



GESTÃO & GERENCIAMENTO

**Volume 24
Dezembro 2023**

ISSN: 2447-1291





INTEROPERABILIDADE ENTRE MODELOS BIM E PRONIC: VISTA DE ELEMENTOS VS. VISTA DE TRABALHOS

TEIXEIRA, JORGE (*,1,2); RIBEIRO, YANH (1,2); MÊDA, PEDRO (1,2); MOREIRA, JOAQUIM (1,2); SOUSA, RUI (1,2); SOUSA, HIPÓLITO (2)

(1) INSTITUTO DA CONSTRUÇÃO | PORTUGAL

(2) CONSTRUCT-GEQUALTEC - FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO | PORTUGAL

*E-mail: jalt@fe.up.pt

RESUMO

No contexto da Gestão de Informação na Construção, é essencial que essa informação esteja bem estruturada e normalizada, mas também que seja facilmente acessível pelos diversos agentes do processo construtivo. Para satisfazer as necessidades distintas desses agentes mantendo uma base informativa consistente são necessários mecanismos de interoperabilidade. Neste artigo, descreve-se uma metodologia que permite melhorar a interoperabilidade entre a plataforma ProNIC, pioneira da digitalização da Informação na Construção em Portugal, e ferramentas BIM (Building Information Modeling), através da extração de informação do modelo para simplificar e agilizar a criação do MQT (Mapa de Quantidades de Trabalhos) durante a fase de Projeto de Execução de uma obra. Este processo consiste na identificação e mapeamento de elementos do modelo BIM para artigos normalizados da estrutura de desagregação de trabalhos do ProNIC, através da análise desses elementos, respetivas propriedades, e relações com outros elementos. Como prova de conceito, foi criado um protótipo capaz de analisar elementos construtivos de Edifícios, de naturezas diversas, de modelos IFC4.3, com capacidade de extrair opções que caracterizam trabalhos de construção do ProNIC adequados.

Palavras-chave: ProNIC, interoperabilidade, BIM.

ABSTRACT

In the context of Information Management in Construction, it is essential that this information is well structured and standardized, but also that it is easily accessible by the various agents in the construction process. To satisfy the distinct needs of these agents while maintaining a consistent information base, interoperability mechanisms are necessary. This paper describes a methodology that improves the interoperability between the ProNIC platform, a pioneer in the digitization of Information in Construction in Portugal, and BIM (Building Information Modelling) tools, through the extraction of model information to simplify and speed up the creation of the BoQ (Bill of Quantities) during the Design stage. This process consists of identifying and mapping elements from the BIM model to standard items from the ProNIC WBS-CW (Work Breakdown Structure – Construction Works), through the analysis of these elements, their respective properties, and their relationships with other elements. As a proof of concept, a prototype was created capable of analyzing constructive elements of Buildings, of different nature, from IFC4.3 models, with the ability to extract parameters that characterize suitable ProNIC construction works items.

Keywords: ProNIC, interoperability, BIM.

1 INTRODUÇÃO

A utilização das metodologias BIM (Building Information Modeling) pelo sector AEC (Arquitetura, Engenharia, Construção) assenta nas promessas de produção de informação da construção com maiores qualidade e facilidade de acesso pelos diversos intervenientes ao longo do processo construtivo (AZHAR, 2011). Uma maior facilidade de acesso requer interoperabilidade entre ferramentas, que por sua vez requer a normalização na estruturação da informação.

Uma forma de fomentar a adoção de práticas BIM em Portugal, que ainda é baixa (VENÂNCIO, 2015) passa pela incorporação de ferramentas e processos já existentes, de modo a facilitar a transição e obter desde já alguns ganhos de produtividade (MÊDA et al., 2021), encorajando subsequentes alterações de cariz mais profundo e disruptivo.

A plataforma ProNIC (Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção) promove uma estruturação e normalização da informação na construção (MÊDA; SOUSA; FERREIRA, 2016), mas enquanto a metodologia BIM ainda assenta muito na informação geométrica de elementos construtivos do modelo tridimensional, o ProNIC tem como referência o MQT (Mapa de Quantidades de Trabalhos).

Estas diferentes perspetivas de elementos construtivos e de trabalhos de construção enquadram-se ambas no âmbito da norma ISO 12006-2 (ISO, 2015), que permite e encoraja diferentes tipos de classificações para o ambiente construído e seus constituintes. No entanto, para conseguir

efetivar a interoperabilidade entre sistemas assentes nestas diferentes visões é necessário mais do que a mera compatibilização dos formatos das estruturas de dados (COUTO; FALCÃO SILVA; SALVADO, 2017).

Com o objetivo de agilizar a criação do MQT de uma obra por parte da equipa de Projeto, e baseado em resultados anteriores que recomendavam desenvolvimentos futuros do ProNIC em direção à sua melhor integração com outras ferramentas BIM (PRONIC, 2021; RIBEIRO et al., 2023a, 2023b), foi desenvolvida uma metodologia que permite extrair, analisar e converter informação contida num modelo BIM, em formato IFC (Industry Foundation Class) (BUILDINGSMART, 2023a; ISO, 2018; LAAKSO; KIVINIEMI, 2012), para um MQT normalizado do ProNIC. Como prova de conceito dessa metodologia, foi também criado um protótipo de um módulo informático.

Em seguida, descreve-se informação preliminar sobre o ProNIC e sobre o formato IFC, e depois, o processo metodológico que permitiu alcançar os resultados e conclusões apresentados no final.

2 INFORMAÇÃO PRELIMINAR

2.1 ProNIC

O ProNIC – Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção (MÊDA et al., 2021; MÊDA; SOUSA; FERREIRA, 2016) – é uma plataforma para normalização de conteúdos técnicos em obras de edifícios e de estradas e para a sistematização e integração de informação durante o processo construtivo. Entre as suas funcionalidades, destacam-se a geração de mapas de quantidades de trabalhos com artigos normalizados e padronizados, geração de condições técnicas “gerais”, geração de estimativas orçamentais, e agregação de elementos de informação (peças desenhadas e/ou peças escritas) internos ou externos.

