular/>>. Acesso em 12 de novembro 2020.

⁴ Disponível em: <<https://riononwatch.org.br/?p=18107>>. Acesso em 12 de novembro 2020.

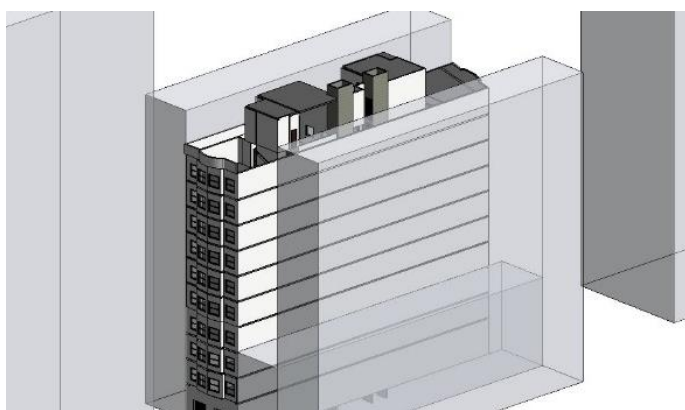
4.2.1 Modelo

[illegible]

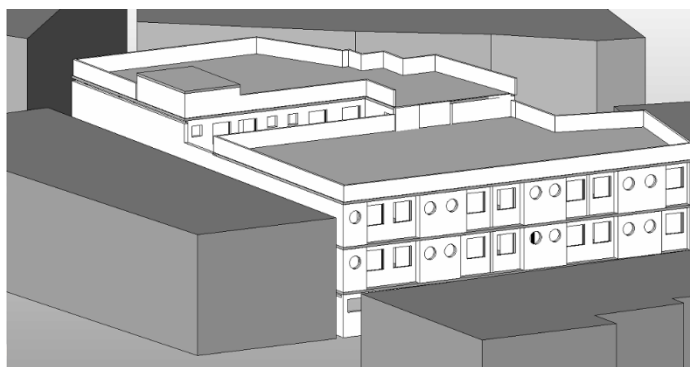
Para o experimento proposto, foram desenvolvidos modelos 3D parametrizados da arquitetura dos três edifícios com LOD 200 utilizando o software Autodesk Revit 2020. Essa definição do LOD foi desenvolvida pelo AIA (*The American Institute of Architects*) e é utilizada para medir o nível de detalhe que o modelo paramétrico precisa ter em cada etapa. No LOD 200 o edifício é modelado com componentes genéricos com baixo nível de detalhes e sem especificações. Ou seja, no modelo vai existir o entorno modelado com massas sólidas, e a edificação a ser analisada com paredes, portas, janelas e definição dos ambientes modelados. O modelo escolhido é uma representação do projeto original dos edifícios Palácio dos Esportes, Manuel Congo e Vito Giannotti, conforme ilustrado na Figura 9.



(a)



(b)



(c)

Figura 9: Modelos BIM dos edifícios analisados. (a) Palácio dos Esportes; (b) Manuel Congo; (c) Vito Giannotti.

Após a elaboração dos modelos BIM, o processo continua com a equipe de arquitetura realizando as análises do entorno, do conforto ambiental e do custo de cada caso.

4.2.2 Procedimento para pré-seleção

No mapa de processo proposto, a fase descrita nessa subseção é apresentada na Figura 10. Para realização desse estágio, é necessário que o gerente de projetos BIM compartilhe com a equipe de arquitetura o modelo BIM desenvolvido pelo grupo de levantamento cadastral, que servirá para extração dos dados de entrada.

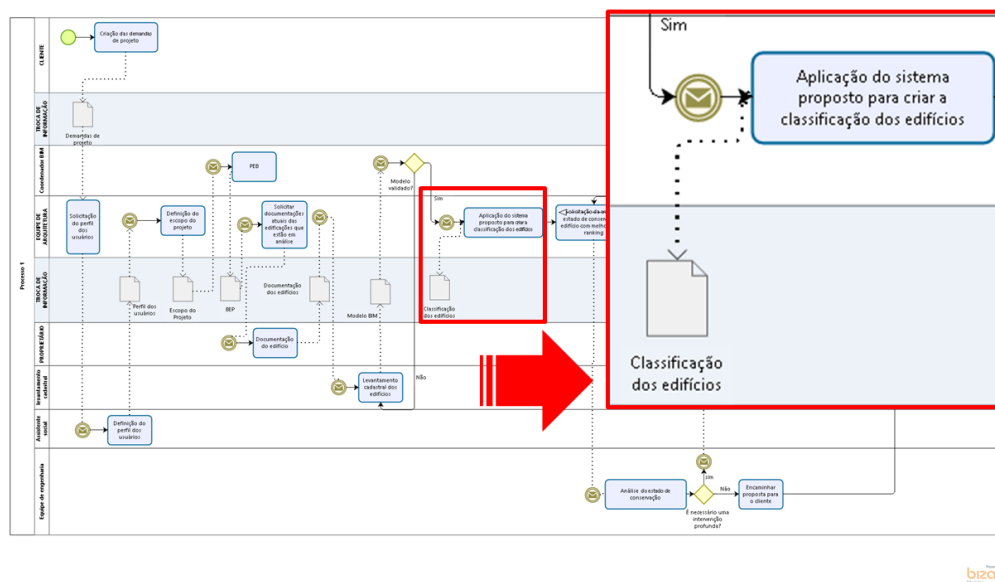


Figura 10: Fase do IDM: construção da classificação.

Vale ressaltar que esta pesquisa contempla apenas a fase de pré-projeto, quando há apenas as informações do edifício existente. Logo, as métricas precisam estar relacionadas somente aos dados do estado atual da construção. Como foi mencionado no início do trabalho, esta fase é carregada de subjetividade, além de haver poucas informações de experiências anteriores, o que dificulta o desenvolvimento de diretrizes mais precisas. Por essas duas razões, a lógica *fuzzy* foi a metodologia encontrada para auxiliar na tomada de decisão.

Para aplicar a lógica *fuzzy*, é necessário desenvolver o SLF. Para construir esse sistema, deve-se primeiramente definir os critérios e as variáveis que serão utilizadas para analisar as edificações ociosas. O objetivo é selecionar critérios que um projeto deve atender para ter um nível mínimo de qualidade vinculado a uma análise do custo. Essa pesquisa analisa critérios relacionadas a três universos: localização, conforto ambiental e custo direto da obra (detalhados no item 4.2.2.1).

Posteriormente, é preciso que sejam definidas as funções de pertinência, responsáveis por determinar o pertencimento do dado de entrada a um dos grupos

linguísticos definidos pelo pesquisador, de cada variável (detalhadas no item 4.2.2.2 e no Apêndice B). Por fim, as regras (detalhadas no item 4.2.2.3) são definidas com a finalidade de combinar as variáveis e, assim, definir as notas. A Figura 11 mostra um fluxograma da construção do sistema lógico difuso.



Figura 11: Fluxograma da construção do sistema lógico difuso.

4.2.2.1

Etapa 1 - Definição de critérios e variáveis

A portaria nº 660 (BRASIL, 2018) dispõe diretrizes para a elaboração de projetos habitacionais no âmbito Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), apresentando especificações de técnicas de construção e as especificações urbanísticas dos empreendimentos. O documento ressalta a importância do acesso à mobilidade, infraestrutura urbana, equipamentos comunitários e serviços públicos. Entretanto, não define uma forma de avaliação desses critérios.

Com base nas cartilhas do programa Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITPD, 2018; ITPD, 2014) e no trabalho de Galvão (2012), o tópico de localização foi desmembrado em 3 critérios: mobilidade urbana, equipamentos básicos e segurança pública.

A mobilidade urbana é referente ao deslocamento dos habitantes. Por isso, para compor a nota, sugere-se analisar a proximidade da edificação em relação ao acesso do sistema de transportes público. Já os equipamentos básicos estão relacionados a necessidades básicas, que são: lazer, educação e saúde. O equipamento de educação é dividido em dois: creches e escolas municipais. Essa divisão é devido ao fato das creches precisarem estar mais próximas das edificações, uma vez que as crianças não podem se deslocar sozinhas.

A segurança é outro fator que nos trabalhos de APO (DANTAS, BERTINI, 2006) apareceu como um tópico importante. Sendo assim, esse item foi incluído na presente análise, mas separadamente dos outros equipamentos. De acordo com a Lei nº 13.675 (BRASIL, 2018) a segurança pública é dever do Estado, e os

integrantes do Sistema Único de Segurança Pública (SUSP) são policiais e corpo de bombeiros. Logo, uma forma de medir a segurança é avaliar sua proximidade com postos de polícia e com o corpo de bombeiros. Na Tabela 3 foram ilustrados os critérios e as variáveis que foram utilizados para constituir a nota.

Tabela 3: Critérios relacionados à localização.	
C 1	Mobilidade Urbana
C 1.1	Proximidade com pontos de ônibus;
C 1.2	Proximidade com metro.
C 2	Equipamentos Básicos
C 2.1	Proximidade a áreas de atividades de lazer e cultura;
C 2.2	Proximidade as creches;
C 2.3	Proximidade as escolas públicas;
C 2.4	Proximidade aos equipamentos de Saúde.
C 3	Segurança
C 3.1	Proximidade ao posto de polícia;
C 3.2	Proximidade ao corpo de bombeiros.

A segunda etapa da avaliação consiste na avaliação da edificação em seu estado atual. Além da análise do estado de conservação, é importante investigar a dificuldade em alcançar a qualidade habitacional. Segundo Logsdon (2019), qualidade remete a algo subjetivo, mas é possível desenvolver métricas quantificáveis para analisá-la. A Norma de Desempenho de Edificações, da Associação Brasileira de Normas Técnicas⁵ (ABNT - 15575, 2013), define alguns requisitos que precisam ser respeitados para garantir a qualidade habitacional. Dentre os citados, o desempenho térmico, acústico e lumínico estão relacionados a decisões projetuais no campo da arquitetura, podendo um edifício apresentar características melhores que outros. Neste trabalho para avaliar a qualidade habitacional utilizam-se critérios relacionados ao desempenho térmico, luminoso e acústico. O objetivo é avaliar se as características existentes são boas para fins habitacionais.

Essa verificação é ainda mais relevante porque, em empreendimentos destinados a HIS, os futuros ocupantes possuem uma renda baixa e, conseqüentemente, a utilização de equipamentos para resolver problemas de iluminação, de ventilação e de ruído tendem a ter impacto considerável na relação

⁵ A NBR 15575 é uma norma que trata do desempenho de edificações habitacionais. Ela traz características que precisam estar presentes em uma obra, com o objetivo de prezar pelo conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção, segurança estrutural e contra incêndios.

despesas/renda das famílias. Sendo assim, a responsabilidade da arquitetura em proporcionar esse conforto é ainda maior para HIS.

Quando o projeto arquitetônico já se encontra em um nível executivo, a avaliação do conforto é feita, na maioria das vezes, através de simulações computacionais. Entretanto, essa forma de avaliação acaba causando retrabalho. Além disso, o presente estudo aborda uma fase do projeto em que especialistas no assunto ainda não estão envolvidos. Sendo assim, as métricas precisam estar relacionadas apenas com dados referentes ao estado atual da construção.

Para atingir o conforto térmico, é necessário um equilíbrio entre o calor produzido e o calor perdido. Segundo a Norma de Desempenho de Edificações, da Associação Brasileira de Normas Técnicas⁶ (ABNT-15575, 2013), a edificação deve reunir características que possam atender às exigências de desempenho térmico, considerando a zona bioclimática⁷ em que está inserida, avaliada sob as condições naturais da edificação.

O método de avaliação prescrito na NBR 15575 (ABNT, 2013) considera três alternativas para a obtenção do nível de desempenho: o procedimento simplificado, o método de simulação computacional e a medição no local de toda edificação.

No procedimento simplificado, devem ser cumpridas três exigências: a área de abertura efetiva das janelas deve atender a um valor mínimo, que é indicado em porcentagem, em função da área de piso. É necessário também medir a transmitância térmica⁸ (U) e a absorptância⁹ (α) da parede externa e da cobertura.

Como o proposto é que essa avaliação térmica seja feita na fase inicial do projeto, como se tem pouca informação sobre o estado final da edificação, e, portanto, não se tem grande precisão dos dados de entrada, será utilizado o método simplificado da norma de desempenho.

O valor da transmitância térmica tem relação com o material e com sua espessura. Como esses edifícios são construções antigas, não possuem materiais de alta tecnologia, que com uma espessura pequena conseguiriam transmitir pouco

⁶ A NBR 15575 é uma norma que trata do desempenho de edificações habitacionais. Ela traz características que precisam estar presentes em uma obra, com o objetivo de prezar pelo conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção, segurança estrutural e contra incêndios.

⁷ Região geográfica com características semelhantes quanto aos elementos bioclimáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano (ABNT, 2013).

⁸ Mede a quantidade de calor que passa pela superfície e entra no ambiente.

⁹ Capacidade de uma superfície de absorver calor.

calor. Assim, é avaliada a espessura das paredes externas, de acordo com a NBR 15220: Norma de Desempenho Térmico de Edificações¹⁰ (ABNT, 2003).

Os dados relacionados à cobertura não serão considerados pelo fato de ser uma área que não possui restrições, ou seja, podem ser alteradas a qualquer momento. Por exemplo, a cor da cobertura é algo que sempre pode ser alterado.

A absorvância está relacionada às cores do edifício. Essa variável é importante para analisar as cores dos edifícios com fachadas tombadas, uma vez que esses prédios precisam manter as características originais da edificação. Podem existir casos em que essas características não sejam boas em relação ao conforto térmico.

A área de abertura das janelas é uma variável que está relacionada à promoção da ventilação natural, uma estratégia importante para atingir o conforto térmico. Essa avaliação vai identificar a necessidade de abrir mais janelas para atingir um conforto ideal para habitação, o que impacta o custo. Em razão disso, essa é uma variável que está inserida na análise do custo das esquadrias. De acordo com Lamberts et al. (2014), para analisar a ventilação natural é importante observar a orientação das janelas, a implantação do edifício no lote e a ventilação cruzada.

A análise do conforto luminoso tem como objetivo verificar o nível de iluminação natural que aquela edificação propõe. A NBR 15575 (ABNT, 2013) elenca algumas premissas de projetos e apresenta níveis mínimos de iluminação natural que um ambiente precisa ter para que as atividades diárias sejam realizadas de maneira satisfatória e segura. Para verificar esses níveis é necessária a utilização de equipamentos para realizar as medições *in loco*. No entanto, em alguns casos, o acesso a esses equipamentos pode ser difícil. Por isso, optou-se por fazer essa verificação através de métricas, para que aplicação do método não dependesse desses instrumentos.

Amorim (2007) propõe um Diagrama Morfológico que tem como finalidade avaliar a iluminação natural em projeto arquitetônico considerando três diferentes níveis: o espaço urbano, o edifício e o ambiente interno. Neste trabalho, foi realizado um cruzamento entre os aspectos elencados por Amorim (2007) e Lamberts et al. (2014). A partir desse cruzamento, foram selecionados aqueles aspectos que variam de uma edificação para outra e que não podem ser alteradas,

¹⁰A NBR 15220 é uma norma que trata sobre o desempenho térmico de edificações. Ela traz também o zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.

por exemplo o entorno do edifício. A análise da ventilação e da iluminação natural possuem pontos em comum e, por essa razão, são analisadas juntas.

Segundo Lamberts et al. (2014) e Rheingantz (2000), é necessário reduzir as aberturas nas fachadas leste e oeste pelo fato de receberem uma maior incidência solar, sendo prejudicial tanto para o conforto térmico como para iluminação natural. A disposição ideal é norte/sul. Logo, será analisada a taxa de abertura nas fachadas norte/sul e leste/oeste.

De acordo com Amorim (2007), o ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício é uma variável que está relacionada ao entorno do edifício que informa a quantidade de luz natural disponível. A Figura 12 ilustra a variável ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício.

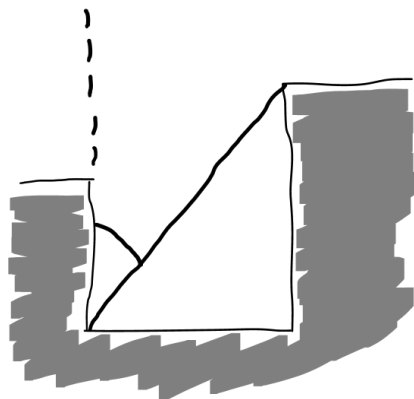


Figura 12: Croqui da variável ângulo máximo de incidência do sol.

A ventilação cruzada é uma das técnicas mais eficazes para ventilar um ambiente. Para alcançá-la, é necessário que se tenha pelo ou menos duas aberturas em paredes diferentes (LAMBERTS et al., 2014). Em projetos de reabilitação, busca-se inserir o máximo de unidades habitacionais possível. Devido à quantidade de moradias, a maioria das habitações possui uma fachada voltada para um prisma de ventilação ou para uma fachada externa e a outra fachada para o corredor de circulação. Logo, existem duas maneiras de conseguir a ventilação cruzada: a primeira é avaliando o potencial do corredor de ser ventilado e iluminado, para que sejam inseridas janelas para o corredor; a outra maneira é através de uma janela que permita um efeito chaminé, como sugerido por (TSUDA E DUARTE, 2018). Assim, é analisado o perímetro livre para inserir janela em relação a área do pavimento, uma vez que, quanto maior for esse perímetro, maior é a possibilidade de alcançar a ventilação cruzada.

A Figura 13 ilustra como foi analisada a planta do edifício neste trabalho. Em vermelho estão destacados os perímetros que podem receber janelas, relacionados com a área do pavimento que está hachurada em azul. Além disso, é analisada a tipologia das janelas existentes nos edifícios. As esquadrias que proporcionam o efeito chaminé são as que possuem aberturas superiores, como ilustrado na

Figura 14: Corte esquemático de caixilho que proporciona o “efeito chaminé”.

Fonte: Tsuda e Duarte (2018) adaptado pela autora

A análise da profundidade do edifício é um fator importante para iluminação natural, uma vez que indica se um edifício está oferecendo uma iluminação total, parcial ou nenhuma iluminação (LAMBERTS et al., 2014). A Figura 15 ilustra a profundidade ideal.

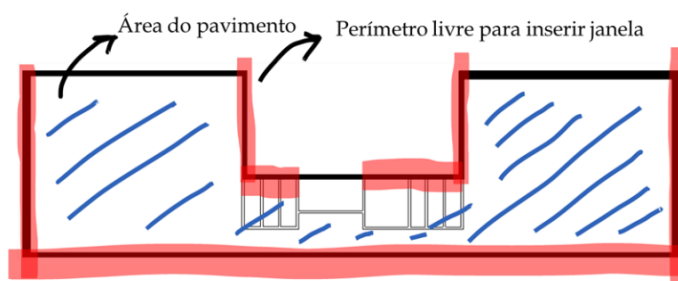


Figura 13: Variável fachada livre.

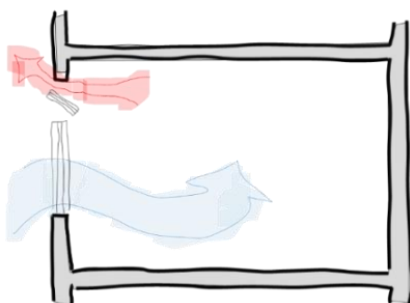


Figura 14: Corte esquemático de caixilho que proporciona o “efeito chaminé”.

Fonte: Tsuda e Duarte (2018) adaptado pela autora

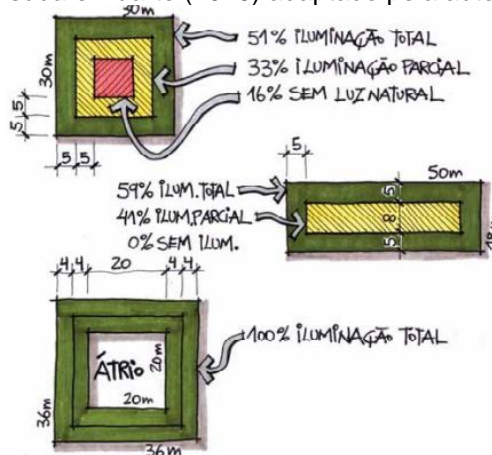


Figura 15: Iluminação natural em relação a forma do edifício.

Fonte: Lamberts et al., 2014.

Na Tabela 4 se encontra o resumo das variáveis que compõem a nota do desempenho térmico e luminoso.

Tabela 4: Critérios relacionados ao conforto térmico e luminoso.

C 4	Desempenho Térmico e Luminoso
C 4.1	Absortância da parede externa
C 4.2	Espessura das paredes externas
C 4.3	Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício
C 4.4	Perímetro de fachada livre por área do pavimento
C 4.5	Profundidade do edifício
C 4.6	Taxa de abertura nas fachadas norte/sul
C 4.7	Taxa de abertura nas fachadas leste/oeste
C 4.8	Tipologia das janelas

Para o uso habitacional uma edificação deve-se evitar a proximidade a fontes de ruído. Os ruídos são provenientes do entorno e da própria edificação. Por essa razão, neste trabalho são utilizadas métricas para avaliar o entorno e elementos construídos. Para avaliar o conforto acústico, a NBR 15575 (ABNT, 2013) define nível de ruído máximo admissível que, para ser verificado, requer a utilização de equipamentos de medições *in loco*. Assim como na iluminação natural, nessa parte também serão utilizadas métricas para que aplicação do método não dependa de instrumentos. Dessa forma, para avaliar o desempenho acústico é importante observar elementos do entorno e da edificação que causem essa diminuição do ruído.

De acordo com Braunstein e Berndt (2005) e Rheingantz (2000), o nível sonoro aumenta nas regiões próximas a cruzamentos com semáforos entre as avenidas. Por isso foram incluídos a distância até cruzamentos, semáforos e pontos de ônibus, já a existência desse indica um fluxo de veículos pesados na rua de acesso.

Hincu (2003) analisou perfis de ruas na cidade de Bucareste (Romênia) e observou que a variabilidade de alguns aspectos físicos do espaço urbano, tais como altura dos edifícios e distância entre fachadas, produziam diferenças nos níveis sonoros. Por essa razão, neste trabalho o ângulo do entorno é analisado como uma forma de avaliar o gabarito do entorno, assim como para avaliar iluminação natural

e o afastamento entre as edificações. A Figura 16 ilustra a variável afastamento entre as edificações.