O desenvolvimento inicial do ProNIC decorreu entre 2005 e 2008, e está atualmente a ser atualizado, quer a nível dos conteúdos técnicos quer a nível da plataforma informática, enquadrado no Projeto Mobilizador REV@CONSTRUCTION (PRONIC, 2021), que visa acelerar a implementação dos princípios da Construção 4.0 em Portugal.

No ProNIC, para a elaboração de MQTs, além da seleção do artigo, é necessário fornecer informações de caracterização dos materiais, elementos, trabalhos, ou outras informações que o projetista considere relevantes. Os campos que recebem essas informações, pré-definidas ou não, são designados parâmetros do artigo, e completam o texto padronizado, formando finalmente um artigo normalizado, mas único, caracterizando devidamente as condições específicas daquele projeto.

Estes parâmetros foram detalhados e analisados em (RIBEIRO et al., 2022) e (RIBEIRO et al., 2023b), e exemplos da estrutura de capítulos do ProNIC podem ser encontrados em (GIOLLO, 2016).

2.2 IFC

Industry Foundation Classes (IFC) são uma norma aberta, ratificada internacionalmente (ISO, 2018), que se propõe a descrever digitalmente o ambiente construído num formato interoperável, que possibilite o acesso à informação por diversos intervenientes no processo construtivo através de diversas ferramentas (BUILDINGSMART, 2023a; LAAKSO; KIVINIEMI, 2012).

O modelo de dados do IFC é baseado em camadas, sendo as duas últimas (a camada de interoperabilidade e a camada do domínio de aplicação) aquelas com as quais um utilizador final é mais provável de interagir, enquanto as outras têm um carácter mais fundamental, orientado a estruturar o trabalho dos desenvolvedores (ISO, 2018).

Existem vários formatos de ficheiro para IFC, sendo o mais comum o formato STEP, baseado em texto. Este formato pode ser processado por várias ferramentas, nomeadamente a biblioteca IFCOpenShell (IFCOPENSHELL, 2023), de código aberto, gratuito.

O formato IFC define diferentes classes de blocos de informação, cuja natureza é muito variável para permitir cobrir uma grande gama de aspetos ligados ao ambiente construído, tais como geometria dos elementos construtivos, grupos de propriedades, unidades de medição, relações entre classes, tipos de classificações, planeamento de tarefas, ou tipos de análise de sistemas.

A versão atual em vigor é 4.0.2.1 (IFC4 ADD2 TC1), usualmente designada por IFC4, mas o desenvolvimento tem continuado e já existe uma nova versão 4.3.0.1 (IFC4.3 TC1) em processo de ratificação, usualmente referida como IFC4.3 (BUILDINGSMART, 2023b).

Os planos a médio e longo prazo para o futuro da norma IFC apontam para algumas alterações importantes a nível da forma como são interligados diferentes conteúdos informativos, e como outras ferramentas BIM se relacionam com o formato IFC (BUILDINGSMART, 2020).

Nomeadamente, a maturação da ferramenta IDS (Information Delivery Specification), que é uma definição de requisitos de entrega de informação em formato interpretável por computador, e do bSDD (buildingSMART Data Dictionary), que é uma biblioteca de propriedades e relações de propriedades no âmbito BIM, poderá ter impacto direto no ProNIC, ao permitir, de forma cada vez mais automática, enriquecer a informação adquirida.

2.3 Interoperabilidade entre IFC e ProNIC

A possibilidade de interoperabilidade entre modelos IFC e o ProNIC já foi abordada (FALCÃO SILVA; COUTO; SALVADO, 2021; GIOLLO, 2016; LOPES, 2017), mas apenas a um nível concetual com exemplos obtidos manualmente, sem automatização.

No entanto, essa documentação serve como um bom ponto de partida para a análise da estrutura IFC e dos desafios de conversão da vista de elementos na vista de trabalhos do ProNIC.

Salienta-se que para esta interoperabilidade ser efetiva, existe uma grande dependência da correta estruturação do modelo IFC e do seu preenchimento com informação suficiente.

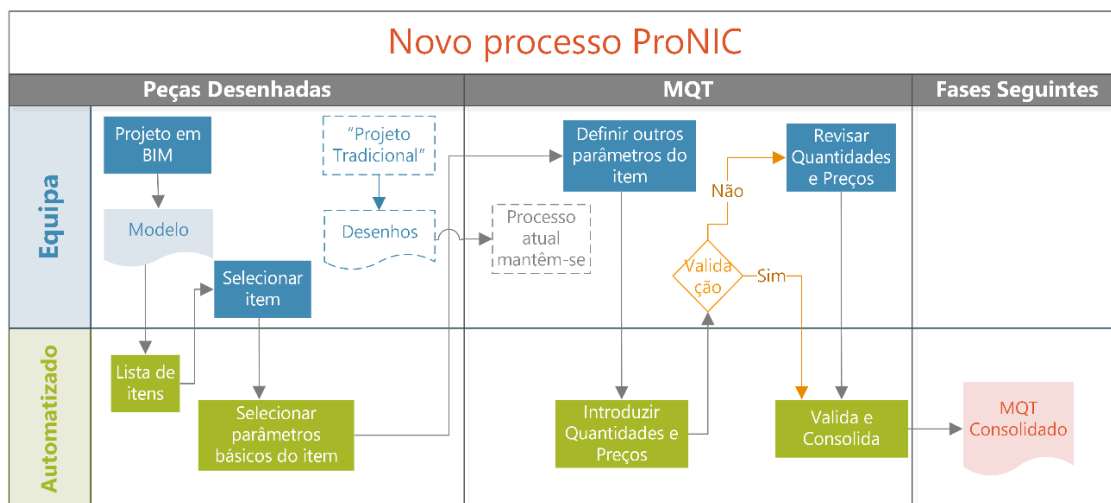
Há então um interesse renovado em acompanhar o desenvolvimento de ferramentas IDS, para que possam vir a ser utilizadas de forma a garantir que a transferência de dados do modelo IFC para o ProNIC seja eficaz e eficiente.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição do processo

Pretende-se que a informação extraída do modelo IFC origine uma lista de artigos ProNIC candidatos à inclusão no MQT, e que as opções de configuração desses artigos sejam pré-preenchidas, reduzido a tarefa da equipa de Projeto a uma validação dos artigos, e eliminando o trabalho que não agrega valor da seleção e introdução manual (Figura 1).

Figura 1 – Novo processo de criação do MQT no ProNIC (base BIM)



Fonte: RIBEIRO et al. (2023a)

O processo tradicional, menos automatizado, continua a ser necessário para os trabalhos que não são modeláveis ou estão omissos no modelo, mas quanto maior for o nível de detalhe (de informação, não necessariamente detalhe geométrico) presente no modelo, maiores serão os ganhos de eficiência.

Para operacionalizar o novo processo, ilustrado na Figura 1, é então necessário criar uma metodologia que assegure, de forma demonstrável, a interoperabilidade entre o modelo BIM e o ProNIC.

Para criar essa metodologia-resultado, foi utilizada a seguinte metodologia de investigação:

- Definição de objetivos concretos
- Levantamento de requisitos base
- Análise da informação disponível
- Prototipagem

Decidiu-se que o âmbito deve, numa fase inicial, estar restrito a elementos construtivos em Edifícios, e que sejam representativos do sistema no qual são correntemente utilizados. Para tal, devem ser selecionados elementos-alvo passíveis de serem identificados no modelo, e os correspondentes trabalhos associados no articulado ProNIC.

O resultado de aplicação da metodologia deve ser uma lista de trabalhos a propor ao projetista para validação / confirmação, com algumas das opções desses trabalhos pré-preenchidas. Presume-se que esta importação de dados do modelo seja o primeiro passo na criação do MQT, não sendo então necessário compatibilizar esses dados com eventuais artigos previamente introduzidos de forma manual.

Não foram ainda definidos critérios de avaliação de desempenho porque tal não faz sentido numa fase preliminar, mas determinou-se a implementação de um protótipo para permitir desenvolvimentos futuros.

Como requisito base, foi escolhida a utilização de IFC4 (ISO, 2018), nomeadamente a versão em desenvolvimento IFC4.3 (BUILDINGSMART, 2023b) como formato do modelo BIM. No caso em questão, a compatibilidade com formatos legados como IFC2x3 ou mesmo com o formato em vigor IFC4 é menos importante do que acompanhar os desenvolvimentos (BUILDINGSMART, 2020) que afetam a estrutura de dados do modelo, de forma a prevenir a obsolescência prematura da metodologia.

Para o desenvolvimento do protótipo, escolheu-se a biblioteca IFCOpenShell(IFCOPENSHELL, 2023), de código aberto, gratuito, e com interfaces na linguagem Python para facilitar a rápida implementação de funcionalidades, assim como na linguagem C++ para permitir uma evolução futura, com maior desempenho e escalabilidade.

Utilizaram-se vários ficheiros IFC de teste, alguns disponíveis livre e gratuitamente online (por exemplo, os indicados na documentação da IFCOpenShell (IFCOPENSHELL, 2023), e outros criados internamente. O tamanho dos modelos (e das obras subjacentes) foi limitado a pequeno-médio.

3.2 Análise

Do lado do ProNIC, a análise já efetuada no âmbito da revisão dos parâmetros dos artigos (RIBEIRO et al., 2022, 2023b) permite concluir que existem critérios de classificação que podem ser utilizados para estabelecer pontos de contacto com artigos do MQT, nomeadamente

informação sobre a natureza dos elementos construtivos e dos materiais, e sobre os tipos de informação a que se referem, tais como propriedades físicas, geometria ou identificação.

A estrutura em árvore de desagregação de trabalhos não é totalmente regular por nenhum destes critérios, pelo que não é possível efetuar um mapeamento simples com base em partições por ramos ou níveis. Dito de outra forma, não é possível, de forma direta e automática, identificar todos os trabalhos que envolvam um mesmo material, ou origem um mesmo elemento construtivo.

No entanto, a classificação e normalização dos parâmetros dos artigos permite que, de uma forma indireta, esses mesmos critérios possam ser utilizados para distinguir entre trabalhos semelhantes, como demonstrado posteriormente na Tabela 1.

Examinando a evolução do formato IFC, fica claro que existe uma tendência de crescimento do âmbito (por exemplo na extensão para os domínios da ferrovia ou instalações portuárias) das construções que podem ser modeladas, e da simplificação dos mecanismos de relacionamento da informação, que deprecia classes específicas em detrimento da utilização de classes de relacionamento normalizadas existentes. Esta evolução continua e tem impacto nos nomes e nos relacionamentos entre classes permitidos, pelo que o uso de ferramentas igualmente evoluídas é necessário.

A versão atual da biblioteca IFCOpenShell (IFCOPENSHELL, 2023) suporta as diferentes versões de IFC, e facilita a interoperabilidade com o recurso a APIs (Application Programming Interfaces) que abstraem alguma da complexidade intrínseca.

Através dessas APIs é possível filtrar classes arbitrárias e obter informações sobre materiais, decomposição espacial, ou conjuntos de propriedades. Isto sugere a criação de critérios paralelos aos utilizados na classificação de parâmetros dos artigos do ProNIC para permitir operacionalizar a desejada interoperabilidade.

Dos conceitos referidos na norma IFC, existem cinco particularmente relevantes para o trabalho em curso: os descendentes da classe *IfcElement*, que melhor representam os elementos construtivos propriamente ditos; os descendentes da classe *IfcRelationship*, que definem todas as possíveis relações entre classes; os descendentes da classe *IfcMaterialDefinition*, que estabelecem as relações específicas entre os materiais que constituem os elementos construtivos; a estrutura espacial de decomposição hierárquica da obra que agrega os descendentes da classe *IfcSpatialStructureElement*; e os modelos de grupos de propriedades (*IfcPropertySetTemplate*) que definem quais as propriedades que podem ser atribuídas a quais classes.

Dentro da classe *IfcElement*, as subclasses *IfcBuiltElement*, *IfcDistributionElement*, e *IfcFurnitureElement* representam, respetivamente, os elementos construídos mais relacionados com a

estrutura e com a arquitetura, os elementos relacionados com as instalações de distribuição (de águas, eletricidade, AVAC, etc.), e os elementos de mobiliário. Estas três subclasses são caracterizadas de forma diferente e requerem análises detalhadas diferentes para determinar pontos de ligação adequados aos critérios de classificação de artigos do ProNIC.