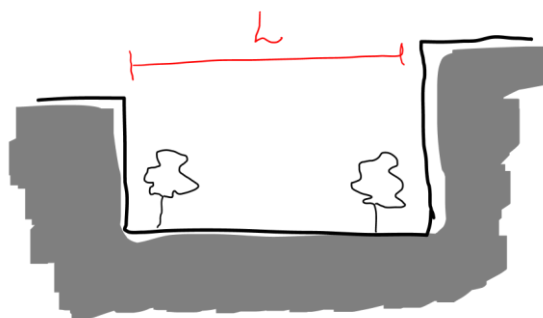


Figura 16: Croqui da variável afastamento entre as edificações.

Além do entorno, também são analisados alguns elementos construtivos da edificação. As construções antigas não utilizavam materiais com tecnologias que diminuía o nível de ruído. Como a maior parte dos edifícios que estão em desuso são construção antigas, o método leva em consideração que os edifícios utilizam vidros simples. Sendo assim, a janela é um elemento acusticamente mais fraco e, quando é inserida em uma parede, o desempenho global daquela fachada se aproxima do elemento mais acusticamente fraco. Dessa maneira, é importante analisar a taxa de janelas naquela fachada: quanto maior for essa porcentagem, menor é o desempenho acústico, como foi demonstrado por Egan (2007).

Em isolamento acústico utilizam-se alguns conceitos da física como: lei da massa. Cada vez que se duplica a espessura do material, o isolamento acústico aumenta (TAKAHASHI, 2016).

Na Tabela 5 encontra-se a síntese das variáveis que compõem a nota do conforto acústico.

Tabela 5: Critérios relacionados ao conforto acústico.

C 5	Conforto Acústico
C 5.1	Distância do edifício até os sinais de trânsito e cruzamentos
C 5.2	Distância para o embarque no transporte público coletivo
C 5.3	Ângulo com o entorno
C 5.4	Afastamento entre as edificações
C 5.5	Taxa de abertura na fachada
C 5.6	Espessura da laje

Para realizar a estimativa de custo da execução da obra, são considerados os serviços que variam de uma edificação para outra, a fim de identificar dentre um

conjunto de edifícios aquele que terá maior reaproveitamento, o que vai indicar uma obra mais econômica.

Levantamentos de custos feitos por Yolle Neto (2006) e Marques de Jesus (2008) foram utilizados como referência para definir os critérios relacionados ao custo. É importante frisar que esses dois trabalhos são de 14 e 12 anos atrás, respectivamente, e os preços dos insumos e da mão de obra variaram. Contudo, o objetivo de utilizar esses trabalhos é entender quais serviços são mais impactantes nesse tipo de obra e estabelecer as relações de proporção. No primeiro trabalho, foram analisadas as seguintes obras de conversão: Labor, Olga Bernário e Joaquim Carlos. No segundo, foram analisados cinco projetos: Labor, Joaquim Carlos, Riskalla Jorge, Maria Paula e Hotel São Paulo. A Figura 17 ilustra esses edifícios convertidos em HIS em São Paulo.

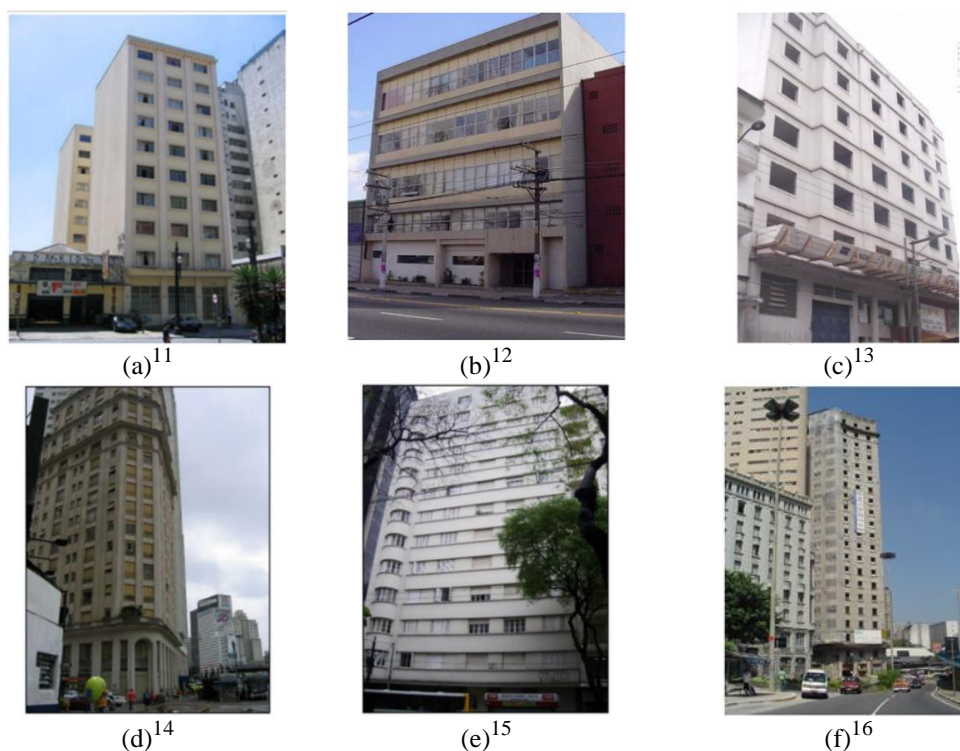


Figura 17: Edifícios convertidos em HIS em São Paulo. (a) Labor; (b) Olga Bernário; (c) Joaquim Carlos; (d) Riskalla Jorge; (e) Maria Paula; (f) Hotel São Paulo.

¹¹ O edifício ficou 10 anos sem uso, quando foi ocupado por um movimento social que impulsionou as negociações para converter o edifício comercial em HIS.

¹² Projetado originalmente para o uso industrial/comercial. Em 2001, o edifício foi ocupado por um movimento social que impulsionou as negociações para transformação em HIS.

¹³ O edifício foi projetado originalmente para o uso residencial. Em 2004 começou a transformação em uma HIS.

¹⁴ Em 2002 foi concluída a obra de transformação do uso comercial para HIS.

¹⁵ Projeto original para o uso residencial. Em 2003 foi concluída a transformação em HIS.

¹⁶ Projeto original para o uso hoteleiro. Em 2006, foi concluída a transformação em HIS.

Fonte: (a) Reabilita, 2007; (b), (c) Yolle Neto, 2006 e (d), (e), (f) Marques de Jesus, 2008.

Em projetos de reabilitação, existem os sistemas que podem ser reaproveitados e aqueles que precisam ser refeitos completamente. A maioria das construções que são direcionadas a HIS possuem mais de 10 anos de vacância e, segundo Yolle Neto (2006), com esse tempo sem manutenção não é possível aproveitar alguns sistemas, como instalações elétricas e hidráulicas, pintura e cobertura. Existe uma variação do custo desses serviços de uma edificação para a outra. Contudo, nos serviços de instalações, pintura e cobertura essa variação é pequena. Além disso, o gasto das atividades realizadas na cobertura tem um baixo impacto no custo, logo não é um item relevante na seleção de uma edificação.

Diferentemente dos serviços citados anteriormente, o sistema estrutural, as alvenarias, as esquadrias, os pisos, o elevador e o serviço de demolição se apresentam de forma variável. Dessa maneira, trazer a avaliação desses itens no início do processo é uma forma de reduzir impactos técnicos e econômicos indesejáveis que só seriam observáveis em etapas posteriores do projeto. Vale ressaltar que, como o presente trabalho detalha a etapa de pré-seleção, com objetivo de ranquear as edificações, só em seguida teria início um diagnóstico mais profundo, quando seriam feitas considerações sobre a estrutura, por exemplo.

Para orçar a alvenaria, é necessário possuir um projeto de reforma. Porém, como no início do processo ainda não há esse projeto, as métricas precisam estar relacionadas apenas com dados referentes à construção atual.

O custo de alvenaria está relacionado à área de parede construída. No início da avaliação, uma maneira de estimar esse número é coletar dados referente às áreas dos ambientes no layout atual, ao perímetro dos ambientes (responsável por indicar a forma desses ambientes) e ao pé direto. Uma habitação é dividida em áreas secas e molhadas e, com base nisso, é coletada a média dessas duas áreas separadamente. A Figura 18 fornece um exemplo que ilustra a divisão do layout em áreas secas (área hachurada em azul) e molhadas (área hachurada em verde).

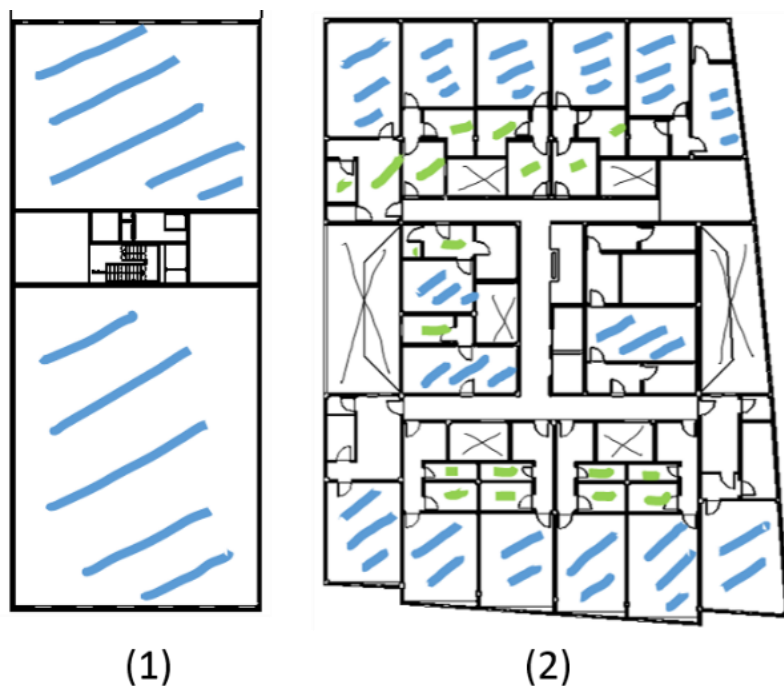


Figura 18: (1) Planta tipo do edifício Olga Bernário; (2) Joaquim Carlos.

Na Tabela 6 fornece a síntese das variáveis que compõem a nota da alvenaria.

Tabela 6: Variáveis selecionadas para estimar o custo da alvenaria.

C 6	Custo Alvenaria
C 6.1	Média das áreas secas;
C 6.2	Média da relação área/perímetro das áreas secas;
C 6.3	Média das áreas molhadas;
C 6.4	Média da relação área/perímetro das áreas molhadas;
C 6.5	Pé direito.

Yolle Neto (2006) afirma que a situação mais otimista em relação ao aproveitamento de esquadrias é quando os caixilhos são de alumínio e o tipo de janela é basculante. Essa situação ocorreu no edifício Olga Bernário, que conseguiu reaproveitar todas as janelas existentes. No Labor as janelas eram de correr com caixilhos de aço e foram recuperadas. No entanto, o resultado da recuperação das janelas foi péssimo, pois os proprietários não conseguiram utilizar as janelas por apresentarem dificuldade em serem abertas. O edifício Riskalla Jorge foi semelhante ao edifício Labor: suas janelas metálicas foram recuperadas e isso resultou em um custo baixo para esse serviço, mas de acordo com Marques de Jesus (2008), as janelas não apresentaram bom funcionamento depois da entrega do edifício. Segundo Yolle Neto (2006), a partir da experiência no edifício Labor, as

janelas de correr do empreendimento Joaquim Carlos foram trocadas para entregar apartamentos com qualidade. Observa-se que o cenário mais custoso é quando os caixilhos são de ferro e o tipo de janela é de correr. Essa situação indica que para oferecer uma boa qualidade para o usuário é necessário trocar as janelas. No Hotel São Paulo, o fato de ser necessário manter as dimensões originais das janelas da fachada a fim de atender à legislação vigente foi necessária a fabricação das peças que, por não serem de tamanho comercial, causaram um aumento no custo da obra (MARQUES DE JESUS, 2008).

Avaliar as esquadrias é importante tanto para o custo como para garantir a satisfação dos usuários, visto que no levantamento feito pelo projeto Reabilita (2007) observou-se uma alta insatisfação dos habitantes com o funcionamento das esquadrias nos prédios que foram reabilitados.

Baseado nesses resultados, são dadas notas entre 1 a 6. A nota 1 para o caso em que é necessário assentar novas janelas para manter a qualidade e a nota 6, melhor cenário, quando os caixilhos são de alumínio, material mais resistente às intempéries, menos oneroso para recuperar e com bom funcionamento após a recuperação.

Além de avaliar a possibilidade de recuperar ou não as janelas do edifício, é importante avaliar se será necessário inserir novas janelas. O edifício Olga Bernário tinha o melhor cenário, de janelas com caixilhos de alumínio e do tipo basculante, o que indica uma recuperação econômica. Entretanto, foi necessária a inserção de uma quantidade alta de janelas novas. Por essa razão, este trabalho utiliza a variável “taxa de abertura” para ventilação, afim de avaliar a necessidade de abertura de novas janelas.

Na Tabela 7 se encontram as variáveis que compõe a nota da esquadria.

Tabela 7: Variáveis selecionadas para estimar o custo de esquadria.

C 7	Custo Esquadrias
C 7.1	Nota 1
	ferro + correr + sob medida
	madeira + correr + sob medida
	não ter + sob medida
C 7.2	Nota 2
	ferro + correr + comercial
	madeira + correr + comercial
	não ter + comercial
C 7.3	Nota 3
	ferro + abrir + sob medida

	ferro + abrir + comercial
	não ter + comercial
C 7.4	Nota 4
	Madeira + abrir + sob medida
	Madeira + abrir + comercial
	Ferro + basculante + comercial
	Ferro + basculante + sob medida
C 7.5	Nota 5
	Madeira + basculante + sob medida
	Madeira + basculante + comercial
C 7.6	Nota 6
	Alumínio + correr + sob medida
	Alumínio + correr + comercial
	Alumínio + basculante + sob medida
	Alumínio + basculante + comercial
	Alumínio + abrir + sob medida
	Alumínio + abrir + comercial
C 7.7	Taxa de abertura para ventilação

O piso é um componente que pode ser recuperado, a depender do seu estado de conservação. Uma forma de prever sua substituição é relacionar o tipo de piso com sua localização e o tempo desde que a edificação foi abandonada.

O Olga Bernário ficou desocupado por 10 anos e tinha como piso predominante o taco em todas as áreas, situação repetida no Labor. O Joaquim Carlos ficou em torno de 20 anos desocupado e o piso do edifício era dividido em três tipo: tacos nas salas e quartos (50%), cerâmica na cozinha, área de serviço e banheiros (40%) e granelite nos corredores e escada (10%) (YOLLE NETO, 2006).

No Olga e no Labor, que tinham menos tempo de desuso, o taco foi recuperado quase que em sua totalidade, sendo apenas retirado das áreas de circulação. No Joaquim Carlos, o taco já se encontrava em um estágio de degradação avançado, portanto, optou-se por substituí-lo por piso cerâmico. Nas áreas molhadas deste último, os pisos cerâmicos também foram substituídos devido a necessidade de instalação de nova tubulação sanitária (YOLLE NETO, 2006).

Como pode ser observado a partir de Yolle Neto (2006) e Marques de Jesus (2008), a maior parte dos edifícios que são convertidos em habitação não são de uso residencial, sendo originalmente hotéis, prédios comerciais ou industriais dentre outros usos. Por isso, outro tipo de piso que pode aparecer nas avaliações é o carpete. Este tipicamente não é utilizado em habitações e, portanto, não são reaproveitados.

Com base nessas experiências, foram organizados alguns cenários possíveis e cada um deles recebeu uma nota semelhante ao que foi feito para a variável esquadria. O pior cenário indica maior probabilidade de mudança do piso e o melhor cenário indica maior probabilidade de reaproveitamento do piso. A Tabela 8 fornece a síntese das variáveis que compõe a nota do piso.

Tabela 8: Variáveis selecionadas para estimar o custo do piso.

C 8	Custo Pisos
C 8.1	Nota 1
	10 anos + taco + corredor
	10 anos + cerâmica + banheiros
	10 anos + carpete + salas e quartos
	10 anos + carpete + corredor
	10 anos + não ter piso
	20 anos + taco + corredor
	20 anos + cerâmica + banheiros
	20 anos + carpete + salas e quartos
	20 anos + carpete + corredor
	20 anos + não ter piso
C 8.2	Nota 2
	20 anos + taco + salas e quartos
	15 anos + taco + salas e quartos
C 8.3	Nota 3
	20 anos + cerâmica + salas e quartos
	15 anos + cerâmica + salas e quartos
C 8.4	Nota 4
	20 anos + cerâmica + corredor
	15 anos + cerâmica + corredor
C 8.5	Nota 5
	10 anos + taco + todos ambientes
	10 anos + cerâmica + todos ambientes
C 8.6	Nota 6
	10 anos + taco + salas e quartos
	10 anos + cerâmica + salas e quartos
	10 anos + cerâmica + corredor

O custo referente à demolição está relacionado ao volume de parede e de laje. Para estimar o volume de parede a ser demolida, utilizam-se as variáveis desenvolvidas para o critério de alvenaria, pois essas indicam a probabilidade de reaproveitamento das paredes existentes. Por exemplo, edificações cujos ambientes são espaçosos possuem uma menor quantidade de paredes existentes, o que facilita o seu reaproveitamento e diminui a quantidade de demolições necessárias. Além disso, esses ambientes espaçosos não são recomendados para habitações de interesse social, sendo necessário dividi-los em ambientes menores, o que leva à construção de novas paredes.

A quantidade de laje demolida está relacionada à necessidade construtiva de criar prismas para ventilação e iluminação, a fim de diminuir a quantidade de ambientes ventilados e iluminados de forma indireta (através de outro ambiente). A relação inicial que será feita para mensurar a necessidade de abrir prismas é dada pela razão entre o perímetro das fachadas livres e a área total do pavimento. Essa relação indica as reentrâncias de uma planta e, quanto maior esse número, melhor, uma vez que indica mais áreas para inserir janelas e, conseqüentemente, mais ambientes ventilados e iluminados diretamente.

Yolle Neto (2006) relatou que no edifício Olga Bernário foi necessário abrir três primas de ventilação. O custo desse serviço aumentou devido à espessura da laje de 44cm. Assim, neste trabalho também foi considerado como variável a espessura da laje da edificação existente.

Na Tabela 9 se encontra a síntese das variáveis que compõe a nota da demolição.

Tabela 9: Variáveis selecionadas para estimar o custo de demolição.

C 9		Custo Demolição
C 9.1	Média das áreas secas	
C 9.2	Média da relação área/perímetro das áreas secas	
C 9.3	Média das áreas molhadas (banheiros)	
C 9.4	Média da relação área/perímetro das áreas molhadas (banheiros)	
C 9.5	Pé direito	
C 9.6	Relação perímetro por área	
C 9.7	Espessura da laje	

Marques de Jesus (2008) relatou a dificuldade de se obter dados precisos sobre os serviços realizados nos elevadores. Nos exemplos estudados, o autor relatou que a recuperação não apresentava boa qualidade, razão pela qual a Caixa Econômica Federal (CEF) considera que os elevadores antigos devem ser substituídos por novos. No caso desse serviço, é avaliado se a edificação necessita de elevador para auxiliar na circulação vertical. Se estiverem em análise um edifício alto e outro baixo, o empreendimento mais baixo vai ter um gasto menor com instalações mecânicas, levando vantagem em relação ao edifício maior altura. De acordo com Costa (2009), no período de pós-construção, o elevador é um dos maiores pontos de reclamações dos moradores, em razão da sua manutenção ser custosa. De acordo com decreto nº 8272 (RIO DE JANEIRO, 1988), a utilização de elevadores é obrigatória em edificações com mais de cinco pavimentos, que

correspondem a edificações com mais de 12m, em termos de altura e considerando o pé direito de 2,50m segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013).

De acordo com Marques de Jesus (2008), um dos pontos que fez o Hotel São Paulo ter um custo direto por metro quadrado alto foi devido a mudança da escada para adequação às normas de incêndio, uma vez que a escada existente era metálica, sendo necessário criar uma escada externa enclausurada e com dutos de ventilação para atender as exigências do corpo de bombeiros. Dessa forma, observa-se que essa alteração tem um impacto significativo no custo de reforma.

De acordo com a NBR 9077, norma de saída de emergências em edifícios (ABNT, 2001) e com o código de segurança contra incêndio e pânico do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2018), um fator importante para a mudança da escada é a altura das edificações que, caso sejam maiores de 12m, indicam a necessidade de escadas enclausuradas. Além disso, o material da escada indica se ela é desprotegida, como aconteceu no Hotel São Paulo.

Como foi dito anteriormente, essa avaliação não admite intervalos. Dessa forma as edificações até 12m receberão mais um ponto na sua nota. Caso seja uma edificação alta com uma escada metálica, um ponto vai ser subtraído da nota, visto que isso indica a demolição e a construção de uma escada nova.

4.2.2.2

Etapa 2 - Funções de pertinência das variáveis linguísticas

Para criar as funções de pertinência de cada variável, utilizam-se dados coletados na literatura e retirados de projetos que já tinham passado por um processo de conversão. As definições dos valores dos conjuntos *fuzzy* de cada variável são detalhadas no Apêndice B.

Para definir os valores dos conjuntos *fuzzy* relacionadas ao entorno foram utilizados dados do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento referentes às distâncias ideais para os equipamentos urbanos.

O conforto ambiental é outro requisito para medir a qualidade habitacional. Para definir os intervalos das funções de pertinência das variáveis relativas ao conforto foi necessário consultar dissertações e teses relacionadas ao conforto térmico, luminoso e acústico. Além disso, algumas normas brasileiras também serviram de apoio, como: NBR 15575 (ABNT, 2013) e a NBR 15220 (ABNT, 2003).

Os valores dos conjuntos *fuzzy* das variáveis relacionadas à estimativa de custo foram definidos com base em experiências anteriores. Para a definição foram avaliados os edifícios Olga Bernário, Labor, Joaquim Carlos, Riskalla Jorge, Maria Paula e Hotel São Paulo.