Um exemplo da análise para a subclasse *IfcBuiltElement*, sob a forma de *IfcRailing* (guardas, corrimões, vedações, etc.) é apresentado na Tabela 1, onde um excerto da matriz original ilustra como os critérios permitem identificar os artigos candidatos. A obtenção dos valores dos critérios a partir do modelo IFC é exemplificada na secção de Prototipagem.

Tabela 1 – Excerto de matriz de critérios de classificação de artigos ProNIC para o elemento *IfcRailing* (*IfcBuiltElement*)

Artigo	ProNIC		Critérios			
	Contexto	Nome	Material	Tipo	Localização	Elemento
13.1.1.3.3.1	Corrimãos de cantaria em pedra natural para	Escadas	Pedra natural	Corrimão	Escadas	
5.1.2.2.3	Arranjos exteriores: Vedações metálicas:	Gradeamento	Metal	Vedação	Espaços Ext.	Grade
5.1.2.2.4	Arranjos exteriores: Vedações metálicas:	Chapas diversas	Metal	Vedação	Espaços Ext.	Chapa
5.1.2.4	Arranjos exteriores:	Painéis acrílicos	Plástico	Vedação	Espaços Ext.	Painel acrílico
15.1.10.1	Serralharia:	Gradeamentos e guardas	Metal	Guarda		
15.1.10.2	Serralharia:	Corrimãos	Metal	Corrimão		

3.3 Prototipagem

Para o protótipo, optou-se pela linguagem de programação Python e pela biblioteca IFCOpenShell (IFCOPENSHELL, 2023). O programa tem como input um ficheiro IFC 4.3 (que se assume formalmente válido) e como output uma lista de sugestões de códigos de artigos ProNIC e respetivos parâmetros.

Nesta fase, apenas estão implementados os critérios para alguns elementos (no sentido de *IfcElement*), mas espera-se vir a estender a metodologia a todas as classes de elementos (construtivos) a que correspondam trabalhos no ProNIC.

Na Figura 2 ilustram-se pequenas porções do código de extração de critérios para um elemento *IfcRailing*, continuando o exemplo da Tabela 1.

Figura 2 – Exemplos de extração de informação da classe *IfcRailing*

```
el_material = ifcopenshell.util.element.get_material(el, should_skip_usage=False, should_inherit=True)
el_material_class = el_material.is_a()
match el_material_class:
    case ('IfcMaterialLayerSetUsage'):
        m_set = el_material.ForLayerSet.MaterialLayers
        m_list = [{'mat.category': m.Material.Category, 'mat.name': m.Material.Name} for m in m_set]
    case ('IfcMaterialProfileSetUsage'):
        m_set = el_material.ForProfileSet.MaterialProfiles
        m_list = [{'mat.category': m.Material.Category, 'mat.name': m.Material.Name} for m in m_set]
    case ('IfcMaterialLayerSet'):
        m_set = el_material.MaterialLayers
        m_list = [{'mat.category': m.Material.Category, 'mat.name': m.Material.Name} for m in m_set]
    case ('IfcMaterialProfileSet'):
        m_set = el_material.MaterialProfiles
        m_list = [{'mat.category': m.Material.Category, 'mat.name': m.Material.Name} for m in m_set]
    case ('IfcMaterialConstituentSet'):
        m_set = el_material.MaterialConstituents
        m_list = [{'mat.category': m.Material.Category, 'mat.name': m.Material.Name} for m in m_set]
    case ('IfcMaterial'):
        m_list = [{'mat.category': el_material.Category, 'mat.name': el_material.Name}]
    case _:
        print('Failed assertion:', el_material_class)
        exit(1)
Material = {dict(s) for s in set(frozenset(m_obj.items()) for m_obj in m_list)}

Tipo = {'type': ifcopenshell.util.element.get_type(el), 'predefined_type': ifcopenshell.util.element.get_predefined_type(el)}

el_agg = ifcopenshell.util.element.get_aggregate(el)
if el_agg:
    el_agg_class = el_agg.is_a()
    el_agg_type = ifcopenshell.util.element.get_predefined_type(el_agg)
else:
    el_agg_class = None
    el_agg_type = None
el_ext = ifcopenshell.util.element.get_pset(el, name='Pset_RailingCommon', prop='IsExternal', should_inherit=True)
Localização = {'external': el_ext, 'aggregate': el_agg_class, 'agg.type': el_agg_type}
```

Fonte: Autores

A seleção das APIs IFCOpenShell a utilizar para cada subclasse foi desenvolvida manualmente, com base nos critérios, também eles identificados manualmente. No entanto, este trabalho apenas é efetuado uma vez, e a extração e sugestão de artigos ProNIC é totalmente automática a partir dos modelos IFC.

4 RESULTADOS

Com base na análise e nos testes preliminares do protótipo, descreve-se sinteticamente a metodologia-resultado obtida:

1. Para cada elemento construtivo (tipicamente) modelado, identificar o(s) elemento(s) IFC correspondente(s) (ex.: *IfcRailing*, *IfcWall*, *IfcFurniture*, *IfcPump*).
2. Para cada elemento IFC, identificar todos os artigos ProNIC que a ele possam estar relacionados.
3. Estabelecer uma matriz (ver exemplo na Tabela 1) com a lista de critérios que diferenciam esses artigos ProNIC, notando que essas diferenças podem originar do nome (ou posição na árvore) ou dos parâmetros dos artigos. Os critérios devem ser padronizados e permitir que por cada um que seja preenchido, a lista de potenciais artigos seja (substancialmente) reduzida.
4. Complementar cada entrada nessa matriz (cada artigo ProNIC) com a lista de todos os outros parâmetros que caracterizam esse artigo, mas não foram incluídos nos critérios (cor, referência, etc.).

5. Analisar a estrutura de cada elemento IFC de modo a determinar um método de extração para cada critério / parâmetro da matriz correspondente. Se possível, padronizar esses métodos de acordo com a subclasse de *IfcElement* correspondente (ex.: *IfcBuiltElement*, *IfcDistributionElement*, *IfcFurnishingElement*) e com as diferentes enumerações normalizadas (ao invés de valores personalizados).
6. Criar um discriminador para cada elemento IFC que aplique os métodos de extração e obtenha uma (pequena) lista de artigos ProNIC candidatos.

Com exceção dos primeiros dois passos, por enquanto manuais, os outros foram implementados no protótipo para um número restrito de elementos, incluindo *IfcRailing*, cujo exemplo de resultado é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Exemplo de execução do protótipo

```
{'type': 'IfcRailing',
'GlobalId': '1tU0T8KNj3sw4NFe61Hugk',
'Name': 'Guarda-corpo:Barrotes quadrados:295395',
'ObjectType': 'Guarda-corpo:Barrotes quadrados',
'Tag': '295395',
'PredefinedType': 'GUARDRAIL'}
@ {'cont. type': 'IfcBuildingStorey', 'cont. name': '1º Andar', 'parent': 'Edifício A1'}
|
+-> Artigo(s) ProNIC:
15.1.10.1
    $1 (Tipo): {'type': None, 'predefined type': 'GUARDRAIL'}
    $2 (Material): [{'mat. name': 'Aço', 'mat. category': 'Metal'}]
    $3 (Altura): 0.9 m
    $4 (Localização): {'external': False, 'aggregate': 'IfcStair', 'agg. type': 'HALF_TURN_STAIR'}
    $7 (Elemento): None
    Qtd.: 10.488092969147 m

{'type': 'IfcRailing',
'GlobalId': '1tU0T8KNj3sw4NFe61Hugg',
'Name': 'Guarda-corpo:Barrotes quadrados:295399',
'ObjectType': 'Guarda-corpo:Barrotes quadrados',
'Tag': '295399',
'PredefinedType': 'GUARDRAIL'}
@ {'cont. type': 'IfcBuildingStorey', 'cont. name': '1º Andar', 'parent': 'Edifício A1'}
|
+-> Artigo(s) ProNIC:
15.1.10.1
    $1 (Tipo): {'type': None, 'predefined type': 'GUARDRAIL'}
    $2 (Material): [{'mat. name': 'Aço', 'mat. category': 'Metal'}]
    $3 (Altura): 0.9 m
    $4 (Localização): {'external': False, 'aggregate': 'IfcStair', 'agg. type': 'HALF_TURN_STAIR'}
    $7 (Elemento): None
    Qtd.: 4.39412402943856 m
```

Fonte: Autores

5 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Com a criação do protótipo apresentado, demonstrou-se a interoperabilidade entre modelos BIM no formato IFC e o ProNIC, possibilitando extrair informação que auxilie a equipa de Projeto a criar o MQT com recurso ao processo semi-automatizado da Figura 1.

A metodologia resultante deste trabalho pode ser aplicada a outras categorias de classes IFC, aumentando significativamente a proporção de informação do modelo que pode ser utilizada no MQT com reduzida intervenção manual.

Como trabalho futuro, salienta-se a necessidade de definir um mecanismo de IDS que assegure um nível de qualidade do modelo suficiente para maximizar a automatização do processo, e a expansão da capacidade do protótipo para mais elementos construtivos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por:

Projeto Mobilizador “REV@CONSTRUCTION - Digital Construction Revolution”, POCI-01-0247-FEDER-046123, financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (COMPETE 2020), parte da estratégia Portugal 2020.

Financiamento base - UIDB/04708/2020 do CONSTRUCT - Instituto de I&D em Estruturas e Construções – financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC).

REFERÊNCIAS

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, v. 11, n. 3, p. 241–252, jul. 2011.

BUILDINGSMART. **Technical Roadmap buildingSMART: Getting ready for the future.**, 2020. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/standards/technical-roadmap/>>

BUILDINGSMART. **Industry Foundation Classes (IFC) – An Introduction.** Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>>. Acesso em: 18 abr. 2023a.

BUILDINGSMART. **IFC Specifications Database.** Disponível em: <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>>. Acesso em: 18 abr. 2023b.

COUTO, P.; FALCÃO SILVA, M. J.; SALVADO, F. INTEROPERABILITY CHALLENGES IN BIM MODELS. **Proceedings of the 7th International Conference on Mechanics and Materials in Design**, p. 1295–1296, 11 jun. 2017.

FALCÃO SILVA, M. J.; COUTO, P.; SALVADO, F. Interoperability Between BIM Objects and ProNIC: Application to Different Building Design Specifications. Em: RODRIGUES, H. et al. (Eds.). **Sustainability and Automation in Smart Constructions.** Advances in Science, Technology & Innovation. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 81–85.

GIOLLO, R. B. **INTEROPERABILIDADE ENTRE MODELOS BIM E APLICAÇÃO PRONIC: Reabilitação de um edifício público.** Lisboa, Portugal: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 2016.

IFCOPENSHELL. **The open source IFC toolkit and geometry engine.** Disponível em: <<https://ifcopenshell.org/>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. **ISO 12006-2 : 2015 - Building construction - Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification.** , 2015.

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. **ISO 16739-1:2018 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema.** , nov. 2018.

LAAKSO, M.; KIVINIEMI, A. The IFC Standard - A Review Of History, Development, And Standardization. **ITcon**, v. 17, p. 134–161, 2012.

LOPES, J. **Interoperabilidade entre objetos BIM e a aplicação ProNIC na especialidade de Instalações Prediais.** Lisboa, Portugal: Universidade Nova de Lisboa, jun. 2017.

MÊDA, P. et al. **Legacy practices supporting BIM adoption in Portugal – Reflexions from a large Use Case.** . Em: 14TH EUROPEAN CONFERENCE ON PRODUCT & PROCESS MODELLING (ECPPM 2022). Trondheim, Norway: 14 set. 2021.

MÊDA, P.; SOUSA, H.; FERREIRA, F. Economic Relevance of Building Elements—Studies, New Framework, Evolutions and Support for Refurbishment Operations. Em: **Sustainable Construction.** Building Pathology and Rehabilitation. Singapore: Springer Singapore, 2016. v. 8p. 93–128.