Como foi dito anteriormente (no tópico sobre a Lógica *Fuzzy*), a função triangular foi escolhida por sua aplicação ser mais eficiente e simples. A quantidade de termos que é utilizada em cada variável de entrada é três (mínimo sugerido por Von Altrock (1997 apud FERREIRA, 2017)). Cada termo tem seu valor máximo de pertinência igual a 1.

A nota do critério alvenaria é composta pelas variáveis média das áreas secas e molhadas, relação área e perímetro e pé direito, encontradas na Tabela 6. Nesta seção, é detalhada a construção da função de pertinência da variável média das áreas secas, como forma de exemplificar esse processo.

A construção e a demolição de parede ocorrem para delimitar os espaços. Com o objetivo de entender as transformações no espaço, foram comparadas as plantas antes e depois da intervenção dos edifícios Olga Bernário e Joaquim Carlos¹⁷. Para facilitar essa comparação, foi modelada no software Autodesk Revit 2020 (Figura 19) a planta original e da reforma dos dois edifícios. Em seguida, foram selecionados os ambientes e divididos em áreas secas e molhadas, para gerar a lista dos ambientes antes e depois da conversão. Com a lista, é possível observar que, no caso do Olga Bernário, a média de áreas secas era alta, em torno de 100m², e ficou pequena, em torno de 20m², mostrando que eram ambientes espaçosos, mas não condizentes com o uso proposto. Diferente do Joaquim Carlos, que teve uma pequena variação no tamanho dos espaços (de 15 para 18m²), o que mostra que a distribuição estava mais próxima do uso final.

Com o auxílio dos orçamentos disponíveis no trabalho de Yolle Neto (2006) e Marques de Jesus (2008), observa-se que o maior gasto com alvenaria foi do Olga e depois do Joaquim Carlos. Esse estudo foi importante para compreender a faixa de valores que indicará custos alto e baixo de alvenaria. É importante frisar que a definição dos valores dos conjuntos *fuzzy* não necessita de alta precisão.

¹⁷ As plantas do Olga e do Joaquim Carlos foram cedidas pelo escritório de projeto Integra Assessoria Técnica.

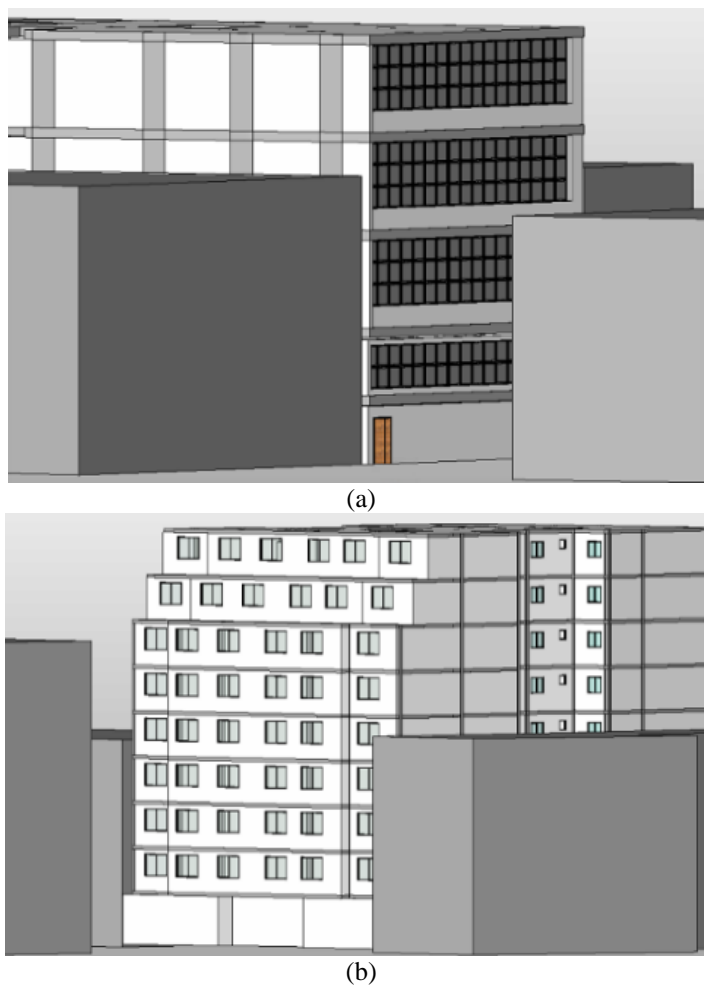


Figura 19: Modelos BIM dos edifícios de São Paulo. (a) Olga Bernário; (b) Joaquim Carlos.

Portanto, considera-se como pertinência máxima ao conjunto linguístico “custo baixo” toda edificação cuja média das áreas secas fiquem menores ou iguais 20m^2 . À medida que a média dessas áreas aumenta, a pertinência a esse grupo diminui, ao grupo de “custo médio” aumenta até atingir o pico de 30m^2 e a pertinência no “custo alto” é máxima em 40m^2 (Figura 20).

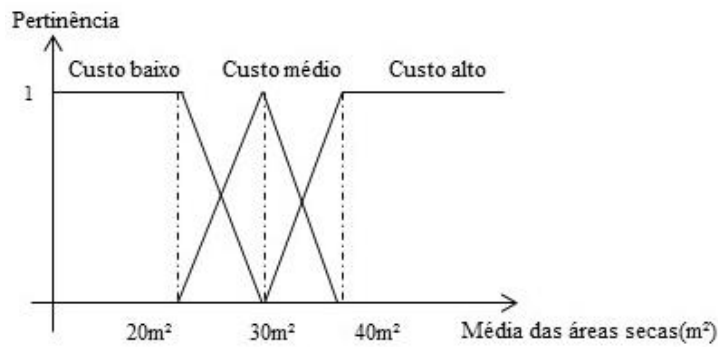


Figura 20: Função de pertinência da variável média das áreas secas.

As outras funções de pertinência (média áreas molhadas, relação área e perímetro e pé direito) são fornecidas no Apêndice B e seguem o mesmo raciocínio (comparando a situação ideal com a menos indicada para HIS) da variável apresentada nesta seção.

4.2.2.3

Etapa 3 - Regras

As notas são dadas de 1 a 9, classificação que Saaty (1991 apud MORETTINI, 2012) considera uma escala flexível para comparar elementos. As regras são definidas com base na quantidade de variáveis que compõem o critério. Por exemplo, se um critério tiver duas variáveis, os 9 pontos serão divididos por 2, resultando no valor da situação ideal. Como são apenas duas variáveis para definir o valor da situação média, subtraem-se 2 pontos da situação ideal. O mesmo é feito para conhecer o valor da pior situação, ou seja, subtraem-se 2 pontos da situação média. Nos casos em que houver mais de duas variáveis, a diferença entre as situações cai para 1 ponto.

É importante ressaltar que, para a construção dessas regras, as variáveis têm a mesma importância para a definição da nota do critério.

4.2.3

Entrevistas com profissionais da área de reabilitação

Com a finalidade de validar os resultados produzidos pelo método proposto e extrair a opinião dos especialistas referente aos temas utilizados para avaliar as edificações, foram realizadas entrevistas estruturadas online com 11 profissionais

de reabilitação habitacional através das plataformas Zoom e Google Meet, entre os dias 28 de setembro e 31 de outubro de 2020 (Apêndice C).

Para guiar a entrevista foi desenvolvida uma apresentação com imagens dos edifícios (Vito Giannotti, Palácio dos Esportes e Manuel Congo) para apresentar características do entorno e do próprio edifício. Após apresentação foram feitas as perguntas aos entrevistados (essas perguntas se encontram no Apêndice C).

Os perfis profissionais dos entrevistados foram os seguintes:

- E1 – Arquiteto e urbanista voluntário no projeto da Vito Giannotti.
- E2 – Mestre em planejamento urbano e regional, professor de disciplinas que envolvem HIS e participa de projetos de HIS como assessor técnico de projeto. Participou da ocupação Solano Trindade¹⁸.
- E3 – Arquiteto e urbanista, co-fundador da assessoria técnica de São Paulo "Fábrica Urbana". À frente da Assessoria, participou da construção de importantes projetos, como as renovações do Hotel São Paulo e do Edifício Maria Paula.
- E4 – Mestre em Arquitetura e Urbanismo, arquiteto do escritório “Integra Desenvolvimento Urbano”, que desenvolveu os projetos de reabilitação dos edifícios Labor, Olga Bernário e Joaquim Carlos. O arquiteto participou diretamente da execução do edifício Joaquim Carlos, Edifício Dandara e atualmente está atuando na conversão do Hotel Cambridge e do Hotel Lord.
- E5 – Doutor em Arquitetura e Urbanismo, professor de diversas disciplinas que envolvem HIS. Coordena projetos de pesquisa e extensão universitária para a elaboração de projetos de habitação e urbanização social; em particular, no desenvolvimento de atividades de Assistência Técnica em Habitação Social (ATHIS).
- E6 – Mestre em Arquitetura e Urbanismo, durante a dissertação estudou o trabalho da "Fábrica Urbana".

¹⁸ Esse movimento ocupou um terreno sob responsabilidade do Incra, mas que estava abandonado por mais de 15 anos. Nesse espaço, existem dois edifícios que serão convertidos em moradia (informações fornecidas pelo entrevistado).

- E7 – Mestre em Arquitetura e Urbanismo, desenvolveu o projeto da ocupação Solano trindade.
- E8 – Doutor em Planejamento Urbano e Regional, professor de diversas disciplinas de HIS.
- E9 – Arquiteta e urbanista diretora do escritório “Chiq da Silva”, que foi responsável por desenvolver um projeto de adaptação do edifício “Ocupação Chiquinha Gonzaga”¹⁹, no centro do Rio de Janeiro.
- E10 – Mestre em Arquitetura e Urbanismo, participou do desenvolvimento do projeto da Vito Giannotti.
- E11 – Arquiteto e urbanista que participou da obra de requalificação do Manuel Congo.

¹⁹ Esse movimento ocupou o prédio de 12 andares que pertencia ao INCRA, mas estava abandonado por mais 30 anos no centro do Rio de Janeiro (informações fornecidas pelo entrevistado).

5 Resultados

Neste capítulo são exibidos os resultados obtidos a partir do método proposto e das entrevistas realizada com profissionais que participaram de projetos de reabilitação habitacional.

5.1 Análise utilizando o método proposto

Para a aplicação do método proposto na pesquisa foram utilizados os edifícios Manuel Congo, Palácio dos esportes e Vito Giannotti, apresentados no item 4.2.1. Para facilitar a leitura das subseções seguintes, os edifícios serão referidos como A, B e C, respectivamente.

5.1.1 Parte 1 - Localização

A Tabela 10 sintetiza os dados de entrada e de saída do script que implementa a metodologia no MATLAB correspondentes às notas das variáveis de localização.

Tabela 10: Valores das variáveis e notas dos critérios de localização²⁰.

Edifícios			
Critérios e variáveis	C	A	B
Mobilidade Urbana			
Proximidade com pontos de ônibus;	500	230	24,50
Proximidade com estações de metrô ou trem;	2000	180	800
NOTA	4,0	9,0	7,0
Equipamentos Urbanos			
Proximidade a áreas de atividades de lazer;	650	400	600
Proximidade as Creches;	1500	700	1700
Proximidade as escolas públicas;	500	800	750
Proximidade aos equipamentos de Saúde.	850	180	1300

²⁰ Distâncias calculadas em metros.

	NOTA	7,0	9,0	5,0
Segurança				
Proximidade ao posto de polícia;		2400	150	600
Proximidade ao corpo de bombeiros.		3800	1400	1900
	NOTA	1,0	4,0	4,0

Com a Tabela 10, observa-se que o edifício A e B possuem uma diversidade maior de transportes públicos, possibilitando um fácil acesso à cidade. O edifício C, localizado no bairro Santo Cristo, tem uma mobilidade mais dependente de ônibus, sendo mais difícil acessar os outros pontos da cidade. A Figura 21 ilustra a mobilidade urbana para os edifícios em consideração.

Em relação aos equipamentos do cotidiano, nota-se que é pequena a distância entre esses no edifício A, ou seja, a população fará menos esforço para realizar as atividades diárias. O edifício B está localizado no centro, mas não possui o mesmo nível de centralidade que o edifício A. Nesse caso, os equipamentos estão a uma distância média do edifício. O edifício C fica no bairro Santo Cristo, próximo do centro e com uma melhor distribuição de equipamentos básico em comparação com o edifício B. A distribuição dos equipamentos básicos pode ser observada na Figura 22.

A segurança desses locais foi a terceira variável analisada. Nesse caso, o edifício A e B são os empreendimentos que estão mais próximos dos equipamentos públicos com função de cumprir a segurança pública. O edifício C já fica mais distante desses equipamentos, o que deixa os moradores mais vulneráveis, como pode ser visto na Figura 22.

Para criar a classificação, é necessário combinar as notas com os pesos, que dependem da opinião dos usuários. Para esse experimento, não se tem um público para extrair o peso. Assim, foi admitido que os 3 critérios tinham o mesmo nível de importância. Com os pesos definidos, o método gerou a classificação da Tabela 11.

Tabela 11: Classificação de localização dos edifícios do Rio de Janeiro.

Colocação	Edifícios
1º	A
2º	B
3º	C

Essa classificação indica que o edifício A possui melhor mobilidade urbana, distribuição melhor dos equipamentos básicos e também é um espaço seguro para os moradores. O edifício B ficou à frente do edifício C, pelo fato das três análises (mobilidade urbana, equipamentos urbanos e segurança) receberem uma nota média, enquanto o Vito na análise de segurança recebeu uma nota ruim.

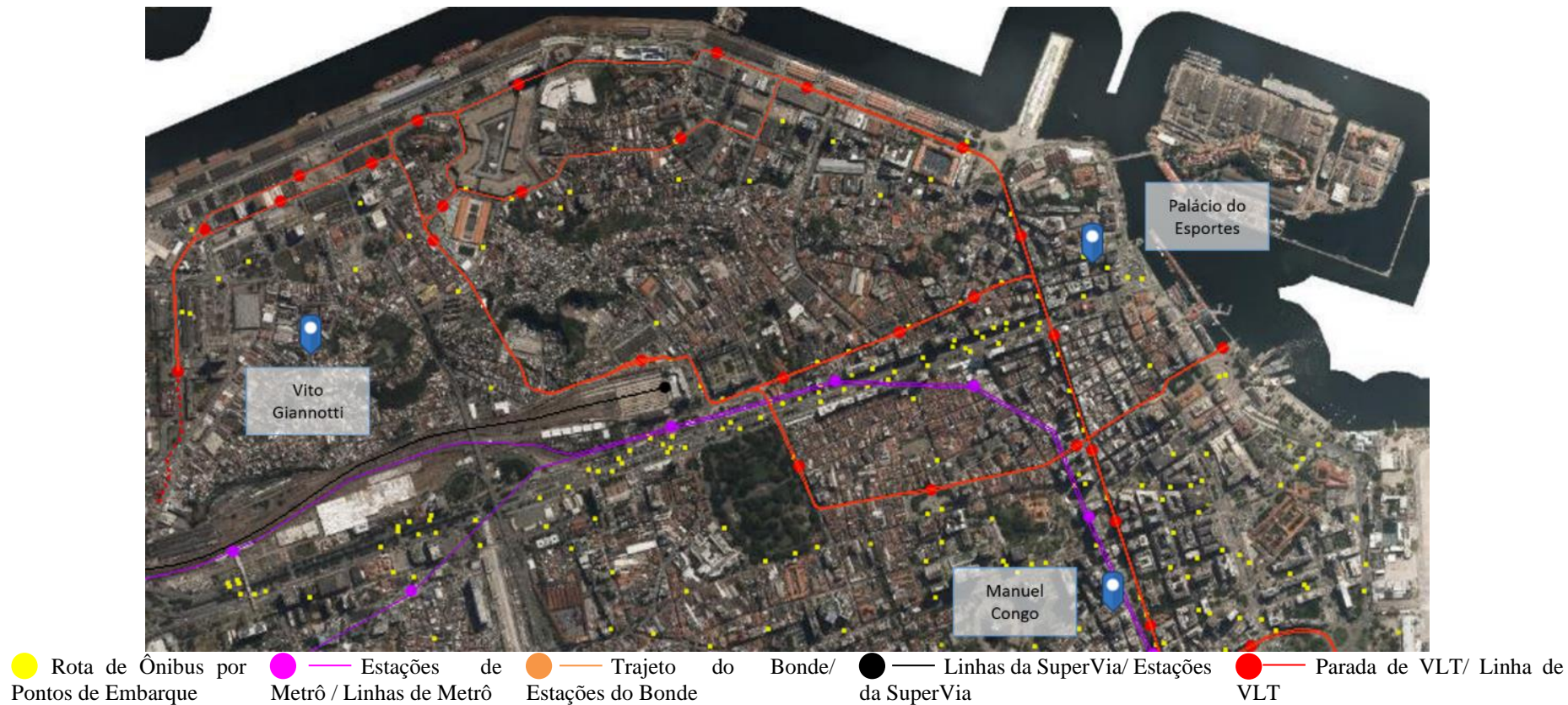


Figura 21: Mapa dos transportes públicos envolta dos edifícios.

Fonte: Adaptado do Mapa Digital das Ciclovias publicado no Armazém de Dados da Prefeitura do Rio de Janeiro.²¹

²¹ Disponível em: <<https://www.rio.rj.gov.br/web/smac/mapa-digital-do-rio-de-janeiro-ciclovias>>. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

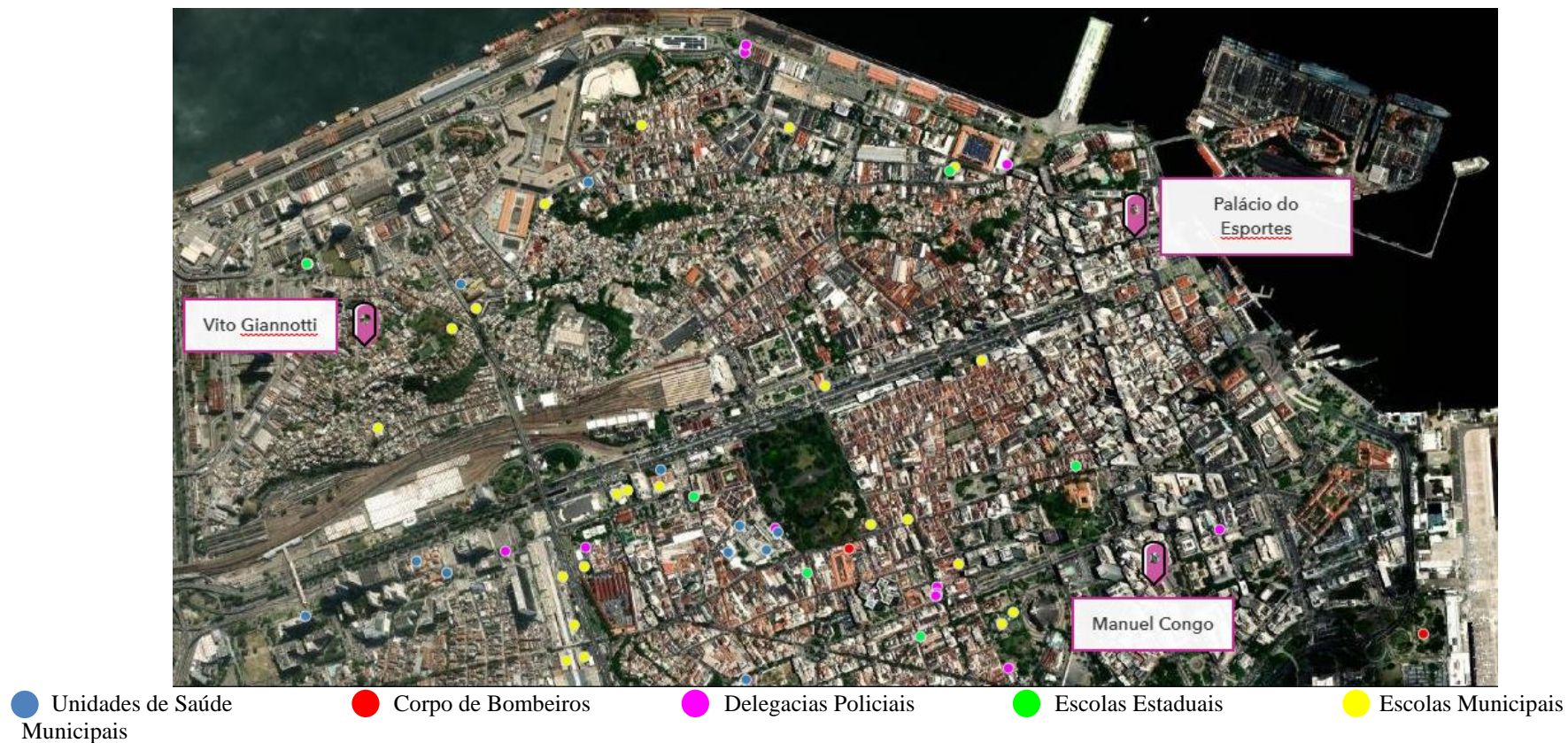


Figura 22: Mapa dos equipamentos urbanos envolta dos edifícios.

Fonte: Mapa gerado a partir de informações do Data.Rio.²²

²² Disponível em: <<https://www.data.rio>>. Acesso em: 13 de novembro de 2020.

5.1.2

Parte 2 - Conforto ambiental

A Tabela 12 sintetiza os dados de entrada e de saída do script desenvolvido no MATLAB, que são as notas referente às variáveis de conforto ambiental.

Tabela 12: Valores das variáveis e notas dos critérios referentes ao conforto ambiental.