PRONIC, C. **PROJETO MOBILIZADOR DIGITAL CONSTRUCTION REVOLUTION REV@CONSTRUCTION Entregável 3.1 Interfaces: Identificação e caracterização de necessidades/oportunidades de Integração/interoperabilidade.** , dez. 2021.

RIBEIRO, Y. et al. **Sistemas de informação para a Construção 4.0: Conteúdos, integração e interoperabilidade – Estudo de caso.** Atas do Congresso Construção 2022. **Anais...** Em: CONSTRUÇÃO 2022. Guimarães, Portugal: Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, dez. 2022. Disponível em: <https://civil.uminho.pt/construcao2022/files/Livros_Atas.zip>

RIBEIRO, Y. et al. **A construction information system as a lean information management enabler – Case study.** To appear in: Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31). **Anais...** Em: 31ST ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC31). Lille, France: jun. 2023a.

RIBEIRO, Y. et al. **Information Systems for Construction 4.0_ Classification of contents for integration and interoperability – case study.** To appear in: 2023 European Conference on Computing in Construction (EC3). **Anais...** Em: 2023 EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION (EC3). Heraklion, Greece: jul. 2023b.

VENÂNCIO, M. J. L. **Avaliação da implementação de BIM – Building Information Modeling em Portugal.** Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, jul. 2015.



ESTUDO DE CASO SOBRE RETROFIT EM EDIFICAÇÃO HISTÓRICA DE 100 ANOS DE IDADE (HOTEL GLÓRIA-RJ)

RAMOS, JÉSSICA;

CEC - CIA DE ENGENHARIA CIVIL, E-mail:
JESSICA@CIADEENGENHARIA.COM.BR

RESUMO

Este documento consiste na descrição resumida do estudo de caso sobre o desenvolvimento do projeto de *retrofit* estrutural do Hotel Glória (Rio de Janeiro – RJ). O estudo considera a mudança de uso e de produto originados em 2020, assim como alguns dos desafios técnicos da reforma anterior datada de 2011. O artigo tem como objetivo apresentar as principais dificuldades e soluções técnicas encontradas durante o projeto e durante a obra, de forma concisa, com base na experiência da autora e nas investigações técnicas realizadas ao longo do trabalho. Espera-se com esse trabalho colaborar para o desenvolvimento de mais projetos de retrofit a nível nacional e possivelmente internacional.

Palavras-chave: Retrofit, Estudo de caso, Hotel Glória.

ABSTRACT

This document consists of the summary description of the case study on the development of the structural retrofit project of Hotel Glória (Rio de Janeiro – RJ). The study considers the change in use and product originated in 2020, as well as some of the technical challenges of the previous reform dated 2011. The article aims to present the main difficulties and technical solutions found during the project and during the work in a concise manner, based on the author's experience and the technical investigations carried out throughout the work. This work is expected to contribute to the development of more retrofit projects at the national and possibly international level.

Keywords: Retrofit, Case Study, Hotel Gloria.

1 INTRODUÇÃO

O Hotel Glória no Rio de Janeiro é uma edificação histórica inaugurada em 15 de agosto de 1922 e situada na Rua do Russel, 632 – Rio de Janeiro - RJ. É também a primeira edificação em concreto armado da América

do Sul e o primeiro hotel 5 estrelas do Brasil. Com todo seu esplendor, foi palco de inúmeros eventos de grande importância histórica e hospedou personagens famosos da história mundial como Frank Sinatra, Albert Einstein e Marilyn Monroe, além de muitos presidentes da República.

Situado no bairro da Glória na cidade do Rio de Janeiro, o Hotel Glória é um complexo de aproximadamente 60 mil m², com uma vista espetacular do Rio de Janeiro. Além do prédio histórico de 1922, o complexo conta com outras duas edificações anexas, ambas datadas de 1960.

Figura 01- Imagem do Hotel Glória em 1922



Fonte: <https://lulacerda.ig.com.br/rio-antigo-por-rafael-bokor-os-100-anos-do-antigo-hotel-gloria/>

Em 2010 o empresário Eike Batista, fundador do grupo EBX, comprou o Hotel Glória com o objetivo de revitalizar o hotel e transformar em um dos hotéis mais luxuosos do Rio de Janeiro. Seu projeto inicial contava com uma piscina de vidro no 11º andar com vista para o Lobby no pavimento térreo, além de outros itens de luxo. Com a necessidade legal de se manter a fachada do antigo hotel preservada, foi necessário pensar em alternativas estruturais para conseguir atender as novas demandas de produto e a necessidade de adequação das normas atuais, incluindo normas de incêndio, de durabilidade e de vida útil da estrutura.

Em 2011 foi iniciada a obra do primeiro grande *retrofit* do Hotel Glória, com o objetivo de ser um grande hotel de luxo. Em 2013, o grupo EBX sofreu uma grande crise financeira, terminando com o projeto do Hotel Glória, assim como todos os outros empreendimentos do grupo. A obra do Hotel foi paralisada da forma como estava, deixando muita armadura exposta e situações de escoramentos críticos para a continuidade estrutural. Em 2020 o Grupo Opportunity comprou o hotel que até então

pertencia a outro grupo financeiro com o objetivo de transformar o hotel em um grande complexo residencial com 266 apartamentos.

O presente artigo irá descrever os desafios e as soluções técnicas adotadas pela CEC - Cia de Engenharia Civil para o projeto desse último *retrofit* estrutural e arquitetônico, que é atualmente um dos maiores *retrofits* em execução do Brasil, seja em termos de extensão quanto em termos de complexidade.

2 DESCRIÇÃO DO PROJETO E DA EDIFICAÇÃO EXISTENTE

2.1 Edificação existente e ruínas de 2013

Quando foi iniciado o projeto do último retrofit de 2020, a situação da obra e estrutura existente era bastante crítica. Muitos arranques de armadura que haviam sido deixados durante as várias etapas executivas do primeiro projeto (que também era da mesma autoria do atual) já tinham entrado em processo avançado de corrosão, com certeza associado a proximidade da edificação ao mar e com altos níveis de cloreto (resultados encontrados nas investigações estruturais realizadas).

Somado a isso, estava também de forma bastante crítica a estrutura das edificações mais recentes (datadas da década de 1960). Devido à idade de ambas as edificações, ao cobrimento baixo que era permitido nas normas antigas (ABNT NB-1/1940) e a proximidade com o mar, a estrutura já sofria com graves patologias como corrosão, infiltração e deslocamentos de concreto (Figuras 2 e 3).

Figura 02 - Imagem da obra 8 anos após a paralização



Fonte: Acervo do autor

Figura 3 - Imagem da fachada histórica degradada 8 anos após a paralização



Fonte: Acervo do autor

Devido a necessidade atual de se adequar a estrutura às normas vigentes e a vida útil mínima de 50 anos presente como referências nas normas brasileiras, esses pontos se tornaram desafios estruturais e executivos e geraram uma etapa adicional na verificação e execução da estrutura.

2.2 Aspectos legais

Além dos desafios estruturais inerentes a uma obra complexa de retrofit, existiam também os aspectos legais que não poderiam ser descumpridos. Esse artigo não tem por objetivo citar as leis e os órgãos responsáveis por essas limitações, mas faz-se necessário entender o que motivou algumas soluções estruturais utilizadas de forma não convencional.

Um aspecto legal crítico era a preservação da fachada do prédio histórico de 1922. Além da fachada ter a obrigatoriedade de ser preservada, não era permitido o uso de andaimes ou estruturas metálicas externas para travamento da edificação. Isso levou a necessidade de travar a fachada por dentro, utilizando a própria estrutura nova a ser executada.

Outro ponto legal importante era a questão do gabarito (altura) da edificação anexa ao prédio principal. Em 2010 o empresário Eike Batista responsável pela 1º grande obra de retrofit do hotel conseguiu aprovação na prefeitura sobre um aumento na altura do edifício. No entanto, para que fosse possível esse aumento a prefeitura limitou as condições de demolição da edificação existente. Em outras palavras, a edificação existente somente poderia ser demolida após executada a estrutura nova mais alta sendo que esta nova estrutura deveria estar na mesma projeção física da antiga.

Ambas as resoluções legais geraram necessidades diversas no projeto de retrofit, aumentando muito a complexidade e exigindo soluções inovadoras para garantir a viabilidade do produto.

2.3 Descrição e divisão do empreendimento atual

Para possibilitar melhor entendimento do projeto, é necessário entender a geometria do projeto, seus vários blocos e as características que os diferem.

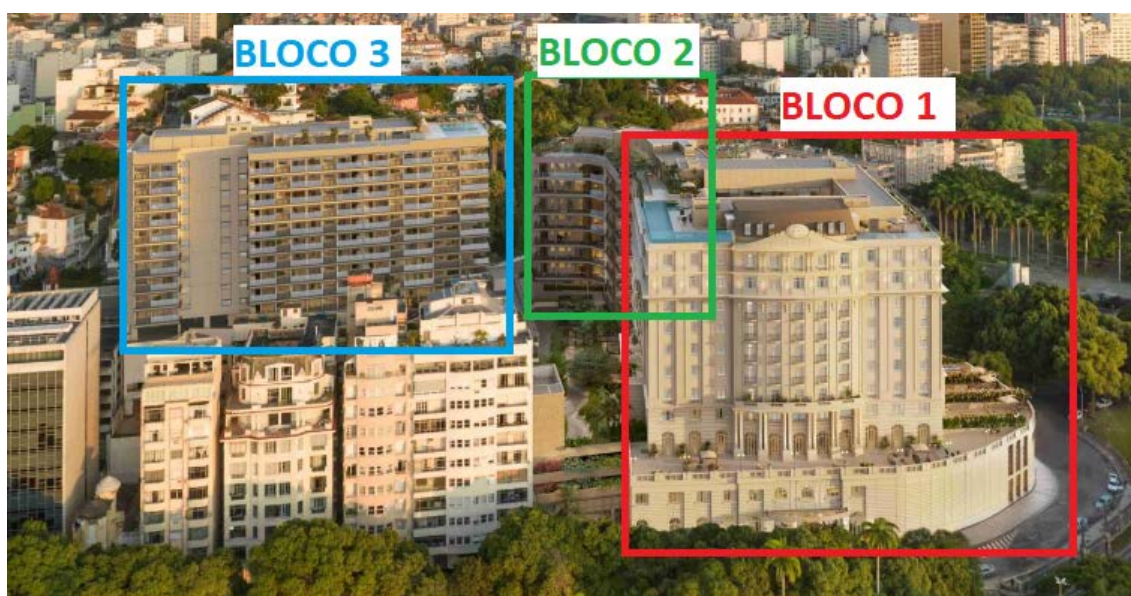
O prédio histórico de 1922 é denominado "Bloco 1". Neste bloco temos fachadas preservadas externamente e uma estrutura totalmente nova internamente.

O prédio anexo mais próximo ao principal é denominado "Bloco 2". Este bloco é datado da década de 1960 e é o bloco cuja estrutura existente será efetivamente aproveitada e reforçada para o novo uso.

O prédio também anexo ao principal, mas com altura maior e maior área construída é denominado de "Bloco 3". Este bloco será totalmente novo, no entanto, por questões legais já discutidas anteriormente, a estrutura nova deverá ser construída mantendo a estrutura existente para possibilitar a manutenção do gabarito (altura da edificação aprovada para fins de viabilidade de prefeitura).

Portanto, o *retrofit* do Hotel Glória é composto por 3 blocos com diferentes características estruturais, com necessidades legais diferentes e situações existentes com peculiaridades diferentes (Figura 4).