Conforto Ambiental			
Critério e Variáveis	Edifícios		
	B	A	C
Ventilação e Iluminação			
Absortância da Parede Externa	0,30	0,30	0,30
Espessura da parede externa	20	30	25
Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício	30°	15°	53°
Perímetro de fachada livre por área do pavimento	0,15	0,15	0,17
Profundidade	11,90	16,84	15,00
Taxa de abertura nas fachadas Norte e Sul	100%	15,78%	17%
Taxa de abertura nas fachadas Leste e Oeste	0	84,21%	83%
Tipo de janela	Correr	Correr	Correr com móvel superior
NOTA	8,0	6,0	8,0
Ruído			
Distância do edifício até os sinais de trânsito e cruzamentos	25	25	500
Distância para o embarque no transporte público coletivo	25	25	500
Taxa de abertura na fachada	22%	47%	23%
Afastamento entre as edificações	20	20	10
Ângulo com o entorno	30°	15°	53°
Espessura da laje	20	20	15
NOTA	3,0	1,0	7,0

De acordo com os dados da Tabela 12, em relação ao conforto térmico, os três edifícios possuem paredes externas espessas que contribuem para aumentar a diferença entre temperatura interna e externa, bem como possuem uma coloração em suas fachadas que refletem o calor, o que é considerado o ideal para habitação.

O entorno do edifício C foi o mais bem avaliado, pelo fato de estar localizado em uma zona residencial, ou seja, o seu entorno é predominante baixo, o que caracteriza uma maior disponibilidade de luz natural. O edifício A e B são edifícios cercados edificações altas e isso dificulta o acesso a iluminação natural. Dentre

esses dois edifícios o edifício A é ainda mais problemático pelo fato de existir um prisma pequeno para uma edificação alta dificultando ainda mais o acesso a ventilação e a iluminação para áreas de longa permanência.

No que diz respeito à quantidade de perímetro de fachada livre em relação à área do piso para avaliar o potencial de conseguir ventilação cruzada, os três edifícios apresentam características avaliadas como médias. Apenas o edifício C tinha um pouco mais de fachada, mas nos três casos seria necessário realizar mais recortes nas plantas para abrir mais janelas e conseguir ventilar e iluminar os corredores.

Em relação à orientação das janelas, no edifício B todas estão orientadas para Norte/Sul, que é o mais recomendado, diferente dos outros edifícios, em que a maior parte das aberturas tem orientação Leste/Oeste. A tipologia das janelas do edifício C proporciona uma ventilação cruzada próximo à janela, o que não ocorre nos outros dois edifícios, uma vez que suas janelas não permitem a troca de ar. Isso fez o edifício C ganhar mais um ponto na sua nota, já que a ventilação cruzada é uma característica importante para o conforto térmico da habitação.

Com base nesses cenários, quanto ao conforto térmico e à ventilação e iluminação natural, o edifício B e C apresentam características mais adequadas para o uso habitacional, diferente do edifício A.

Para avaliar o desempenho acústico, algumas variáveis são relacionadas à edificação e outras no entorno. Quanto ao conforto acústico externo, o edifício C se sobressai pelo fato de estar localizado distante de fontes que indicam um maior fluxo de carros (distante de semáforos e pontos de ônibus). Além disso, ele está localizado em uma zona residencial, ou seja, o seu entorno é predominante baixo, o que é importante para que se tenha mais disponibilidade de luz natural e o ruído seja dissipado com mais facilidade. Isso não ocorre nos outros dois edifícios, que são cercados de edificações altas, o que dificulta a dispersão do ruído, além de serem próximos a semáforos e pontos de ônibus.

Em relação às características da construção, o edifício A e B têm lajes mais espessas, situação mais favorável que a do edifício C. Contudo, o edifício A tem mais esquadrias em sua fachada virada para as ruas em relação aos outros dois edifícios.

Baseado nessas análises, o edifício C apresenta características mais adequadas para o uso habitacional referente ao conforto acústico.

Os pesos referentes ao desempenho ambiental também dependem da opinião dos usuários. Isso quer dizer que alguns usuários podem valorizar uma maior ventilação e iluminação ou podem valorizar mais ambientes silenciosos. Assim como na avaliação do entorno, nesse tópico foi determinado que todos os critérios teriam o mesmo nível de importância, o que gerou a classificação da Tabela 13.

Tabela 13: Classificação do conforto ambiental dos edifícios do RJ.

Colocação	Edifícios
1º	C
2º	B
3º	A

Essa classificação indica que o edifício C apresenta características positivas referente às três áreas consideradas. O edifício B e o edifício A são edifícios semelhantes em relação ao conforto acústico, devido a sua localização e características arquitetônicas parecidas. Entretanto, esses edifícios divergem em relação ao conforto térmico e luminoso. Assim, o edifício B tem características para fins habitacionais melhores que o edifício A.

5.1.3

Parte 3 - Custo de reforma

A Tabela 14 sintetiza os dados de entrada e de saída do script desenvolvido no MATLAB, que são as notas referente às variáveis para estimar o custo da obra.

O custo de alvenaria está vinculado ao layout existente no edifício. Das três organizações espaciais que estão sendo analisadas, a que mais se aproxima das áreas utilizadas em projetos de HIS é a planta do edifício C, ou seja, é uma planta que permite maior reaproveitamento da configuração atual com pouca adição de parede. O edifício A tem uma média de áreas que, nesse método, é considerada um custo médio. Assim, ele vai precisar construir mais paredes para subdividir os espaços do que o edifício C, mas não tanto como o edifício B, que tem uma planta livre e pé direito 40cm mais alto. A Figura 23 mostra as plantas originais dos edifícios do Rio de Janeiro sendo analisados.

Tabela14: Valores das variáveis e notas dos critérios referentes à estimativa de custo de execução.

Estimativa de custo			
Edifícios			
Critério e Variáveis	B	A	C
Alvenaria			
Média das áreas secas	174,62	36,17	15,08
Média da relação área/perímetro das áreas secas	2,29	1,15	0,85
Média das áreas molhadas	0,00	2,66	2,85
Média da área/perímetro das áreas molhadas	0,00	0,38	0,40
Pé direito	3,40	3,00	2,60
NOTA	1,0	5,0	9,0
Esquadrias			
Nota 1	100%	63%	100%
Nota 2			
Nota 3			
Nota 4		36%	
Nota 5			
Nota 6			
Aberturas em relação ao piso;	4%	6,7%	5,5%
NOTA	1,0	2,49	1,75
Piso			
Nota 1			100%
Nota 2;		80%	
Nota 3;			
Nota 4;		20%	
Nota 5;	100%		
Nota 6;			
NOTA	7,0	4,0	1,0
Demolição			
Média das áreas secas;	174,62	34,32	15,08
Média da relação área/perímetro das áreas secas;	2,29	1,36	0,85
Média das áreas molhadas;	0,00	2,59	2,85
Média da área/perímetro das áreas molhadas;	0,00	0,38	0,40
Pé direito.	3,40	3,00	2,60
Relação perímetro por área;	0,15	0,15	0,17
Espessura da laje;	20	20	15
NOTA	8,0	5,0	1,0
Incêndio/ Elevador			
Altura	44,85	39,02	10,00
Tipologia da escada	alvenaria	alvenaria	Alvenaria
NOTA	-	-	1,0

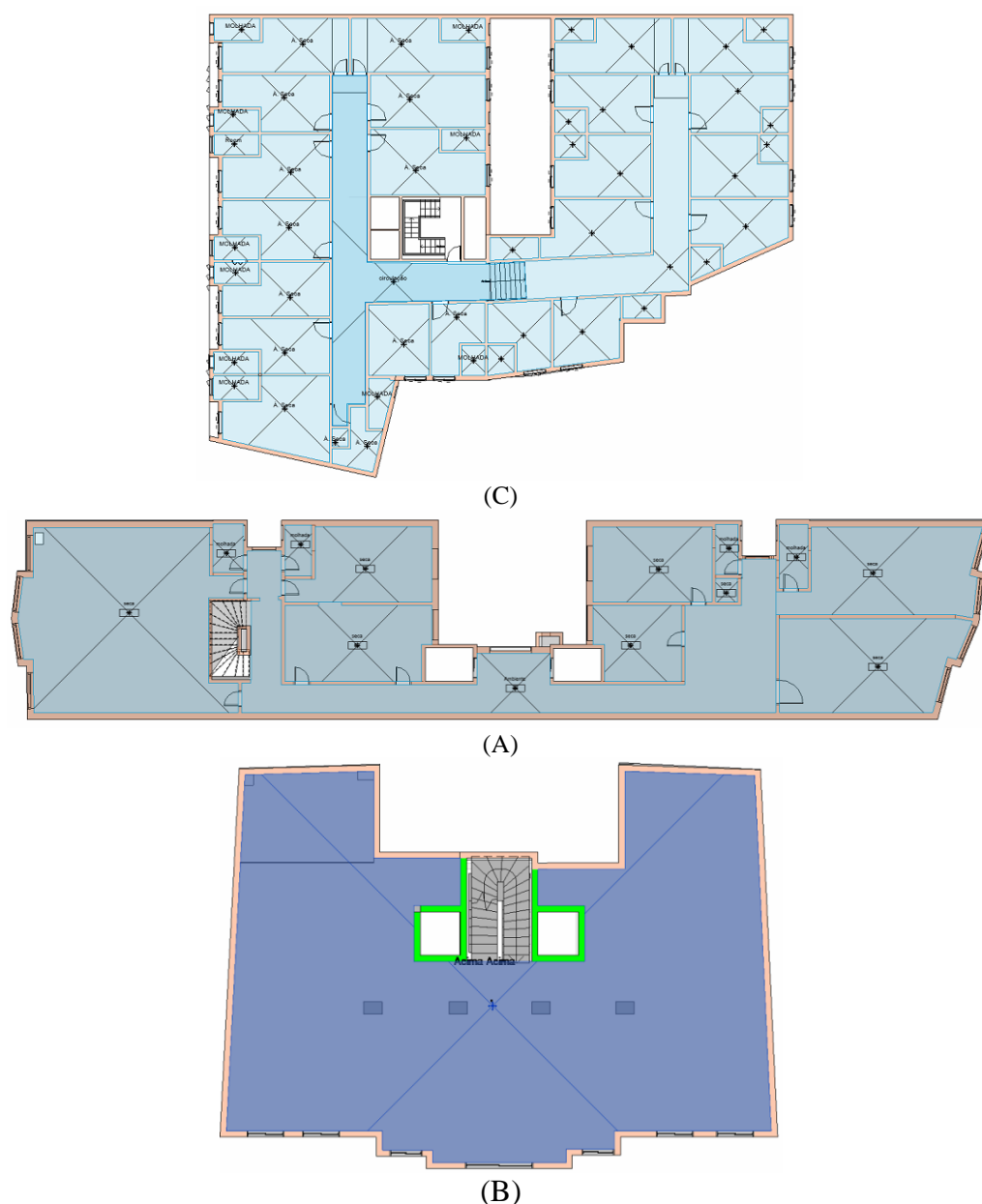


Figura 23: Plantas dos pavimentos tipos dos edifícios do RJ no software Revit. (C) Vito; (A) Manuel Congo²³; (B) Palácio dos Esportes.

O custo do serviço de esquadria é composto por uma análise das esquadrias existentes e pela necessidade de adicionar mais janelas para garantir melhor conforto para os moradores. Nesse serviço os três edifícios tiveram nota baixa, isto é, este seria um item custoso para os todos os edifícios considerados.

As esquadrias existentes do edifício B e mais da metade das encontradas no edifício A são de correr com caixilho de madeira. De acordo com Yolle Neto (2006), a madeira é um tipo de material que necessita de manutenção constante e,

²³ É importante ressaltar que no edifício A essa planta do pavimento sofre algumas alterações em outros pavimentos, mas o trabalho trouxe uma das situações para ilustrar.

como esses edifícios ficam abandonados por um tempo até serem destinados à HIS, esses caixilhos ficam em mau estado de conservação. Além disso, com base nas experiências apresentadas neste trabalho, janelas de correr podem não apresentar um bom funcionamento depois da recuperação. Em razão disso, para alcançar a qualidade o ideal é preciso que todas elas sejam substituídas.

No edifício A, algumas esquadrias eram basculantes com caixilhos de ferro. Logo, a sua recuperação é mais indicada, pelo fato de apresentar resultados melhores do que a recuperação de janelas de correr. Devido a essa possibilidade de recuperação, sua nota foi um pouco maior que a dos outros dois edifícios. Já no edifício C, a maioria das janelas tinham sido sucateadas, portanto seria necessário inserir janelas em todas as aberturas existentes no edifício.

Foram analisadas também as aberturas em relação à área do piso, a fim de saber se seria necessário inserir novas esquadrias. Como resultado, em todos os edifícios seria necessária a inserção, com destaque para o edifício B, que precisaria de uma quantidade maior do que os outros edifícios.

No critério relacionado ao piso, como o edifício A e C são edifícios com maior tempo de abandono, haveria pouca chance de se conseguir aproveitar o piso existente, como mostram as experiências de São Paulo. Além disso, o edifício C foi construído para ser um hotel, então é provável que tenha sido utilizado carpete, o que não é utilizado em habitações. No edifício A, no entanto, a cerâmica utilizada nos corredores poderia ser aproveitada. Assim, devido a essa possível recuperação, sua nota foi maior do que a do edifício C. No edifício B, edifício com 10 anos de abandono e com todo o pavimento de piso cerâmico, é possível aproveitar mais o piso existente. Então, nesse quesito o edifício recebeu uma maior nota, pelo fato de ser um serviço de recuperação mais econômico.

A respeito do serviço de demolição, o edifício B recebeu a maior nota, por ser um edifício com ambientes espaçosos, o que vai necessitar a construção de uma maior quantidade de paredes para promover subdivisões, mas terá uma menor quantidade de paredes para demolir. Contudo, o edifício não recebe nota máxima devido à necessidade de serem feitas aberturas em algumas lajes. Os outros dois edifícios já tinham uma subdivisão, mas o edifício C era mais subdividido que o edifício A, o que indica um nível de demolição maior.

Adicionalmente, o edifício A e B são edifícios altos (altura maior ou igual a 30m) e, assim, vão necessitar de elevador para auxiliar na circulação vertical, o que

também indica maior dificuldade para adequar o edifício à norma de incêndio, quando necessário. Devido a esse gabarito mais baixo do edifício C, ele recebeu um ponto a mais na sua nota geral.

Para definir os pesos de cada serviço, foram utilizados os orçamentos contidos nos trabalhos de Yolle Neto (2006) e de Marques de Jesus (2008), para avaliar a situação mais onerosa e a mais econômica de cada um desses serviços. Por exemplo, no serviço de alvenaria, o Olga Bernário foi o edifício que mais construiu parede, diferente do Joaquim Carlos, que aproveitou mais paredes existentes. A diferença entre esses dois valores é o que determina o peso do serviço.

No serviço de esquadrias, o Riskalla Jorge e o Labor tiveram um custo direto por metro quadrado baixo, pelo fato de terem efetuado serviço de recuperação das esquadrias. Entretanto, não apresentaram boa qualidade na fase de pós construção. Em razão disso, os valores desses edifícios não foram considerados, e sim o do Joaquim Carlos, que recuperou as janelas basculantes e trocou as janelas de correr, visando a qualidade. O peso de cada serviço em relação ao custo final está detalhado na Tabela 15.

Tabela 15: Definição dos pesos com bases em experiências anteriores em São Paulo.

	R\$/M ² Olga Bernário	R\$/M ² Joaquim Carlos	R\$/M ² Labor	R\$/M ² Hotel São Paulo	Diferença	Peso
Alvenaria	33,38	6,54	-	-	26,84	0,31
Esquadrias	-	12,17	-	34,06	21,89	0,26
Demolição	1,88	-	-	22,00	20,12	0,23
Piso	-	32,00	15,11	-	16,89	0,20
Total					85,74	1,00

Fonte: Adaptado de Yolle Neto (2006) e Marques de Jesus (2008).

As notas e os pesos foram combinados em uma tabela de Excel e, através do método TOPSIS, a classificação relacionada a estimativa de custo da conversão foi definida, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16: Classificação da estimativa de custo dos edifícios do RJ.

Colocação	Edifícios
1º	C
2º	A
3º	B

De acordo com a Tabela 16, o edifício com conversão menos onerosa é o edifício C, seguido pelo edifício A e, por fim, pelo edifício B. A última posição do Palácio dos Esportes foi devido à sua baixa pontuação no critério de alvenaria e de esquadrias, que, dentre os serviços analisados, são os que tem um maior peso no custo direto total.

5.2

Resultados das entrevistas

Durante as entrevistas, foi solicitado aos arquitetos que classificassem os Edifícios Manuel Congo, Palácio dos esportes e Vito Giannotti quanto à sua localização, ao seu conforto e ao seu custo de conversão. Além disso, os entrevistados discutiram os aspectos mais relevante levados em conta para se fazer a sua classificação.

5.2.1

Parte 1 – Localização

Para realizar a classificação dos edifícios quanto a localização cada entrevistado teve a liberdade de determinar os critérios que seriam considerados por ele. Desta forma cada arquiteto fez a sua classificação segundo a sua própria experiência e subjetividade. Isso fez com que os critérios considerados e a classificação (Tabela 17) variassem entre os entrevistados. Os entrevistados da faixa verde (Tabela 17) convergiram com a classificação do método proposto.

Tabela 17: Classificação dos entrevistados referente ao tópico de localização

Grupo	Entrevistados	Classificação
1	E1; E3; E6; E7; E8; E9; E11	1º-A 2º-B 3º-C
2	E2	1ºA/B/C*
3	E4	1ºA/B*-2ºC
4	E5	1ºC – 2ºA –3ºB
5	E10	1ºA - 2ºC–3ºB

O entrevistado 2 (E2), por exemplo, considerou que a qualidade urbana não seria um critério para selecionar um edifício a ser convertido para HIS, pois o Brasil possui um déficit habitacional alto de cerca de 6 milhões de pessoas sem moradia (FJP, 2016). Essa desconsideração é refletida no fato do entrevistado ter

classificado todos os edifícios igualmente em relação a localização. Além disso, o arquiteto comentou que se algum serviço que não estivesse no entorno do edifício, este poderia ser inserido na edificação. Contudo, a inserção de serviços, como, por exemplo, de saúde ou de educação demandaria esforços de gestão na pós ocupação, e conforme relatado por Costa (2009) a maioria dos programas públicos que incentivam conversões desse tipo não possui um trabalho de gestão pós ocupação bem definido. A falta de gestão pode levar ao mal funcionamento do uso ou até mesmo o seu fechamento, o que faria com que o edifício ficasse sem oferta próxima dos serviços instalados.

Diferente do entrevistado 2 o participante 4 (E4) classificou os edifícios A e B na mesma posição, pelo fato dos dois empreendimentos estarem localizados no centro da cidade. Por essa razão eles teriam a mesma qualidade no quesito de acesso aos equipamentos básicos (saúde, educação), aos meios de transporte público e a postos de trabalho.

De fato, o centro é o local com maior participação no total dos postos de trabalho segundo relato por Medeiros Junior e Grand Junior (2011), contudo, as relações de emprego estão em constante mudança, o que torna difícil sua análise relacionada à localização, essa dificuldade na análise foi mencionada pelo entrevistado 4 (E4). Além disso, Heredia de Sá (2019) observou em avaliações pós ocupações que a qualidade da localização está mais relacionada à facilidade de acesso aos meios de transporte do que a proximidade física com os postos de trabalho.

Além disso, os edifícios A e B se encontram no mesmo bairro mais apresentam distâncias diferentes em relação aos equipamentos básicos. Isso pode se intensificar quando se analisa edifícios nas fronteiras dos bairros. O método proposto tem a vantagem de considerar essa variação de distâncias diferentemente do que ocorreria em avaliações subjetivas que considera apenas se o edifício pertence ao centro ou não, como foi observado durante as entrevistas.

Já o entrevistado 5 (E5) classificou o edifício C como aquele que possuía a melhor localização. O entrevistado teve uma vivência com movimentos sociais e notou outras necessidades, como a proximidade com supermercados e a preferência por bairros residenciais, que são variáveis ausentes no método proposto. Nos trabalhos encontrados na literatura (ITPD, 208; ITPD, 2014) fala-se da necessidade dos empreendimentos estarem próximos a comércios, entretanto não fica claro qual

é a tipologia desses comércio, por essa razão esse critério não foi considerado no método proposto. Ele também apresentou o relato de famílias que se preocupam com a distância para creches, uma vez que as crianças pequenas dependem dos adultos para se deslocar, esse critério está presente no método proposto e a fala do entrevistado reafirma a importância do mesmo. Através da experiência relatada, fica evidenciada a importância do contato prévio com os usuários, com o objetivo de entender suas demandas e as variáveis que seriam consideradas mais relevantes.

É devido a importância do contato com o usuário que o mapa proposto, detalhado no item 4.1, define um momento para a participação dos usuários no processo de pré-projeto. São nesses momentos que podem surgir outros parâmetros a serem inseridos no método proposto, facilitando, assim, a transformação das necessidades dos usuários em pesos para classificação dos edifícios.

Outros critérios foram sugeridos durante as entrevistas pelos arquitetos 9 (E9) e 10 (E10). Os participantes aconselharam considerar a distância em relação a edificações que gerem movimento de pessoas, como comércio e restaurantes, como fatores que influenciam a o critério de segurança da localização. O arquiteto 9 também sugeriu considerar a adição de outros critérios relacionados a centros esportivos. Essas considerações não foram adicionadas no método proposto pelo fato de não ter informações claras sobre a distância a esses equipamentos que de fato impactem a segurança.

O grupo 1 é composto por entrevistados que, durante as justificativas, deram ênfase à diversidade do transporte público e à proximidade de equipamentos de saúde e educação. Dessa forma, eles classificaram o edifício A como o que possuía a melhor localização, o edifício B como o segundo melhor e o edifício C como o pior.

Observa-se que o presente trabalho e o grupo 1 de arquitetos utilizaram os mesmos critérios e obtiveram a mesma classificação. Com isso, é possível concluir que os critérios selecionados pelo método proposto conseguem sistematizar os pensamentos subjetivos dos especialistas. Além disso, ele permite que o avaliador tenha embasamento para justificar a sua escolha.

5.2.2

Parte 2 - Conforto ambiental

A segunda pergunta que foi feita aos entrevistados foi referente ao conforto ambiental, cujas classificações finais são elencadas na Tabela 18. Os entrevistados da faixa verde (Tabela 18) convergiram com a classificação do método proposto.

Tabela 18: Classificação dos entrevistados referente ao tópico de conforto

Grupo	Entrevistados	Classificação
1	E1; E3; E4; E9; E11	1°-C 2°-A 3°-B
2	E2	1°C/A* 2°-B
3	E5	1°C/B*-2°A
4	E8; E10	1°B – 2°C –3°A
5	E6; E7	1°C - 2°B–3°A

Alguns entrevistados do grupo 1 e do grupo 2 justificaram a última posição do edifício B por precisar de mais modificações para alcançar o conforto ambiental. Logo, estes entrevistados sentiram dificuldade em analisar o conforto e o custo de forma separada. Contudo neste trabalho, optou-se também por avaliar o conforto ambiental separado do custo pelo fato de existirem outras variáveis, que não permitem interferências, e que influenciam no nível de conforto, como por exemplo o entorno. Em relação ao entorno o entrevistado 9 (E9) realizou uma extrapolação dessa variável: avaliou a possibilidade de construções altas cercarem o prédio B e por isso considerou o edifício B o pior. No método proposto é analisada a situação existente, pelo fato dessas projeções serem situações incertas e difíceis de prever, logo essas informações não são as mais indicadas para orientar uma tomada de decisão. Nessa avaliação da situação existente o entorno do edifício B é mais favorável para oferecer iluminação natural do que do edifício A. Nota-se que com o método essa separação entre custo e conforto seria mais facilmente realizada.

Os entrevistados do grupo 3 e 4 definiram o edifício B como o que apresentava melhores características de conforto para o uso habitacional. Nas justificativas dos participantes desses grupos maior atenção foi dada ao quesito da ventilação e iluminação naturais. Nas justificativas apareceram questões que haviam sido consideradas pelo método proposto, como por exemplo: a consideração da quantidade de janelas, da tipologia das janelas, da dimensão do

prisma, da inserção no lote e da quantidade de faces. Em relação a quantidade de faces, o entrevistado 10 (E10) considerou que o edifício B teria mais faces que o edifício C, pelo fato de existir a possibilidade de transformar um dos elevadores em prisma, o que facilitaria a iluminação do meio da planta. No método proposto o edifício C se sobressai ao edifício B uma vez que não foi considerada uma mudança de uso da área reservada para o elevador. Nos projetos analisados não foi encontrado um padrão em relação a conversão do elevador em prisma ou a sua manutenção com o mesmo uso. Logo, na avaliação do conforto no método proposto não foi considerado a possibilidade da transformação do elevador em prisma.

Durante as conversas com esses entrevistados, também surgiram algumas recomendações. Por exemplo o entrevistado 8 (E8) citou a proximidade de um dos edifícios com o mar como um ponto positivo em relação à ventilação, uma vez que teria maior disponibilidade de ventos. Ele também comentou sobre a arborização da rua de um dos edifícios como benéfico para o controle do ruído, visto que a vegetação serviria como uma barreira. Esses critérios não foram considerados aqui pois necessitam de estudos de avaliação para definir com precisão como elas impactam o conforto para poderem ser inseridas posteriormente no método.

Avaliando critérios relacionados apenas a ventilação e a iluminação o edifício B possui características indicadas para o uso habitacional, isso pode ser visto no resultado do método proposto no item 5.1.2. Todavia para garantir a qualidade habitacional, o desempenho acústico é uma das variáveis que precisa ser considerada, de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013). Contudo, esse quesito pouco apareceu nas justificativas dos entrevistados. O método proposto facilita a consideração dessa variável sem exigir um alto esforço da equipe de análise.

O entrevistado 6 (E6) analisou as três variáveis (ventilação, iluminação e acústica), obtendo o mesmo resultado gerado pelo método proposto (item 5.1.2). Observa-se ao se considerar os mesmos critérios que os utilizados pelo método proposto, os resultados convergem, isso mostra que um maior desenvolvimento de critérios mais completo será o resultado.

5.2.3

Parte 3 - Custo de reforma

A terceira pergunta feita aos entrevistados foi referente ao custo de reforma. As classificações feitas pelos entrevistados são elencadas na Tabela 19. Os

entrevistados da faixa verde (Tabela 19) convergiram com a classificação do método proposto.

Tabela 19: Classificação dos entrevistados referente ao tópico de custo

Grupo	Entrevistados	Classificação
1	E3; E4; E5; E7; E9; E11	1°C - 2°A - 3°B
2	E1; E6; E10	1°C - 2°B - 3°A
3	E2	1°C/A* - 2°B
4	E8	1°B - 2°A - 3°C

O grupo 2 selecionou o Edifício C como aquele que demandaria menor custo de conversão uma vez que seu uso anterior (hotel) era semelhante ao novo uso. Para decidir o segundo colocado, os entrevistados do grupo consideraram que para situações em que o uso anterior não fosse semelhante a HIS, a melhor opção seria aquela que possuísse uma planta mais livre. Essa consideração foi justificada por eles pelo fato de que ao se ter plantas livres o gasto com demolição seria reduzido.

A mesma preferência por plantas livres fez com que o entrevistado 8 (E8) classificasse o edifício B como o que demandaria menor custo de conversão. Caso o dimensionamento dos espaços impossibilitasse o aproveitamento da alvenaria existente em todos os edifícios, essa decisão pelo edifício que tivesse menos demolição faria sentido, uma vez que aumentaria no orçamento o custo do serviço de retirada das alvenarias. Contudo, foi observado durante o desenvolvimento do método proposto (item 4.2.2) que o dimensionamento e a forma dos ambientes do edifício A permitem o aproveitamento da alvenaria existente, necessitando apenas realizar algumas construções para dividir os espaços e poucas demolições. Assim, o edifício A se torna uma conversão mais econômica que o edifício B. Situação semelhante aconteceu no edifício C, pois apesar de requerer mais demolição que os demais edifícios, teve um nível alto de reaproveitamento, tornando-se o cenário mais econômico, caso fosse considerado apenas serviços de construção e de demolição de alvenaria.

Diferente dos arquitetos do grupo 2 o entrevistado 2 (E2) já classificou o edifício B, de planta livre, como a conversão mais onerosa, pois haveria um maior custo com a construção de alvenaria. Em relação ao custo de reforma mais econômico, o arquiteto não conseguiu diferenciar os edifícios A e C, pois a sua

organização espacial era semelhante. De acordo com o resultado do método proposto (item 5.1.3), a planta do edifício C vai necessitar de menos alvenaria que o edifício A.

Percebe-se que, na análise de alterações necessárias, o método proposto auxiliaria os profissionais no estudo do layout. Além disso, observou-se certa dificuldade para identificar os serviços que têm maior impacto no custo. Nesse sentido, como o presente método possui pesos para gerar essa classificação e, no caso do custo, tais pesos são definidos com base em experiências anteriores, a seleção do edifício torna-se mais objetiva.

O entrevistado 10 (E10) apontou que um dos motivos para a obra do edifício A não ser econômica é a dificuldade de viabilizar a demolição por estar localizado em uma área central da cidade. Essa questão da remoção do entulho não é considerada no método proposto, uma vez que nos orçamentos (NETO, 2006; MARQUER DE JESUS, 2008) que embasaram o presente trabalho não consideravam esse serviço de forma separada possibilitando a análise do seu impacto individual. Pesquisas futuras podem avaliar se esse quesito possui impacto significativo e, nesse caso, critérios podem ser desenvolvidos para antecipar sua análise.

A maioria dos arquitetos que compõe o grupo 1 já haviam acompanhado obras de reabilitação para HIS e tinham conhecimento sobre os serviços com impacto maior no custo desse tipo de obra. Por essa razão, nas justificativas apareceram questões relacionadas às instalações hidráulicas; à estrutura; à possibilidade de reaproveitamento do layout existente e às dificuldades para atender as normas de emergência, para conseguir iluminação e ventilação.

Yolle Neto (2006) traz uma tabela com os pesos dos serviços em obras de reabilitação visando a HIS e mostra que o serviço de instalação hidráulica e elétricas tem um impacto alto nesse tipo de obra. Isso acontece pelo fato de, na maioria das vezes, os edifícios destinados para este tipo de habitação possuírem mais de 10 anos de vacância. Com esse tempo sem manutenção, a possibilidade de reaproveitamento tubulação é pequena. Pelo fato de não ser um serviço que uma edificação vai se sobressair a outra ele não foi considerado no método proposto.

A estrutura é um ponto importante na seleção do prédio a ser convertido, motivo pelo qual no mapa de processo (item 4.1) consta uma fase para sua verificação, apesar de não fazer parte do escopo desta pesquisa. Já questões

referentes à alvenaria, às normas de incêndio e à dificuldade ventilar e iluminar são pontos considerados no método proposto. Sendo assim, boa parte do que foi pontuado pelos entrevistados faz parte do método desenvolvido nesta pesquisa.

Observa-se que o presente trabalho e o grupo 1 de arquitetos utilizaram os mesmos critérios e obtiveram a mesma classificação. Fica evidente que se os critérios considerados forem consistentes o método produzirá bons resultados.

Além disso, ao final das entrevistas alguns arquitetos afirmaram a importância dessa metodologia, pois ela permite fazer uma avaliação prévia para escolher o edifício uma vez que, atualmente, essa avaliação não é feita de uma forma racional. Isso é ainda mais necessário pelo fato dos recursos financeiros dos programas do governo, por exemplo Minha Casa Minha Vida entidades, serem fixos, ou seja, independente da qualidade do prédio o valor será o mesmo. Dessa maneira, ter um processo de escolha mais racional é importante para garantir a qualidade de moradia para os usuários.

6 Considerações Finais

Neste trabalho, foi desenvolvida uma metodologia para auxiliar na seleção do edifício abandonado cuja conversão em HIS seria mais viável socialmente, ambientalmente e economicamente. Os principais desafios enfrentados para o desenvolvimento da metodologia foram o fato que, em geral, há pouca informação na fase inicial de projeto, a necessidade de ser um procedimento de rápida aplicação e a subjetividade dos aspectos e conceitos tratados.

Analizando diversos artigos trabalhados na RSL, percebeu-se que a combinação do BIM, da lógica *fuzzy* e dos métodos de decisão multicritérios é uma forma que tem o potencial de tornar mais racional o processo de seleção do edifício mais apto a ser convertido. Apesar de o potencial dessa relação para melhorar a qualidade das decisões, a quantidade de pesquisas nacionais e internacionais relacionadas ao tema é escassa, evidenciando-se uma lacuna com a qual este trabalho visa contribuir.

Para melhor expor e tratar as complexidades presentes no processo de seleção de edifícios para conversão, foi proposto um Mapa de Processo que apresenta um novo fluxo de trabalho e inclui estudos de conforto ambiental, localização e custo direto, relacionados com o estado de conservação dos edifícios. Para auxiliar na implementação do processo, foi desenvolvido um procedimento baseado no modelo paramétrico junto com a lógica *fuzzy* e métodos de multicritérios para fazer a pré-seleção do edifício, com a finalidade de direcionar os esforços da equipe de engenharia, responsável pela inspeção no local.

Parte do mapa de processo foi aplicado a um conjunto de edifícios do Rio de Janeiro. Foi possível observar que o modelo BIM oferece as informações de maneira sistematizada, o que facilita a extração dos dados de entrada necessários para aplicação do método proposto. Além disso, com a exposição dos valores das variáveis fica evidente quais dos quesitos avaliados merecem maior ou menor atenção por parte dos projetistas e também oferece uma justificativa clara sobre o

adiamento na utilização do edifício. Adicionalmente, método TOPSIS facilita a comunicação entre as diversas áreas envolvidas nessa fase de pré-projeto e entre as equipes de projeto e o cliente, pois permite comparar diversos critérios de forma objetiva.

Posteriormente, os mesmos edifícios foram apresentados a onze arquitetos, com o objetivo de validar os critérios escolhidos. Com base nos resultados das entrevistas, foi possível observar que alguns profissionais tiveram dificuldade em tomar decisões em situações cujos os edifícios possuem organizações espaciais e localização semelhantes. Já com o método proposto, foi possível identificar com maior facilidade a diferença entre as edificações. Também foi possível verificar que no momento que os especialistas consideraram os critérios adotados pelo método proposto os resultados se assemelharam. Essas observações mostram que a metodologia desenvolvida no presente trabalho tem potencial de diminuir a subjetividade e manter a precisão dos resultados. Fora isso, alguns arquitetos afirmaram que a metodologia desenvolvida nessa pesquisa é importante para embasar a escolha do edifício. Assim, pode-se concluir que este trabalho possui uma contribuição para a fase de pré-projeto, uma vez que antecipa análises e torna as tomadas de decisões mais objetivas, atingindo o seu objetivo inicial.

Uma contribuição teórica do presente estudo é a introdução do BIM na fase de pré-projeto. A inserção dessa etapa em um ambiente BIM direciona a utilização da metodologia no restante do processo, permitindo antecipar decisões e ter informações de maneira sistematizada para servir de consulta para projetos similares, além de inserir, com mais facilidade, o usuário nas decisões projetuais.

A presente pesquisa também reuniu informações acerca de atributos de localização, conforto ambiental e custo direto da obra, sistematizando conteúdos que se encontravam dispersos.

Com base nas limitações encontradas neste estudo, sugere-se que trabalhos futuros abordem as seguintes questões:

- Verificar a possibilidade de criar um link entre o software de modelagem e o sistema lógico difuso.
- Verificar a possibilidade de incluir mais requisitos de qualidade.
- Desenvolver critérios de análise relacionados à estrutura e às instalações.
- Avaliar os impactos das variáveis para cada critério.

- Aplicação e acompanhamento de um caso real para calibração do método proposto.
- Desenvolver critérios para outras tipologias, que também possam ser inseridas em edifícios existentes.

7 Bibliografia

AHMAD, T.; THAHEEM, M. J. Developing a residential building-related social sustainability assessment framework and its implications for BIM. **Sustainable Cities and Society**, v. 28, p. 1–15, 2017.

AMORIM, C. N. D. Diagrama morfológico parte I: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 3, p. 58–77, 2007.

ANDRADE, M; JACQUES, M. A. P. Estudo comparativo de controladores de Mamdani e Sugeno para controle de tráfego em interseções isoladas. **TRANSPORTES**, v. XVI, n. 2, p. 24-31, dezembro 2008.

ALKMIM, P. A. R. Aplicação dos métodos da lógica difusa na definição de sistemas estruturais de edifícios. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575/1 - 5**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

BOTTERO, M.; D'ALPAOS, C.; OPPIO, A. Ranking of adaptive reuse strategies for abandoned industrial heritage in vulnerable contexts: A multiple criteria decision aiding approach. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 3, p. 1–18, 2019.

BRASIL. PORTARIA nº 660, de 14 de novembro de 2018. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração de projetos e estabelece as especificações técnicas mínimas da unidade habitacional e as especificações urbanísticas dos empreendimentos destinados à aquisição e alienação com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, e contratação de operações com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social - FDS, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de novembro de 2018.

_____. LEI nº 13.675, de 11 de junho de 2018. Disciplina a organização e o funcionamento dos órgãos responsáveis pela segurança pública, nos termos do § 7º do art. 144 da Constituição Federal; cria a Política Nacional de Segurança Pública e Defesa Social (PNSPDS); institui o Sistema Único de Segurança Pública (Susp); altera a Lei Complementar nº 79, de 7 de janeiro de 1994, a Lei nº 10.201, de 14 de

fevereiro de 2001, e a Lei nº 11.530, de 24 de outubro de 2007; e revoga dispositivos da Lei nº 12.681, de 4 de julho de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 de junho de 2018.

BRAUNSTEIN + BERNDT GmbH. **User's Manual**. n. 408, p. 1–38, 2005.

CARBONARI, A; CORNELI, A; DI GIUDA, G. M; RIDOLFI, L; VILLA, V. A decision support system for multi-criteria assessment of large building stocks. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 25, n. 5, p. 477–494, 2019.

CARVALHO, L. T. A.; Métodos para auxílio de projetos arquitetônicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. **Ambiente Hospitalar**, v. 6, n.9, p. 11-20, 2012.

CHEN, C. J.; JUAN, Y. K.; HSU, Y. H. Developing a systematic approach to evaluate and predict building service life. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 23, n. 7, p. 890–901, 2017.

CHEN, C. S.; CHIU, Y. H.; TSAI, L. Evaluating the adaptive reuse of historic buildings through multicriteria decision-making. **Habitat International**, v. 81, n. April 2017, p. 12–23, 2018.

CHEN, L.; PAN, W. BIM-aided variable fuzzy multi-criteria decision making of low-carbon building measures selection. **Sustainable Cities and Society**, v. 27, p. 222–232, 2016.

CLAVER, J.; GARCÍA-DOMÍNGUEZ, A.; SEBASTIÁN, M. A. Decision-Making Methodologies for Reuse of Industrial Assets. **Complexity**, v. 2018, 2018.

COELHO, J. F. L. ESTUDO EMPÍRICO PARA PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DO BIM EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS NO BRASIL. Rio de Janeiro, 2017. Dissertação (Departamento de engenharia civil).

CONEJOS, S.; LANGSTON, C.; SMITH, J. AdaptSTAR model: A climate-friendly strategy to promote built environment sustainability. **Habitat International**, v. 37, p. 95–103, 2013.

COSTA, D. C.B. **Gestão pós-ocupação em edifícios reabilitados para habitação de interesse social no centro de São Paulo**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.3.2009.tde-03072009-145355.

DANTAS, A.; BERTINI, A. A habitação de interesse social em Fortaleza: compreendendo uma realidade a partir da Avaliação Pós-Ocupação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, Florianópolis, **Anais...** n. 1, p. 1078–1087, 2006.

DEVECCHI, A. M. **Reformar não é construir**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

EGAN, M. D. **Architectural Acoustics**. [s.l],[s.n.]. v. 53, 2007.

ERTUĞRUL, I.; KARAKAŞOĞLU, N. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 39, n. 7–8, p. 783–795, 2008.

FERREIRA, Rafael Alves. Proposta de um modelo quantitativo com base em lógica fuzzy para caracterização de cadeias de suprimentos em empresas. 2017. Dissertação (Mestrado em Processos e Gestão de Operações) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. doi:10.11606/D.18.2018.tde-22012018-095550. Acesso em: 2020-12-09.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil 2013-2014. Centro de Estatística e Informações. Belo Horizonte, 2016.

GALVÃO, W. J. F. Roteiro para diagnóstico do potencial de reabilitação para edifícios de apartamentos antigos. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

GIMENEZ, L; ROBERT, S; SUARD, F; ZREIK, K. Automatic reconstruction of 3D building models from scanned 2D floor plans. **Automation in Construction**, v. 63, p. 48–56, 2016.

GÖÇER, Ö.; HUA, Y.; GÖÇER, K. A BIM-GIS integrated pre-retrofit model for building data mapping. **Building Simulation**, v. 9, p. 513–527, 2016.

HAROUN, H. A. A. F.; BAKR, A. F.; HASAN, A. E. S. Multi-criteria decision making for adaptive reuse of heritage buildings: Aziza Fahmy Palace, Alexandria, Egypt. **Alexandria Engineering Journal**, v. 58, n. 2, p. 467–478, 2019.

HEREDIA DE SÁ, A de L. Ocupar o centro: métodos e processos para reconversão de imóveis em moradia. Rio de Janeiro, 2019. Projeto final (Arquitetura) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2019.

HINCUI, G. Computer assisted evaluation of traffic noise level. **Technical Acoustics**, v. 19, n. 1, p. 6, 2003.

HSU, Y. H.; JUAN, Y. K. ANN-based decision model for the reuse of vacant buildings in urban areas. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 20, n. 1, p. 31–43, 2016.

INMETRO. **Portaria nº 50**. Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros, p. 134, 2013.

ITDP. LABCIDADE. Ferramenta de avaliação de inserção urbana para os empreendimentos de faixa 1 do programa Minha Casa Minha Vida. **CNPq (com recursos da Chamada MCTI/CNPq/MCIDADES nº 11/2012) e da Ford Foundation**, p. 43, 2014.

ITPD. Secretaria Nacional de Habitação. **Caderno 2: Parâmetros referenciais - qualificação da inserção urbana**, 53 p. 2018.

JALAEI, F.; JRADE, A.; NASSIRI, M. Integrating decision support system (DSS) and building information modeling (BIM) to optimize the selection of sustainable building components. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 20, p. 399–420, 2015.

JENSEN, P. A.; MASLESA, E. Value based building renovation - A tool for decision-making and evaluation. **Building and Environment**, v. 92, p. 1–9, 2015.

KAGIOGLOU, M; COOPER, R; AOUAD, G; SEXTON, M. Rethinking construction: the generic design and construction process protocol. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 7, n. 2, p. 141-153, 2000.

KAMARI, A; LAUSTEN, C; PETERSON, S; KIRKEGAARD, P. H. A BIM-based decision support system for the evaluation of holistic renovation scenarios. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 23, n. 1, p. 354–380, 2018.

KHADDAJ, M.; SROUR, I. Using BIM to Retrofit Existing Buildings. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1526–1533, 2020.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

LANGSTON, C; WONG, F. K. W; HUI, E. C. M; SHEN, Li-Yin. Strategic assessment of building adaptive reuse opportunities in Hong Kong. **Building and Environment**, v. 43, p. 1709–1718, 2008.

LANGSTON, C.; SHEN, L. Y. Application of the adaptive reuse potential model in Hong Kong: A case study of Lui Seng Chun. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 11, n. 4, p. 193–207, 2007.

LARSEN, K. E; LATTKKE, F; OTT, S; WINTER, S. Surveying and digital workflow in energy performance retrofit projects using prefabricated elements. **Automation in Construction**, v. 20, n. 8, p. 999–1011, 2011.

LOGSDON, L. Qualidade Habitacional: instrumental de apoio ao projeto de moradias sociais. Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

MARQUES DE JESUS, C. R. **Análise de Custos para Reabilitação de Edifícios para Habitação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 128 p. 2008.

MATARNEH, S. T; DANSON-AMOALO, M; AL-BIZRI, S; GATERERELL, M; MATARNEH, R. Building information modeling for facilities management: A literature review and future research directions. **Journal of Building Engineering**, v. 24, n. April, p. 100755, 2019.

MEDEIROS JUNIOR, H. de; GRAND JUNIOR, J. **Distribuição dos empregos formais na cidade do Rio de Janeiro em 2008**: uma análise espacial. Rio de Janeiro: IPP/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2011, 25 p.

MORAES, O. B. de. Lógica fuzzy e suas aplicações na avaliação do ambiente construído. In: FABRICIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. Qualidade no Projeto de Edifícios. São Carlos: RiMa, 2010. Cap. 6, p. 95.

MORANDOTTI, M; BESANA, D; CECCHINI, C; CHIESA, A. A decision-making process for resilience assessment in adaptive reuse. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 296, n. 1, 2019.

MORETTINI, Renato. **Tecnologias construtivas para a reabilitação de edifícios: tomada de decisão para uma reabilitação sustentável**. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. doi:10.11606/D.3.2011.tde-04072012-172723.

MORKŪNAITĖ, Ž.; KALIBATAS, D.; KALIBATIENĖ, D. A bibliometric data analysis of multi-criteria decision making methods in heritage buildings. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 25, n. 2, p. 76–99, 2019.

NIELSEN, A. N; JENSEN, R. L; LARSEN, T. S; NISSEN, S. B. Early stage decision support for sustainable building renovation - A review. **Building and Environment**, v. 103, p. 165–181, 2016.

NUNES, A. C. **Assessoria Técnica em Arquitetura e Urbanismo no Programa Minha Casa Minha Vida - Entidades: O caso da Fábrica Urbana (São Paulo)**. Florianópolis, 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

O'DONNELL, J; TRUONG-HONG, L. BOYLE, N; CORRY, E; CAO, J. LiDAR point-cloud mapping of building façades for building energy performance simulation. **Automation in Construction**, v. 107, n. July, p. 102905, 2019.

PAVLOVSKIS, M.; ANTUCHEVICIENE, J.; MIGILINSKAS, D. Application of MCDM and BIM for evaluation of asset redevelopment solutions. **Studies in Informatics and Control**, v. 25, n. 3, p. 293–302, 2016.

PAVLOVSKIS, M.; ANTUCHEVICIENE, J.; MIGILINSKAS, D. Assessment of Buildings Redevelopment Possibilities using MCDM and BIM Techniques. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 846–850, 2017.

PAVLOVSKIS, M; MIGILINSKAS, D; ANTUCHEVICIENE, J; KUTUT, V. Ranking of heritage building conversion alternatives by applying BIM and MCDM: a case of Sapieha Palace in Vilnius. **Symmetry**, v. 11, n. 8, 2019.

RADZISZEWSKA-ZIELINA, E.; ŚLADOWSKI, G. Supporting the selection of a variant of the adaptation of a historical building with the use of fuzzy modelling and structural analysis. **Journal of Cultural Heritage**, v. 26, p. 53–63, 2017.

REABILITA. Diretrizes para Reabilitação de Edifícios - as experiências em São Paulo, Salvador e Rio de Janeiro. Organizadores: Witold Zmitrowicz, Veléria Cursinato Bomfim. São Paulo, 2007.

RHEINGANTZ, P. A. Aplicação do modelo de análise hierárquica COPPETEC-CONSENZA na avaliação do desempenho de edifícios de escritórios. **Tese, UFRJ** 2000.

RIO DDE JANEIRO (ESTADO). Decreto nº 8272 e 19 de dezembro de 1988. Aprova o Regulamento de Construção de Edificações de Uso Comercial e de Uso Comercial Misto. D.O. RIO de 15 de agosto de 1988.

_____. Decreto nº 42, de 17 de dezembro de 2018. Regulamenta o decreto-lei nº 247, de 21 de julho de 1975, dispondo sobre o código de segurança contra incêndio e pânico – cospip, no âmbito do estado do rio de janeiro. D.O. RIO de 17 de dezembro de 2018.

SAIEG, P; SOTELINO, E. D; NASCIMENTO, D; CAIADO, R. G. G. Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 788–806, 2018.

SARAMAGO, R. D. C. P.; VILLA, S. B.; PORTILHO, G. B. Avaliação funcional e ambiental do PMCMV: o caso do Residencial Jardim Sucupira. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

SCHERER, R. J.; KATRANUSCHKOV, P. BIMification: How to create and use BIM for retrofitting. **Advanced Engineering Informatics**, v. 38, n. May, p. 54–66, 2018.

SHEHADA, Z. M. M; AHMAD, Y. B; YAACOB, N. M; KEUMALA, N. I. M. Developing methodology for adaptive re-use: Case study of heritage buildings in Palestine. **Archnet-IJAR**, v. 9, n. 2, p. 216–229, 2015.

SOUZA, N. CONTROLADORES LÓGICOS DIFUSOS: UMA ALTERNATIVA PARA O CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS CRÍTICOS. Dissertação (mestrado em engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2000, 140p.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

TAKAHASHI, V. F. DE M. Desempenho acústico de edificações: ferramenta computacional para avaliação. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, Campinas, 2016, 168 p.

TAN, Y.; SHEN, L. YIN; LANGSTON, C. A fuzzy approach for adaptive reuse selection of industrial buildings in Hong Kong. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 18, n. 1, p. 66–76, 2014.

TSUDA, Fernanda Panontin; DUARTE, Denise Helena Silva. Reabilitação de edifícios residenciais. Estudos de adequação ambiental. *Arquitextos*, São Paulo, ano 19, n. 218.01, Vitruvius, jul. 2018 <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/19.218/7024>>.

VARGAS, H. C; CASTILHO, A. L. H. de. Intervenções em centros urbanos: objetivos, estratégias e resultados. 3. ed. Barueri: Ed. Manole, 2015.

VOLK, R; LUU, T. H; MUELLER-ROEMES, J. S; SEVILMIS, N; SCHULTMANN, F. Deconstruction project planning of existing buildings based on automated acquisition and reconstruction of building information. **Automation in Construction**, v. 91, n. March, p. 226–245, 2018.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs. **Automation in Construction**, v. 38, p. 109–127, 2014.

WANG, H. J.; ZENG, Z. T. A multi-objective decision-making process for reuse selection of historic buildings. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 2, p. 1241–1249, 2010.

WANG, T.; KRIJNEN, T.; DE VRIES, B. Combining GIS and BIM for facility reuse: a profiling approach. **Research in Urbanism Series**, v. 4, n. 1, p. 185–203, 2016.

WONG, J. K. W.; ZHOU, J. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. *Automation in Construction*, v. 57, p. 156–165, 2015.

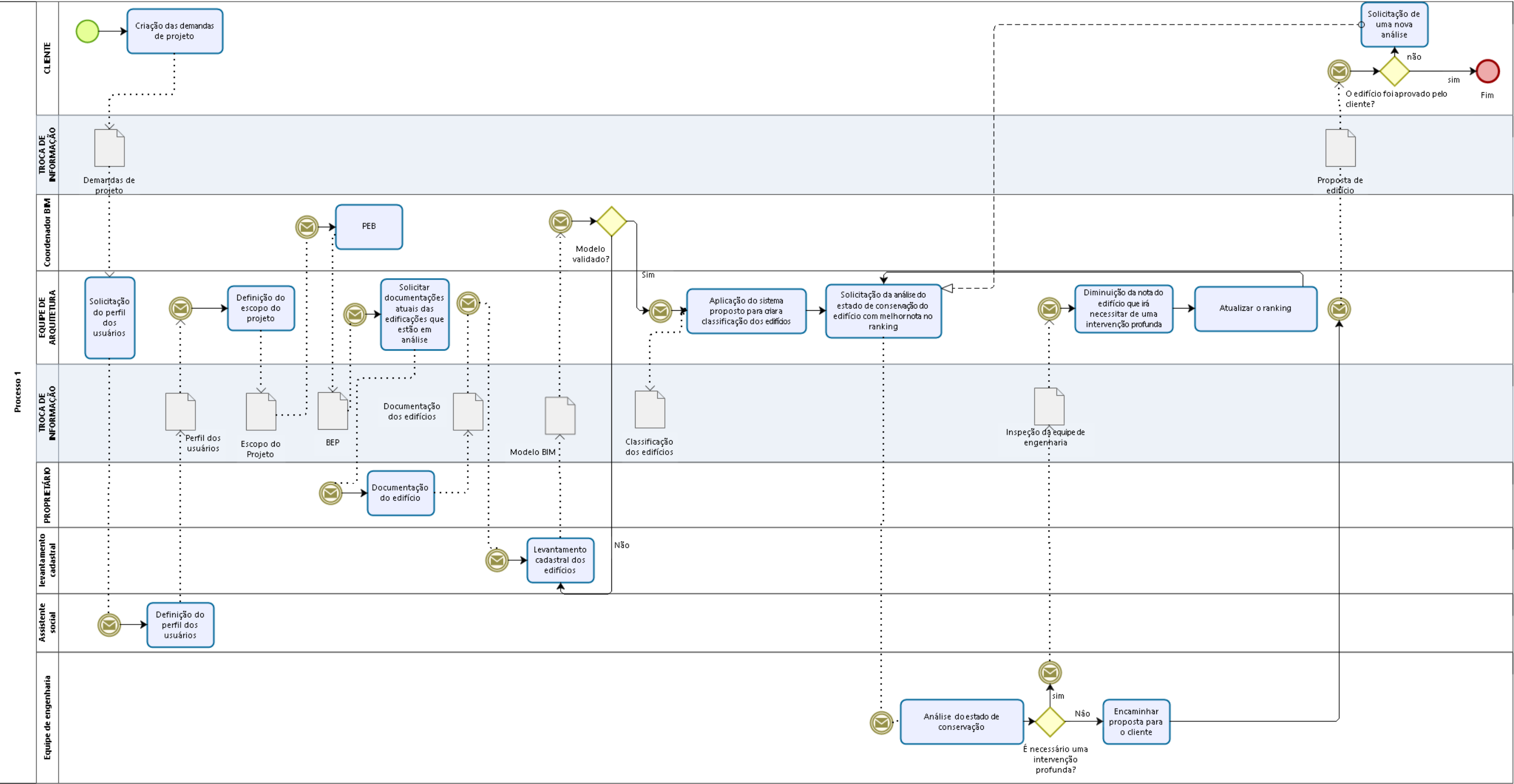
WOO, J. H.; MENASSA, C. Virtual Retrofit Model for aging commercial buildings in a smart grid environment. **Energy and Buildings**, v. 80, p. 424–435, 2014.

YIN, H.; STACK, P.; MENZEL, K. Decision support for building renovation strategies. In: CONGRESS ON COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING, 2011, Miami. **Proceedings...**Reston: ASCE, 2011, p. 834–841.

YOLLE NETO, J. **Diretrizes para o estudo de viabilidade da reabilitação de edifícios antigos na região central de São Paulo visando a produção de HIS: estudo de casos inseridos no Programa de Arrendamento Residencial (PAR-Reforma) – Edifícios: Olga Bernário, Labor e Joaquim Carlos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006, 178 p.

YOUSEFPOUR, M.; RAHIMI, A. Characterization and selection of optimal parameters to achieve the best tribological performance of the electrodeposited Crnanocomposite coating. *Materials and Design*, v. 54, p. 382–389, 2014.

Apêndice A – Mapa de processo completo



Apêndice B- Funções de pertinência das variáveis

Para criar as funções de pertinência, é necessário definir os valores dos conjuntos *fuzzy*. Nesse apêndice B, são detalhados os trabalhos, as normas, os projetos que foram utilizados para definir os valores dos conjuntos *fuzzy* das outras variáveis que não foram detalhadas no item 4.2.2.1. Na maior parte dos casos, o formato da função vai seguir a função de pertinência da variável “média das áreas secas”, ilustrada na Figura 20. Nos casos que o formato for diferente, será ilustrado no apêndice através de uma figura.

Segundo o ITDP - LABCIDADE (2014), 1.000m é a distância máxima que os pontos de ônibus, os equipamentos de lazer e as creches precisam estar dos conjuntos habitacionais. Nunes (2017) avaliou o entorno dos conjuntos São Francisco e Jaboticabeiras (localizados em São Paulo) e, para isso, utilizou como referência um raio de 1000m. No ITDP (2018), os pesquisadores apontam que os conjuntos habitacionais precisam estar localizados próximo à rede de transporte público para que os moradores não percorram longas distâncias, sendo recomendado o valor de 500m, que vai proporcionar uma caminhada de 5 a 10 minutos. Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “próximo, média distância e distante”. Esses pontos são respectivamente 500m, 750m e 1.000m.

Segundo o ITDP - LABCIDADE (2014), 1.400m é a distância máxima que as escolas públicas de ensino fundamental para cima, as unidades de saúde com pronto atendimento e as delegacias precisam estar dos conjuntos habitacionais. Com base na diferença dos conjuntos da função de pertinência da variável “pontos de ônibus”, são definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “próximo, média distância e distante”. Para esses pontos, foram escolhidos 900m, 1.150m e 1.400m, respectivamente. Na Tabela 20 foram ilustradas as variáveis com os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas dos critérios relacionados a localização.

Tabela 20: Tabela síntese dos critérios e das variáveis referente a localização

Critérios	Variáveis	Pontos das variáveis linguísticas (Próximo, média distância e distante)	Referências para calibração
Mobilidade Urbana	pontos de ônibus e metrô	(500m; 750m; 1000m)	ITDP; LABCIDADE (2014); Nunes (2017); ITDP (2018)
Equipamentos Urbanos	Lazer e Creches	(500m; 750m; 1000m)	ITDP; LABCIDADE (2014); ITDP (2018)
	escolas públicas e Saúde	(900m, 1150m e 1400m)	ITDP; LABCIDADE (2014)
Segurança	Polícia e bombeiro	(900m, 1150m e 1400m)	ITDP; LABCIDADE (2014)

O desempenho térmico de uma edificação depende da zona bioclimática na qual ela está inserida, sendo o Brasil dividido em oito zonas (ABNT,2003). Como os estudos de caso utilizados para exemplificar o método se encontram no Rio de Janeiro, verificou-se que essa região pertence à zona 8 (representa a maior parte do território brasileiro). Portanto, foram utilizados os dados referentes a essa zona para ilustrar o desenvolvimento desse tópico. Caso o estudo de caso não fosse nessa zona, seria necessário alterar os valores dos intervalos das funções de pertinência.

Para essa zona, a NBR 15220 (ABNT, 2003) determina que as paredes e a cobertura sejam refletoras, ou seja, absorvam menos calor do que reflitam. Rheingantz (2000) também pontua que o ideal é utilizar materiais que absorvam pouco calor. Segundo Frota e Schiffer (2000 apud GALVÃO, 2012) o índice de absortância (α) das cores variam de 0,2 (cores mais claras) a 0,9 (cores mais escuras). Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “pouca absorção, absorção média e muita absorção”. Esses pontos são respectivamente 0,3, 0,5 e 0,7.

A NBR 15220 (ABNT, 2003) determina que para a zona 8 as paredes sejam leves e refletoras. Nesse caso, o ideal para habitação é utilizar cores claras e, com

isso, a NBR 15575 (ABNT, 2013) determina que as paredes externas precisam ter uma transmitância térmica menor ou igual a 3,7 ($\text{W/m}^2\cdot\text{k}$). A portaria nº 50 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, 2013) realizou um estudo em diversos tipos de parede para medir a transmitância de calor. Avaliando as situações em que as paredes não utilizam tecnologias para diminuir essa passagem de calor, observa-se que, quanto maior a massa, menos calor passa. Sendo assim, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “alta, média e pouca transmitância”. Para esses pontos foram escolhidos 0,10, 0,17 e 0,25, respectivamente.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) define que para regiões do nordeste e sudeste na zona 8 é necessário ter no mínimo 8% de abertura para ventilação em relação à área do piso. Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “péssima abertura, média abertura e boa abertura”. Esses pontos são respectivamente 4%, 6% e 8%.

É importante avaliar o potencial de conseguir ventilação cruzada, que requer uma quantidade alta de fachada livre. Uma maneira realizar essa avaliação é utilizando a relação entre perímetro livre e área do piso. No Olga Bernário, edifício industrial de planta livre, essa relação obtém um valor de 0,08, que afirma que existe pouco perímetro para inserir janelas. Logo, não tem características existentes que sejam boas para conseguir ventilação cruzada. No Joaquim Carlos, no Hotel São Paulo e no Labor essa relação chegou a ser de 0,21, 0,24 e 0,25, respectivamente. Nesses três edifícios, existia potencial de ventilar e iluminar os corredores e conseguir uma ventilação cruzada. Com base nesses valores, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “péssima, média e boa ventilação cruzada”. Esses pontos são respectivamente 0,10, 0,15 e 0,20.

O ângulo de incidência do sol na fachada do edifício está diretamente relacionado às condições de insolação no mesmo. Amorim (2007) criou intervalos de classificação dos edifícios baseado nesse ângulo: aqueles que têm um ângulo com o entorno menor ou igual a 30°, aqueles em que o ângulo fica entre 30° e 60° e os que têm um ângulo maior ou igual a 90°. Quanto maior o ângulo, maior será a incidência solar na fachada e, consequentemente, melhor será o nível de iluminação natural. Com base nesses valores, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “péssimo, médio e bom ângulo para iluminação natural”. Esses pontos são respectivamente 30°, 60° e 90°.

Para calcular a variável “ângulo da fachada com o entorno” é necessário realizar uma média ponderada entre as fachadas com potencial de abertura, para relacionar todas as fachadas e conseguir um dado de entrada para aplicação do método proposto. Nessa média ponderada, o peso é a área de cada fachada que tem abertura e/ou potencial de abertura. Se esse edifício tiver prisma de ventilação que abastece áreas de longa permanência, também deve entrar na equação.

De acordo com Lamberts et al. (2014) e Rheingantz (2000), é ideal que as fachadas norte e sul tenham grandes aberturas. Então, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “péssima, média, boa orientação”. Esses pontos são respectivamente 25%, 50% e 75%.

A função de pertinência “média abertura” utilizada para avaliar as aberturas das fachadas norte e sul também é utilizada na avaliação das aberturas das fachadas leste e oeste. Entretanto, existe uma modificação das variáveis linguísticas “péssima orientação” e “boa orientação”, já que segundo Lamberts et al. (2014) e Rheingantz (2000), é necessário reduzir as aberturas nessas duas fachadas pelo fato de receberem maior incidência solar.

A forma da edificação é um fator importante para iluminação natural, uma vez que indica a área do piso que terá acesso à iluminação natural. Segundo Lamberts et al. (2014), havendo uma distância de dez metros de uma fachada para outra, a iluminação natural é satisfatória. Caso essa distância aumente oito metros, alguns espaços terão iluminação natural parcial e, se aumentar mais oito metros, alguns pontos terão iluminação natural inexistente. Com base em Lamberts et al. (2014), foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “baixa profundidade, média profundidade e grande profundidade”. Para esses pontos foram escolhidos 10m, 18m e 26m.

O *SoundPLAN*, um software de modelagem acústica, considera um aumento de 3dB(A) no nível sonoro para os pontos que se encontram a um raio de distância de 40m de cruzamentos ou semáforos, de 2dB(A) para distâncias entre 40 e 70m de 1dB(A) para distâncias entre 70 e 100m em relação ao cruzamento (BRAUNSTEIN e BERNDT, 2005). Rheingantz (2000) define em sua análise de conforto acústico que o ideal é que a edificação fique em um raio mínimo de 100 metros de cruzamentos e semáforos. Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “péssima distância, média distância e boa distância”. Esses pontos são respectivamente 25m, 50m e 100m.

As funções de pertinência utilizadas para avaliação do item “distâncias para cruzamentos” também foram utilizadas para avaliar o tópico “distância para o ponto de ônibus”.

Hincu (2003) mostrou que gabaritos mais baixos permitem que o ruído se dissipe mais rápido, o que diminui o nível de ruído sonoro. A relação de ângulo com o entorno utilizado no conforto luminoso é uma maneira de analisar o gabarito do entorno. Uma vez que, quanto maior for o ângulo, mais baixo será o gabarito das edificações do entorno. Além disso, o afastamento foi outra variável analisada. O autor constatou que houve uma diminuição de ruído quando a distância entre edificações passou de 43m para 83m. Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “péssimo afastamento, média afastamento e bom afastamento”. Esses pontos são respectivamente 23m, 43m e 83m.

Além do entorno, nesse método também são analisados alguns elementos construtivos da edificação. Como foi dito anteriormente, o método considera que os materiais utilizados nessas construções antigas não possuem nenhuma tecnologia de isolamento acústico. Logo, a quantidade de janelas na fachada e a espessura dos materiais (parede e laje) indica qual edificação proporciona um melhor isolamento. Egan (2007) mostra que uma parede sem janela tem um desempenho acústico de 50db, mas que com a inserção de 12% de janela esse desempenho cai para 30db. Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “alto isolamento, médio isolamento e baixo isolamento”. Esses pontos são respectivamente 12%, 25% e 50%.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) define que o piso precisa ter um isolamento acústico inferior a 80dB. De acordo com Galvão (2012), esse valor é alcançado com pisos de concreto maciço com 10cm de espessura. Nesse caso, as edificações analisadas com espessura de lajes de 10cm possuem a máxima pertinência ao grupo “baixo isolamento”. Dobrando a espessura da laje foram determinados os picos das variáveis linguísticas “médio isolamento” e “alto isolamento”, que são 20cm e 40cm, respectivamente. Na Tabela 21 foram ilustradas as variáveis com os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas dos critérios relacionados ao conforto ambiental.

Tabela 21: Tabela síntese dos critérios e das variáveis referente ao conforto ambiental.

Critérios	Variáveis	Pontos das variáveis linguísticas	Referências para calibração
Conforto Térmico e Luminoso	Absortância da Parede Externa	(Pouca, média e muita absorção) (0,3; 0,5; 0,7)	NBR 15220 (ABNT, 2003); Rheingantz, (2000); Galvão (2012)
	Espessura das paredes externas	(Alta, média e pouca transmitância) (0.10, 0.17 e 0.25)	NBR 15220 (ABNT, 2003); NBR 15575 (ABNT, 2013); (INMETRO) No 50 (2013)
	Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício;	(Péssimo, médio e bom ângulo para iluminação natural) (30°, 60° e 90°)	Amorim (2007)
	Perímetro de fachada livre por área do pavimento	(Péssima, média e boa ventilação cruzada) (0.10, 0.15 e 0.20)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos, Hotel São Paulo e Labor
	Profundidade do edifício	(Baixa, média e grande profundidade) (10m, 18m e 26m)	Lamberts et al. (2014)
	Taxa de abertura nas fachadas Norte/Sul	(Péssima, média, boa orientação) (25%, 50% e 75%)	Lamberts et al. (2014); Rheingantz (2000)
	Taxa de abertura nas fachadas Leste/oeste	(Boa, média, péssima orientação) (25%, 50% e 75%)	Lamberts et al. (2014) e Rheingantz (2000)
	Distância para cruzamentos e pontos de ônibus	(Péssima, média e boa distância) (25m, 50m e 100m)	Braunstein e Berndt, (2005); Rheingantz (2000)
Conforto Acústico	Ângulo com o entorno	(Péssimo, médio e bom ângulo para iluminação natural) (30°, 60° e 90°)	
	Afastamento entre as edificações	(Péssimo, médio e bom afastamento) (23m, 43m e 83m)	Hincu (2003)
	Taxa de abertura na fachada	(Alto, médio e baixo isolamento) (12%, 25% e 50%)	Egan (2007)

Espessura da laje	(Baixo,médioealtoisolamento) (10cm; 20cm; 40cm)	NBR 15575 (ABNT, 2013); Galvão (2012)
----------------------	--	--

Para desenvolver as funções de pertinência em relação à estimativa de custo, foram utilizadas experiências anteriores (Joaquim Carlos, Olga Bernário, Labor e Hotel São Paulo) descritas nos trabalhos de Yolle Neto (2006) e Marques de Jesus (2008). É importante frisar que as variáveis aplicadas nesses exemplos são uma forma de compreender a faixa de valores que indicará um custo alto e um custo baixo. Logo, a definição dos pontos de máxima pertinência dos conjuntos nebulosos não necessita de alta precisão.

A nota do critério alvenaria é composta pelas variáveis média das áreas secas e molhadas, relação área e perímetro e, por último, pelo pé direito, encontradas na Tabela 6. A função de pertinência da variável média das áreas secas foi detalhada no item 4.2.2.2. Aqui será detalhada a relação área/perímetro das áreas secas, depois a média das áreas molhadas e, posteriormente, a relação área/perímetro das áreas molhadas e, por fim, a definição do pé direito.

A forma do layout é compreendida através da relação área por perímetro de cada ambiente. No edifício Olga Bernário (projeto que mais construiu alvenaria, de acordo com Yolle Neto (2006)), essa relação chegou a 3,00m, o que indica ambientes extremamente largos. Já no Joaquim Carlos (projeto que menos construiu alvenaria, de acordo com Yolle Neto (2006)), essa relação ficou em torno de 0,73m. Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “custo baixo, médio e alto”. Esses pontos são respectivamente 1,0, 1,5 e 2,0.

A média das áreas molhadas no Joaquim Carlos ficou em volta de 4, mas no Olga ficou menor do que 1. Com base nesse valor, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “custo baixo, médio e alto”. Esses pontos são respectivamente 1,0, 2,5 e 4,3. Contudo, a média maior que 4,30 implica maior pertinência ao grupo “custo médio” uma vez que que esses ambientes não possuem áreas grandes, ou seja, tanto áreas muito grandes quanto como muito pequenas causam um aumento na alvenaria, como visto na Figura 24.

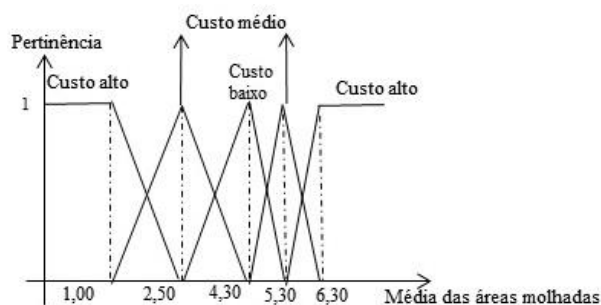


Figura 24: Função de pertinência da variável média das áreas molhadas.

Nos edifícios Olga Bernário e Labor a relação área por perímetro de cada ambiente chegou a ser menor que 0,10, o que indica ambientes extremamente estreitos, enquanto nos edifícios Joaquim Carlos e Hotel São Paulo essa relação teve o valor de 0,50. Com base nesses resultados, as edificações que têm área por perímetro dos ambientes molhados menor ou igual a 0,10 consideram-se pertinente a variável linguística “custo alto”. Contudo, essa relação sendo maior que 0,50 indica ambientes muito espaçosos, o que não condiz com o uso como habitação de interesse social. Para esses casos, há a necessidade de dividir os ambientes, aumentando, conseqüentemente, o custo com construção de alvenaria, como visto na Figura 25.

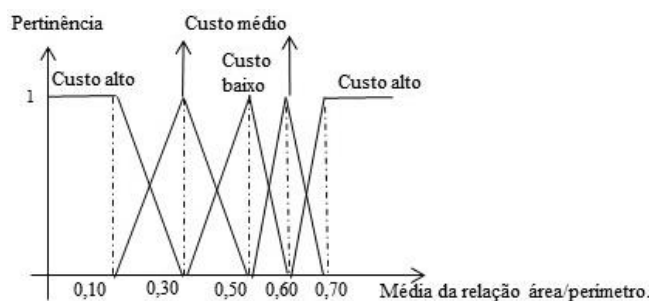


Figura 25: Função de pertinência da variável média da relação área/perímetro das áreas molhadas.

Yolle Neto (2006) ressalta que o edifício Olga Bernário teve uma quantidade maior de alvenaria que o Labor, pelo fato de ter um pé direito de 4,20m, enquanto o pé direito do edifício Labor é 2,60m. Logo, como esperado, um pé direito muito alto gerará um gasto maior com alvenaria. De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013), o pé direito adequado para habitação é de 2,50m. Com base nos exemplos e na restrição da NBR 15575 (ABNT, 2013), foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “custo baixo, custo médio e custo alto”. Esses pontos são respectivamente 2,50m, 3,00m e 3,50m.

As notas da esquadria e do piso dependem da porcentagem de cada cenário que compõe a nota 1, 2, 3, 4, 5 e 6 que existe na edificação. A nota de 1, 2 e 3 são os cenários mais onerosos, logo, quanto menor a porcentagem desses cenários existentes na edificação, mais econômico será o serviço de esquadria e piso. Então, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “custo baixo, custo médio, custo alto”. Esses pontos são respectivamente 25%, 50% e 75%.

As notas de 4, 5 e 6 são os cenários que representam o custo mais baixo para a esquadria e o piso. Dessa forma, quanto maior a porcentagem desses cenários na edificação existente, menor será o custo do serviço de esquadria e de piso. A função de pertinência “custo médio” utilizada para avaliar as notas 1,2 e 3 também será utilizada na avaliação das notas 4, 5 e 6. Entretanto, existe a modificação entre a variável linguística “custo baixo” e a variável linguística “custo alto”, já que os cenários que compõem essas notas são os que prezam pela recuperação, ou seja, uma maior quantidade indicará um menor custo.

O custo de demolição depende da quantidade de paredes e lajes demolidas. A função de pertinência “custo médio” utilizada para avaliar a alvenaria também é utilizada na avaliação da demolição. Entretanto, existe a modificação na variável linguística “custo baixo” e “custo alto” da variável média das áreas secas que invertem de lugar, já que os valores que indicam um gasto alto com alvenaria indicarão um gasto baixo de demolição. No caso dos valores referente às áreas molhadas, são utilizadas as mesmas funções da alvenaria, uma vez que áreas muito pequenas e muito grandes serão demolidas para construir esses novos espaços.

Para identificar a quantidade de laje demolida, é utilizada a relação perímetro da fachada livre por área total do pavimento utilizada para identificar o potencial de ventilação cruzada.

Yolle Neto (2006) relatou que no edifício Olga Bernário foi necessária a abertura de três primas de ventilação e o custo desse serviço foi alto devido à espessura de 44cm m de laje. No Labor e Joaquim Carlos, as espessuras das lajes variavam de 10cm a 20cm, respectivamente. Portanto, foram definidos os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas “custo baixo, médio e alto”. Esses pontos são respectivamente 10cm, 20cm e 40cm. Na Tabela 22 foram ilustradas as variáveis com os pontos de máxima pertinência das variáveis linguísticas dos critérios relacionados ao custo de execução da obra.

Tabela 22: Tabela síntese dos critérios e das variáveis referente ao custo de execução da obra.

Critérios	Variáveis	Pontos das variáveis linguísticas	Referências para calibração
Alvenaria	Média das áreas secas	(Custo baixo, médio, alto) (20m²; 30m²; 40m²)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos
	Média da relação área/perímetro das áreas secas	(Custo baixo, médio, alto) (1.0, 1.5 e 2.0)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos
	Média das áreas molhadas	(Custo alto, médio, baixo, médio, alto) (1.0, 2.50, 4.30, 5.30, 6.30)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos
	Média da relação área/perímetro das áreas molhadas	(Custo alto, médio, baixo, médio, alto) (0.10, 0.30, 0.50, 0.60, 0.70)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos
	Pé direito	(Custo baixo, médio, alto) (2,50m, 3,00m e 3,50m)	Projeto do Olga Bernário, Labor
Esquadrias	Nota 1,2,3	(Custo baixo, médio, alto) (25%, 50% e 75%)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos, Hotel São Paulo, Labor, Riskalla Jorge
	Nota 4,5,6	(Custo alto, médio, baixo) (25%, 50% e 75%)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos, Hotel São Paulo, Labor, Riskalla Jorge
	Taxa de abertura para ventilação	(Péssima, média e boa abertura) (4%, 6% e 8%)	NBR 15575 (ABNT, 2013)
Piso	Nota 1,2,3	(Custo baixo, médio, alto) (25%, 50% e 75%)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos, Hotel São Paulo, Labor
	Nota 4,5,6	(Custo alto, médio, baixo) (25%, 50% e 75%)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos, Hotel São Paulo, Labor
	Média das áreas secas	(Custo alto, médio, baixo) (20m²; 30m²; 40m²)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos
Demolição	Média da relação área/perímetro das áreas secas	(Custo alto, médio, baixo) (1.0, 1.5 e 2.0)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos
	Média das áreas molhadas (banheiros)	(Custo alto, médio, baixo) (1.0, 2.50, 4.30)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos
	Média da relação área/perímetro das áreas molhadas (banheiros)	(Custo alto, médio, baixo) (0.10, 0.30, 0.50)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos

Pé direito	(Custo baixo, médio, alto) (2,50m, 3,00m e 3,50m)	Projeto do Olga Bernário, Labor
Relação perímetro por área	(Custo alto, médio e baixo) (0.10, 0.15 e 0.20)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos, Hotel São Paulo e Labor
Espessura da laje	(Custo baixo, médio e alto) (10cm, 20cm, 44cm)	Projeto do Olga Bernário, Joaquim Carlos e Labor

Apêndice C -Transcrição dos pontos relevantes das entrevistas

1) Em relação à localização, qual seria sua ordem de preferência para conversão em HIS?

Entrevistado 1: “Colocaria em primeiro o Manuel Congo, porque tem lazer, tem comércio, tem trabalho, tem diferentes tipos de transporte (...). Logo depois, eu colocaria o Palácio do Esportes, porque é perto das barcas, ao metro da carioca e é próximo ao emprego tanto formal e informal. Colocaria em segundo principalmente por causa do transporte e do emprego, que é bem importante. E outra coisa que é muito importante para quem está na ocupação é acesso à saúde, à educação (...) porque eles vão trabalhar e os filhos precisam ficar nas escolas, estar perto de escolas que os filhos possam ir a pé é muito importante e também um hospital próximo ou um centro de saúde (...). Em terceiro lugar eu colocaria o Vito, por questão de ser uma ladeira então não é de fácil acesso e não ser no centro de comércio do Rio, fica em uma área mais próxima da rodoviária, então eles têm que andar até o ônibus, pegar o ônibus para ir para as coisas do centro, da carioca, mas ali tem bastante escola e posto de saúde.”

Entrevistado 2: “eu colocaria todos em primeiro(...) olha, todos esses lugares que você encontrou são importantes, a habitação é uma urgência (...) o que não tem podemos sugerir dentro da habitação, mas isso depende das demandas do movimento. ”

Entrevistado 3: “O Manuel Congo, o Palácio do Esportes e o Vito são bem localizados (...)Saúde, educação e transporte são os pontos mais importantes. O emprego também é muito importante, mas é mais difícil de analisar porque você não controla onde vai trabalhar. ”

Entrevistado 4: “Uma coisa que senti falta, que é um outro paralelo que a gente faz aqui em São Paulo, que é uma questão bastante importante na localização, é a

geração de emprego. Então, o que é que acontece aqui em São Paulo é que tem uma estimativa de que mais de 20% do emprego está na região central, então você faz um cruzamento bastante importante que você tem uma infraestrutura instalada, você tem toda rede de suporte de educação, saúde, transporte e tem o emprego também. Então, pensando em um ideal de cidade, aqui em São Paulo o centro é nota 10 porque você tem todas qualidades e tem o emprego também (...)eu tendo a achar que no Rio é assim. Por isso, o Manuel Congo e o Palácio dos Esportes eu deixo na primeira colocação. O Vito tem essa proximidade, olhando pela escala não é algo tão distante, eu colocaria algo em segundo. ”

Entrevistado 5: “Um elemento interessante na Vito, que a gente como pesquisador nem considerava no primeiro momento, mas famílias consideraram como muito positivo, até mais que no contexto da Manuel Congo e do Palácio do Esportes, é que o edifício da Vito está dentro de uma comunidade, do Morro do Pinto, então quer dizer que você já tem um núcleo habitacional consolidado historicamente ali. Isso, na relação dos três edifícios, faz com que a Vito seja mais passível de uso habitacional numa visão mais imediata (...). A Vito também tem acesso a supermercados próximos (...). As famílias do Manuel Congo reclamam que não tem mercados próximos (...). Dois fatores são importantes na localização, que é a possibilidade de conseguir trabalho, os três edifícios oferecem de maneira igual essa oportunidade, eo fator mercado, que é um fator que as famílias levantaram nas entrevistas (...). Um ponto negativo da Vito é que é uma pirâmide, você tem que descer e subir com as compras (...). A primeira seria a Vito mais por essa proximidade com os mercados de valores mais baixos, depois o Manuel Congo e depois o palácio dos esportes (...). Nas entrevistas, quando as famílias falam das escolas, grande parte das famílias que fazem esse relato são famílias que têm filhos abaixo dessa idade de 5 anos que vão precisar de uma dinâmica muito ágil para deixar na creche e ir para os seus trabalhos. ”

Entrevistado 6: “O Manuel está bem localizado, tem bastante acesso a infraestrutura de todos os tipos seja de serviço ou de transportes e etc... as famílias ali estariam com melhor acesso às cidades. O segundo colocado seria o Palácio dos Esportes (...), bastante acesso aos serviços, ao transporte, podendo oferecer às famílias melhores condições de vida de acesso à cidade. Passando para o próximo, já

seria o Vito (...). Apesar de não ter tanto serviço ali como nos outros dois, ele ainda sim está bem localizado, e um família que estivesse ali morando teria acesso ao transporte público de forma ampla, então através do transporte público poderia ter acesso a outros serviços que não estão tão próximo a residência (...).”

Entrevistado 7: “Eu acho que aManuel Congo é simbólica, ela está no coração da cidade, em frente à Cinelândia, conectada ao metrô. Não é à toa que é uma grande referência entre as ocupações. Acho que, se ela está aí, é a nota máxima. Pensando na escala da cidade inteira, todos que estão dentro do centro acho que são ótimas opções, mas considerando que são esses, acho que o Palácio dos Esportes é melhor que a Vito Giannotti. Em relação ao Manuel Congo e ao Palácio dos Esportes, eu acho que a inserção na cidade do Manuel é melhor, na Cinelândia, totalmente central, próximo a todos os equipamentos, próximo a todos os meios de transporte. O Palácio também está mais próximo da Presidente Vargas. A Vito já está na zona portuária e tem um acesso mais difícil (...). Acho que outro elemento importante para considerar nesse quesito da localização acho que está muito relacionado à origem das famílias que vão ocupar o edifício. ”

Entrevistado 8: “O primeiro é o Manuel Congo, depois o Palácio dos Esportes, depois o Vito. Eles estão no centro né, com certeza são melhores servidos, tem tudo ali, tem mais cidade (...). Ter outros tipos de transporte facilita muito (...). Acho que poderia considerar a proximidade com o emprego. ”

Entrevistado 9: “De acordo com o que você apresentou colocaria Manuel Congo, Palácio dos Esportes e Vito. Mas qualidade urbana é um termo subjetivo (...). Escolas e saúde são importantes, mas no Brasil o esporte é, além de lazer, um trabalho. Então é importante também está próximo de algum SESC, por exemplo. Um outro ponto importante também é conhecer onde as pessoas trabalham, porque as vezes é mais importante estar próximo da central do que do metrô. Segurança também não está muito atrelado a equipamentos de segurança tradicional, e sim à diversidade de uso, por exemplo proximidade com bares. Acho que deveria abrir o leque de equipamento. Eu moraria na Vito porque é um lugar mais tranquilo, a Manuel Congo é um furdunço. Se o projeto do porto estivesse dado certo ali, o Palácio dos Esportes estaria melhor.”

Entrevistado 10: “(...) quando a gente busca um edifício para HIS, a gente vai sempre elencar, e é até uma questão, que a própria prefeitura e a CAIXA, quando a gente vai buscar financiamento, que esse edifício esteja próximo e bem servido de educação, saúde, transporte, acesso ao emprego, comércio e serviço, segurança, porque você não vai correr o risco de traficante ocupar (...) e lazer, acho que você conseguiu trazer esses pontos (...). Dentro dos empreendimentos que você trouxe, a Manuel Congo é a melhor localização. Fica ali no centro cultural e econômico da cidade (...), mas também é difícil para os moradores estarem nesse espaço (...) a Vito está em uma área mais afastada, mas a rua tem toda uma característica de habitação (...). Também tem a questão se está próximo de serviços que a gente elencou (transporte, educação, saúde, comércio, emprego), mas tem seus problemas em relação a alguns comércios locais, por exemplo, não tem um supermercado grande que é um ponto principal de queixa dos moradores, mas acho a Vito potencial dela é em relação ao entorno (...). O tráfico já ocupou duas vezes o edifício da Vito, invés de ter o tráfico ocupando o edifício, ter moradores de bem que trabalham que tem toda uma relação com o entorno é melhor, é uma resposta positiva, diferente do que a Manuel Congo se propõe, que é de ocupar um espaço na centralidade do poder, da economia. Aí a Vito se propõe a outros tipos de relações (...). O Palácio dos Esportes, apesar de também estar na área central, fica em um lugar mais difícil para criar esse tipo de relação, até de se impor como um edifício ocupando um espaço na centralidade da economia e também criar essa relação com o entorno de pessoas morando (...). Eu vejo a Manuel como primeiro, depois vem a Vito e depois o Palácio dos Esportes. A segurança é muito importante, a segurança, quando você não tem mantido isso, não permite que você tenha acesso aos outros usos (...). O comércio é uma forma de medir a segurança. ”

Entrevistado 11: “A mobilidade urbana é fundamental (...), é justamente a questão da mobilidade urbana uma das grandes dificuldades da população de menor poder aquisitivo, porque isso é um fator que pesa muito no orçamento familiar (...) nesse aspecto, a Manuel Congo é o mais bem favorecido, vamos dizer assim. Além de ele ter toda essa infraestrutura urbana favorável em termos de transporte, tem pontos de ônibus, metrô e VLT tudo pertinho (...). Associado a isso, os equipamentos urbanos necessários: escolas, posto de saúde, que ali em frente tem uma unidade de

saúde, é tudo muito próximo. Ele é disparado o primeiro nesse *ranking*(...). O Palácio dos Esportes tem uma localização muito boa em relação a essa infraestrutura, o metrô está um pouco distante (...), o VLT passa ali em frente e permite essa conexão com outros meios de transporte, que é o próprio metrô ou barcas ou transporte rodoviário. Então, a facilidade é muito boa, eu diria também, e em termo de equipamentos urbanos não está tão distante, então colocaria o Palácio dos Esportes em segundo lugar, seguido do Vito Giannotti (...). Eu vejo o Palácio do Esportes mais bem servido (...). Estamos falando ainda de mobilidade e não estou falando só de equipamentos urbanos, estou até colocando como fator de mais importância a mobilidade (...). Porque a mobilidade até permite que você tenha acesso a esses equipamentos que não estejam tão perto assim. Então o Palácio dos Esportes, como tem o VLT ali na porta, ele tem facilidade de atingir outras áreas(...), já o Vito você vai ter que caminhar a pé por um tempo para ter acesso a essa mobilidade. Em equipamentos urbanos, o Vito é até bem beneficiado (...), em oferta de trabalho todos os três têm uma situação muito boa. ”

2) Em relação ao conforto ambiental, qual seria sua ordem de preferência para conversão em HIS?

Entrevistado 1: “Acho que a Vito teria o melhor conforto, porque ela tem uma maior ventilação cruzada em relação às outras (...). A ventilação natural é muito grande, muito mais que a Manuel, que tem duas empenas cegas, e o Palácio do Esportes, um edifício colado em empenas (...). Em segundo lugar, eu acho que colocaria Manuel porque parece ter uma ventilação melhor do que o Palácio dos Esportes, ventilação e iluminação natural (...). No Palácio dos Esportes, a fachada tombada é um problema, que você não vai poder abrir fenestraçãoes, mudar esquadria, e por ser um prédio enclausurado entre duas empenas. ”

Entrevistado 2: “As duas primeiras (Vito e Manuel Congo) têm uma nota muito elevada, já essa última (Palácio dos Esportes) não é tão propícia, você olha e já sabe que isso vai dar um trabalho gigantesco para fazer a reconversão (...).”

Entrevistado 3: “O Vito (...) tem mais possibilidade de ventilação cruzada. A ventilação cruzada é o ponto mais relevante. Depois a Manuel Congo e, por último, o Palácio dos Esportes. ”

Entrevistado 4: “De bate pronto você tem qualidade no Vitopor conta de ter muito mais janelas que você vai conseguir dá essa qualidade, as janelas já têm características com bandeira que ajuda. Mas também a fachada de trás é fachada sul, né? Então tem uma certa dificuldade de qualidade. Nos outros dois, você teria um problema de conseguir ter bons desempenhos da questão de conforto (...). Da questão de conforto eu não vou avaliar, por exemplo, uma questão de qual que seria a unidade resultante porque você não está me apresentando um projeto, basicamente. A princípio, esse VitoGiannotti teria uma possibilidade de desempenho melhor que os outros (...). Ele não é o ideal ele, vai ter problemas para atingir a qualidade, mas ele está melhor do que os outros (...). O Palácio dos Esportes é o mais difícil de você conseguir proporcionar qualidade pelo desenho, pela inserção, pelas características da construção (...). A Vito também está em uma área mais tranquila (...) isso é bastante relativo. ”

Entrevistado 5: “No Manuel, devido ao número de pavimentos, nesses apartamentos que estão lá no segundo e no terceiro andar, você tem uma situação de ventilação daqueles apartamentos voltados para o prisma mais desfavorável do que na Vito, que você tem um número de pavimentos mais reduzido. Considerando isso, acho que a Vito fica em primeiro, seguindo para o Manuel Congo (...). Em relação ao conforto e à ventilação (...), no Palácio dos Esportes você tem uma situação bastante interessante para proporcionar uma ventilação cruzada. Acho que ficaria empatado no primeiro lugar com a Vito. ”

Entrevistado 6: “No caso do Vito, ele tem condições que facilitam um pouco uma melhoria ambiental nesse edifício. O fato de ele estar em uma área de gabarito baixo, por ter mais faces possíveis de ventilar e iluminar, também a profundidade dos ambientes é menor (...). Ainda assim, me preocupa um pouco a espessura da laje, que é um pouco reduzida em relação às demais. Seria necessária uma intervenção de uma manta para garantir uma qualidade acústica entre os níveis. A questão daquele fosso, apesar de ser apenas dois pavimentos, também é um fosso

bastante reduzido, o que para o miolo do prédio não vai chegar tanta luz e ventilação, sobretudo (...). Do Manuel Congo, a preocupação principal é o baixo acesso à iluminação e ventilação, especialmente na parte central, porque são 10 pavimentos, então acaba que fica um fosso bastante profundo. Entra iluminação, mas não é sol direto (...). Como o fosso é a principal fonte de iluminação e de ventilação de algumas habitações, acaba que a acústica fica bastante prejudicada, porque escuta o barulho do primeiro ao décimo pavimento e, como está bastante na área central da cidade, tem o ruído de carro (...). O Palácio dos Esportes é um pouco parecido com a situação do Manuel Congo. Também tem a questão do ruído urbano, tem a fachada tombada que também não dá muito para intervir em termos de garantir melhorias referentes à acústica do ruído urbano. No entanto, aquela face sul pode ser utilizada para uma reforma para garantir uma melhoria de iluminação e de ventilação (...). A distância dos edifícios atrás é um ponto positivo (...) é uma região consolidada então não vai construir edificações altas.”

Entrevistado 7: “O primeiro seria o Vito, depois o Palácio dos Esportes e depois o Manuel Congo. O Vito por ser projetado para ser um hotel, um uso muito próximo do uso habitacional. Todos os quartos têm iluminação e ventilação adequada (...). Acho que o Manuel Congo é o pior, porque teve mais dificuldade de colocar mais de um quarto porque alguns quartos ficariam sem janela (...). Por ele ser assim, bem comprido, e ele ficar bem escuro em alguns pontos do meio, e por nem todos terem conseguido ser adaptados para ventilação, acho que ele é o pior por causa das proporções mesmo (...). O Palácio dos Esportes acho que ele tem uma característica muito boa (...). Mas depende de quantas unidades vão fazer aí nesse pavimento, mas acho que ele tem um potencial bem bom, já que ele tem toda essa fachada e mais aquela reentrância (...). Acho que ele acaba sendo melhor que a Manuel Congo pelas proporções mesmo. O Manuel Congo é muito comprido (...). Eu considero que depois das aberturas feitas ela teria um resultado melhor que o Manuel Congo. ”

Entrevistado 8: “O Palácio dos Esportes me parece ser o melhor, em razão da sua orientação norte e sul, por estar próximo à praia e por ser uma rua arborizada, o que ajuda em relação ao ruído. A Vito colocaria em segundo, devido a sua orientação ser leste/oeste e pela proporção do fosso em relação a área do piso. Eu fui lá e achei

muito escuro. A Manuel eu colocaria em um último porque é um lugar barulhento e pela proporção da área do piso pela fachada livre. ”

Entrevistado 9: “Em primeiro lugar fico em dúvida entre a Vito e a Manuel (...). A orientação da Vito leste e oeste não é boa (...). A fachada do fundo do Palácio dos Esportes não é uma fachada é um prisma (...). Mesmo que seja uma região consolidada, ali pode construir um edifício da altura do Palácio dos Esportes e a dimensão desse prisma vai ser pequeno em relação à altura do edifício (...). O prisma da Manuel Congo é maior. Então coloco primeiro o Vito, depois o Manuel Congo e depois o Palácio dos Esportes. ”

Entrevistado 10: “A Vito é interessante por conta desse afastamento lateral que hoje tem árvores lá, e ventila bem por conta disso. Tem vizinhos baixos do lado e principalmente no fundo, então o vento corre bem (...). O ponto pior do edifício em termos de conforto é que os corredores são muito escuros a gente não recebe luz natural em momento nenhum, então tem que ficar com a luz ligada o dia inteiro (...). O edifício da Manuel Congo (...) é muito difícil em termos de conforto, justamente porque ele é muito comprido. O prisma que tem lá é interessante para escritório, não é interessante para habitação. Por isso, eles propõem melhorar a questão dos prismas para qualidade da planta (...). Mesmo assim, a qualidade da planta não é tão boa quanto a qualidade da Vito. Por conta dessa questão da ventilação, fica um apartamento mais imbricado, mais difícil de se resolver. E aí, dentro de todos, eu acho que o Palácio dos Esportes é melhor em termos de conforto. Ele tem esses dois elevadores, que poderia um se transformar em prisma (...). Tem esse próprio prisma, que esse edifício tem, que já é interessante. Ele se vale desse prisma formado pelos vizinhos, então você não tem uma planta tão extensa como a Manuel Congo, então é mais fácil ajustar a planta por conta das fachadas mais próximas (...). Acho que o Palácio dos Esportes é melhor em termos de conforto (...). Acho que a Vito vem depois por essa possibilidade que a gente enxergou de ter ventilação natural em todos os apartamentos. Não tem nenhum ambiente com ventilação forçada, a gente conseguiu trazer ventilação e iluminação natural para os corredores (...). O conforto é difícil falar só de iluminação e ventilação depende como você vai propor o espaço. ”

Entrevistado 11: “Você falou da espessura das lajes, um conforto sonoro entre os pavimentos. É evidente que as lajes de 20cm são muito favoráveis a isso, e como esses prédios são construções de boa qualidade, eu diria o Manuel Congo e o Palácio me parece pela sua descrição. Já esse da Vito não me parece tanto. Pela minha análise superficial, isso é um fator favorável (...). O Vito me parece mais favorável em relação ao conforto sonoro, porque os outros dois estão próximos de áreas com grande circulação de veículos (...). Em termos lumínico e térmico, o Manuel Congo tem condições bastante desfavoráveis, lumínico principalmente. Nos andares inferiores, a iluminação ficou bastante prejudicada, porque esse prisma é muito insuficiente. Então essas áreas que dão para o prisma até o quinto pavimento são muito prejudicadas pela falta de iluminação e, conseqüentemente, de ventilação também não atende, são extremamente quentes. Os apartamentos que ficam nas duas frentes são favoráveis porque as janelas são bem generosas, mesmo para essas fachadas que tem ruas estreitas e cercadas de edificações altas. Então é uma área muito sombria, mas a ventilação é muito boa porque as ruas formam um canal de vento (...). O Vito tem área de fachada muito grande, esse prisma é pequeno, mas é uma edificação baixa, só tem três pavimentos, então é proporcional (...). Mesmo assim, considero um ponto desfavorável, mas permite que se faça uma adaptação desses espaços com melhor qualidade. Em último lugar, eu considero, em termos de aproveitamento de espaços, o Palácio, mesmo tendo uma fachada bem grande. Todo o pavimento dele parece enclausurado, só permite ventilação lá naquele prisma atrás nessa fachada aqui (o entrevistado apontou para as fachadas livres no fundo) e nessa fachada aqui (o entrevistado apontou para as fachadas livres no fundo). Então toda essa área aqui é uma área em que você não pode abrir vãos quando for fazer uma adaptação para fins habitacionais. Essa área aqui (o entrevistado apontou para o meio da planta) fica muito dificultada de ventilação e iluminação (...). Uma subdivisão de sala, 2 quartos, nessa área central está bem dificultada. Você só teria melhor qualidade de aproveitamento de ventilação e iluminação nesse terço frontal (...). Se você considerar que os compartimentos que você vai fazer aí, quarto e sala conjugado, uma unidade só vai ter no máximo 30m². Então fica muito dificultado esse aproveitamento, ainda sem falar em circulações. Então eu acho que esse aproveitamento aqui é mais difícil (...). Me baseei não só pela quantidade de fachada livre, mas pelas condições espaciais como um todo em

relação à própria fachada em relação às possibilidades de ventilação e iluminação direta para o exterior, incluindo até o próximo prisma. ”

3) Em relação ao custo, qual seria sua ordem de preferência para conversão em HIS?

Entrevistado 1: “Para conversão colocaria em primeiro a Vito, porque já era um hotel então já tem suítes (...). Então as unidades habitacionais só tiveram que se adequar dentro das suítes, prevendo cozinha e área de serviço, que é necessário para Minha Casa Minha Vida Entidades ser aprovado (...). Para mim, ela é a melhor para colocar habitação de qualidade. Depois colocaria o Palácio dos Esportes, que é uma planta livre e você pode fazer o que você quiser com ela (...). É mais fácil construir do zero do que reformar (...). Uma planta livre você tem menos custo de tirar e colocar de novo (...). Na Vito, são unidades suítes, então é mais fácil que remanejar, enquanto que no Manuel, que são unidades para trabalhos, escritório do INSS, que é mais difícil de comportar as instalações (cozinhas) para habitações, não tem áreas molhadas em todos os setores, isso demanda custo, porque não dá para aproveitar, e teria que fazer de novo, enquanto que no Palácio dos Esportes não tem nada, é uma planta livre, você vai projetar do zero. É mais fácil de encaixar as instalações, fazer uma prumada hidráulica, acredito que sejam menos gastos (...). Fazer do zero é mais barato do que mudar o que já está feito. ”

Entrevistado 2: “Sem dúvida, o maior custo seria desse terceiro (Palácio dos Esportes) (...). Mesmo a Vito sendo um volume muito grande e muito maciço, você tem um prisma central, você tem alguns elementos. Até o próprio Manuel Congo(...) você bate o olho e vê que existe ali uma oportunidade de uma transformação. Essa terceira é a mais problemática (...), ela vai necessitar de ventilação mecânica, gasto maior de energia (...), algumas questões de segurança (...), frente às condicionantes que a construção segue, não tenho dúvidas que o maior custo será dessa terceira. Você transformar um hotel abandonado em HIS, rapidamente você consegue fazer isso, por que mais ou menos a conformação dessa arquitetura já sugere um uso que é muito similar, do ponto de vista da solução espacial, que você pode fazer adaptar sem fazer muitos gastos de orçamento, por exemplo. (...) Quando você coloca essas questões isso é uma impressão que eu tenho por estar trabalhando junto com o

movimento, mas se alguém me perguntar me da uma fonte eu não tenho fonte disso, acho que seu trabalho tem todo esse mérito. (...) Eu não teria parâmetros para dizer que se o Manuel Congo tivesse isso seria uma prioridade.”

Entrevistado 3:“(...) o Vito é um hotel com suíte, então se aproxima de habitação de interesse social (...). O Manuel já tem um layout. Esse aqui da direita (Palácio dos Esportes) vai necessitar construir muita alvenaria, o que pode necessitar de um reforço estrutural, porque sua estrutura não foi programada para receber esse peso (...). Reforço é um problema. ”

Entrevistado 4:“(...) o hotel tem características muito próximas do uso residencial, tem várias prumadas hidráulicas próximas, os outros não tem isso. Você provavelmente vai precisar criar mais prumadas hidráulicas, o que gera um custo (...). O Palácio dos Esportes teria um custo maior. ”

Entrevistado 5: “Essa pergunta é difícil, porque vai depender do projeto (...). Existência de áreas molhadas vai ser um indicador se a obra vai ser mais econômica ou não (...). Na Vito você tinha uma série de facilidades que proporcionavam a adequação de uso. Na Manuel Congo não foi muito difícil, apesar de você ter menos pontos de chegada de água. Eu lembro que, no projeto, eles tiveram grandes dificuldades, porque tinha que fazer uma redistribuição desses pontos (...), um dos elementos de projeto complementar que foi muito complicado no Manuel Congo e nos edifícios de grande porte. Isso é bastante complicado também. São as prerrogativas do corpo de bombeiros que fazem com que a conversão tenha um custo mais elevado (...). O que faz com que as edificações de maior porte acima de 4 a 6 pavimentos tenham uma série de dificuldades, que faz com que os projetos complementares tenham um custo mais elevado, principalmente com essa relação com o corpo de bombeiros (...). Na Vito foi facilitado por conta de gabarito menos elevado (...). No caso da Vito, comparado ao Manuel Congo, a conversão é mais delicada, porque você tem uma quantidade maior de paredes para mexer, é outro parâmetro que, conversando com o técnico da Manuel Congo, a gente avaliou. Na Vito, a gente se deparou com uma surpresa em relação à estrutura do edifício, porque você tem um edifício auto cortante, a gente não acreditava que naquele edifício havia tão poucas vigas e pilares. Grande parte do edifício é sustentado pelas

paredes dos quartos, e por tijolo furado. Não é um tijolo maciço, e isso faz com que a obra de conversão seja mais dificultada, porque você tem que fazer reforço estrutural, por exemplo. Nos apartamentos próximos ao prisma, tivemos que abrir outros prismas no final dos corredores para garantir ventilação para os apartamentos que foram criados. Mas isso só pode ser garantido com reforço estrutural, você tem uma obra que acaba sendo mais cara, uma dificuldade maior por causa dessa demanda do reforço estrutural. Na Manuel Congo, eles não tiveram, até onde eu me lembro, essa demanda do reforço estrutural(...). Na Manuel, teve que construir mais parede, mas não teve que reforçar a estrutura (...). O que vai fazer com que a Manuel Congo tenha um custo mais elevado é o número de pavimentos que você tem, você tem um número maior de famílias sendo atendidas e você tem uma área maior de intervenção (...). São vários fatores, é difícil de dar essa nota particularmente, mas acho que o primeiro seria o da Vito, seguido do Manuel Congo e depois o Palácio dos Esportes(...). Isso foi devido ao sistema hidráulico, estrutural e também em relação ao número de pavimento, porque quanto maior o edifício, você vai ter uma dificuldade de conversão maior. Você tem projetos complementares, que vão ser mais complexos. Eu lembro que na Manuel Congo foi o arquiteto que fez o acompanhamento da obra e teve que fazer todo o projeto de incêndio, inclusive a instalação foi um sistema super complexo de bombeamento, que foi um trabalho heroico. Você tem uma dificuldade maior desses edifícios de grande porte. O lado positivo é que você consegue abrigar esse número grande de famílias, mas a conversão fica mais dificultada (...). Manutenção do sistema de elevador da Manuel Congo é de tirar o sono dos moradores(...). No Palácio dos Esportes vai ter que construir esses espaços. ”

Entrevistado 6: “Pelo fato de ser uma edificação mais baixa, pela alteração de prumada hidráulicas, porque, pelo trabalho que eu estudei da Fábrica Urbana, uma das questões principais será essa adequação dos diferentes níveis do pavimento, a necessidade de alterações de prumadas hidráulicas e elétrico era bastante elevada. Então, acredito que o Vito, por ser uma edificação mais baixa, é possível que tenha menos dificuldade de fazer esse tipo de adequação. Também permite uma flexibilidade maior na adequação das plantas, caso queira unidades maiores, etc. é mais fácil fazer isso em uma edificação baixa (...). Para os outros dois acho que é um pouco mais difícil (...). O Manuel Congo não apresenta tanta flexibilidade em

alterações de planta, então teria que adequar as demandas às condições dadas. Se fosse necessário criar mais banheiros não seria muito fácil, tem poucos pontos, os dois pontos laranjas, que são dois vazios que poderia passar a tubulação externa sem necessidade de quebrar laje, já estão ocupados pelos banheiros. Então, se possível, utilizaria o fosso vermelho, mas não seria tão bom porque ia reduzir a área de iluminação e ventilação de um prédio que já não tem tanto. Parece que o custo de conversão seria um ponto mais alto (...). No Palácio dos Esportes, o fato de se ter uma planta livre acredito que facilite um pouco a remodelação. É um ponto positivo dessa edificação (...). Ainda assim, qualquer alteração vai envolver quebra de laje em todos os pavimentos, então essa é a desvantagem em relação ao Vito. Mas ainda sim seria melhor que o Manuel. ”

Entrevistado 7: “A Vito vai ficar em primeiro de novo (...). Ele já está todo compartimentado e todas as unidades estão devidamente iluminadas e ventiladas. Acho que seria a que teria o menor custo, que não vai ter que fazer mais nenhuma parede interna praticamente (...). Estou em dúvida do que ficaria em segundo, porque no Palácio dos Esportes você vai ter que fazer várias aberturas e todas as divisórias, acho que depois vem a Manuel Congo e por último o Palácio dos Esportes. Porque a Manuel Congo, bem ou mal, já garante minimamente naquelas quatro grandes áreas a ventilação pelo prisma ali no meio e ventilação pelas duas fachadas. E já tem algumas divisões (...). Eu achei muito legal isso e acho que seria de grande interesse para os movimentos mesmo sabe? porque as vezes eles ocupam terrenos e edificações sem ter muita noção disso então por exemplo lá na solano trindade a gente teve um problemão porque é o seguinte eles não sabiam sobre a qualidade do solo lá e quando a gente fez uma sondagem a gente viu que era um terror então a gente está fazendo estacas de 10 metros de profundidade para fazer um prédio de dois pavimentos sabe? Então eu acho que ter essa avaliação prévia é brilhante, eu acho que é muito relevante mesmo. Eu acho que de verdade as lideranças dos movimentos podem se interessar por um trabalho assim porque muitas vezes eles escolhem os edifícios sem ter essa noção sabe? De quanto vai custar e de quanto vai demandar de trabalho deles de mutirão, de energia, de recursos daquelas famílias para poder garantir uma qualidade de habitação, eu acho que é importante sim... Esses prédios foram financiados pelo programa minha casa minha vida entidades ele tem um valor fixo de financiamento dependendo da

cidade, do estado, então se foram 56 famílias então vai receber 56 vezes um valor aproximadamente 80 mil reais e esse valor varia de cidade para cidade. Só que como valor é sempre o mesmo ele não está atrelado ao seu orçamento de requalificação do prédio certo? Então vai ser sempre o mesmo valor independente da qualidade do prédio que você tem em mãos para trabalhar. Então quanto menos trabalho você tiver, então mais qualidade você vai conseguir agregar aos seu projeto, então quanto menos custo você tiver, melhor você vai conseguir fazer as unidades.”

Entrevistado 8: “O primeiro seria o Palácio dos Esportes, porque não tem nenhuma parede interna, então é mais simples. O Manuel Congo ficaria em segundo lugar e depois o Vito. O Vito é muito subdividido e também não tem uma lógica estrutural. Fazer novo sai mais barato que demolir e construir. ”

Entrevistado 9: “A ordem para mim seria o primeiro Vito depois o Manuel Congo e, por último, o Palácio dos Esportes. Mais pela questão de ventilação e instalação, que no edifício Vito apresenta características melhores. ”

Entrevistado 10: “o ranqueamento é complicado, porque é muito subjetivo (...). Tem a ver com a idade do edifício, com as patologias estruturais que vai ter (...). É muito difícil separar o conforto do custo (...). É difícil de responder, porque o edifício da Vito é bem menor em relação aos outros dois (...). Eu sei que da Manuel Congo não foi barato (...). Dentre esses três, acho que o Manuel Congo é o mais caro. Primeiro, está na área central, toda essa questão de viabilizar demolição é complicada(...). É difícil reformar em prédios com gabarito alto (...). Ele teve muita demolição e construção também porque as paredes não eram adequadas para ocupação do edifício. Depois, acho que o Palácio dos Esportes, justamente porque não tem as divisórias, teria que bolar recursos de ventilação, e também é um edifício alto (...). Por conta da planta do Palácio dos Esportes ser mais quadrada, ser menor, não ser aquele lote comprido, eu acredito que se construam menos paredes. ”

Entrevistado 11: “A conversão mais econômica eu considero o Vito, depois Manuel Congo e, por último, o Palácio dos Esportes. Eu me baseio na possibilidade de organizações espaciais para um possível atendimento a um programa de necessidades aos moldes daquilo que te falei inicialmente, que usei como modelo a

ocupação Manuel Congo. Não sei quantas famílias tem na Vito Giannotti, mas como a gente sabe, pelo meu conhecimento, que é um espectro bem largo, como te falei, as famílias que a gente tem lá no Manuel Congo variam de um núcleo familiar composto por uma pessoa mais idosa até família mais jovem com mulheres com 5 filhos (...). Isso gera a complexidade das soluções de habitação, as possibilidades que a gente tem que ter. Então, pelo que eu vejo naquela divisão espacial da Vito, ele facilita um pouco, porque pode aproveitar os espaços, comportar famílias menores e famílias maiores juntando dois espaços. No Manuel Congo, a facilidade dele é que eram espaços bem amplos, porque eram espaços corporativos, aqui eram salas comerciais (...), aproveitou o corredor, (...) aproveitou muito essas paredes, teve um fator reaproveitamento muito bom (...). No Palácio dos Esportes, é um andar corrido pelas condições de iluminação e ventilação, acho mais difícil, evidentemente, que esse reaproveitamento em um andar corrido, pelas técnicas construtivas que temos hoje é uma facilidade. Não precisa usar blocos de alvenaria, cerâmicos, pode usar drywall, que é uma construção rápida que não tem grandes dificuldades. Fatores relacionados ao isolamento acústico, pode usar elementos de isolamento acústico (...). Você vai ter que construir todas as paredes em todos os pavimentos e as instalações sanitárias, que é a parte mais cara.”