Figura 04 - Imagem adaptada do empreendimento indicando a localização dos 3 blocos



Fonte: <https://citearquitectura.com.br/hotel-gloria/>

3 METODOLOGIA EXECUTIVA

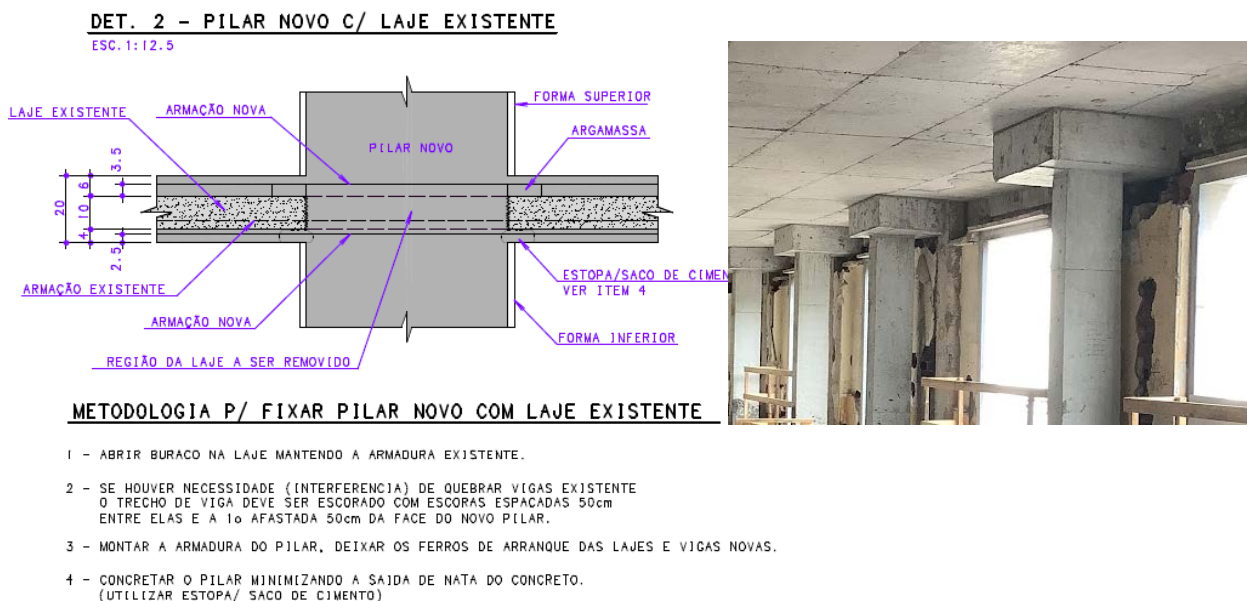
3.1 Metodologia executiva para o Bloco 1

Conforme relatado anteriormente, o Bloco 1 é o bloco onde está situado o prédio histórico de 100 anos de idade. Nesse bloco, a fachada histórica deve ser preservada, no entanto para atender aos desejos iniciais da primeira reforma de 2011 foi necessário demolir a parte interna do hotel, adequando as novas demandas de produto e arquitetura.

Para viabilizar essa demolição, a fachada histórica deveria ser travada na nova estrutura para que fosse possível estabilizá-la antes da demolição interna.

Para que isso fosse possível foram propostos pilares novos de concreto armado próximos aos pilares da fachada existente. Esses pilares foram executados de baixo para cima, atravessando a estrutura existente até chegar no último piso. Ao passo que eram executados foram deixados os arranques de interligação com a nova laje e com os pilares existentes da fachada (Figura 5).

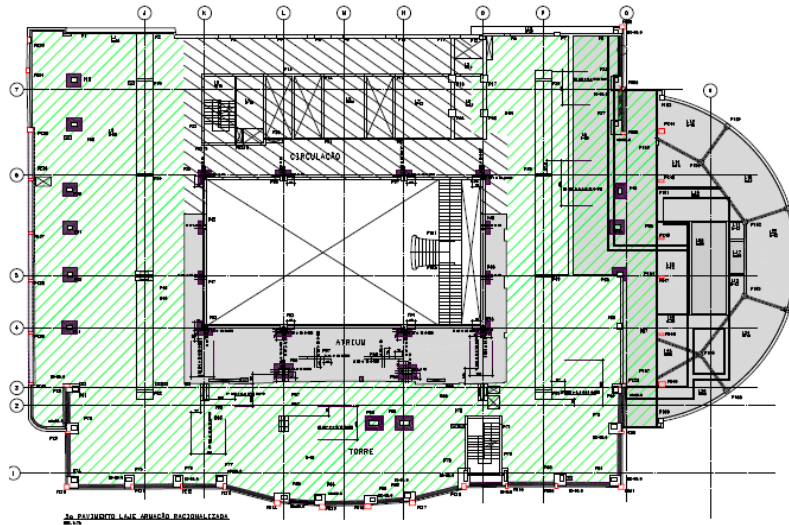
Figura 5 - Detalhe de ligação dos novos pilares com a laje existente original e do capitel de travamento da fachada.



Fonte: acervo do autor

Dentro do Bloco 1, no *retrofit* de 2011, foi necessária criar uma divisão interna para etapas de execução. O bloco foi dividido entre átrio, circulação e torre. As etapas de circulação e átrio foram executadas de baixo para cima após demolição da estrutura existente (apenas internamente sem interferir no travamento da fachada). A etapa da torre foi feita de cima para baixo, após a execução de todos os pilares próximos a fachada existente. Quando a obra chegou no 8º pavimento, ambas as etapas se encontraram (Figura 6).

Figura 6 - Planta de formas de um pavimento do Retrofit de 2011 indicando em verde a região "torre", em sombreado a região "Atrium" e em hachura azul a região "circulação".



Fonte: acervo do autor

Durante a reforma de 2011 enquanto a obra estava executando o 5º pavimento, houve a paralização por conta da crise financeira do cliente anterior. Os pavimentos abaixo a este permaneceram com a estrutura degradada de 1922 que foi mantida parcialmente escorada e em péssimo estado de conservação.

Na retomada do projeto e da obra em 2020, além das alterações necessárias por conta da mudança de produto, ainda foi necessário verificar a situação dos arranques deixados para continuidade estrutural desses pavimentos inferiores. Muitos deles já passavam por processo grave de corrosão. Devido também a questões executivas, alguns arranques ficaram em posição errada, se tornando curtos demais para um transpasse convencional entre vergalhões. Nesse caso, a solução utilizada devido a sua facilidade executiva foi o uso de luvas soldáveis (Figura 6a).

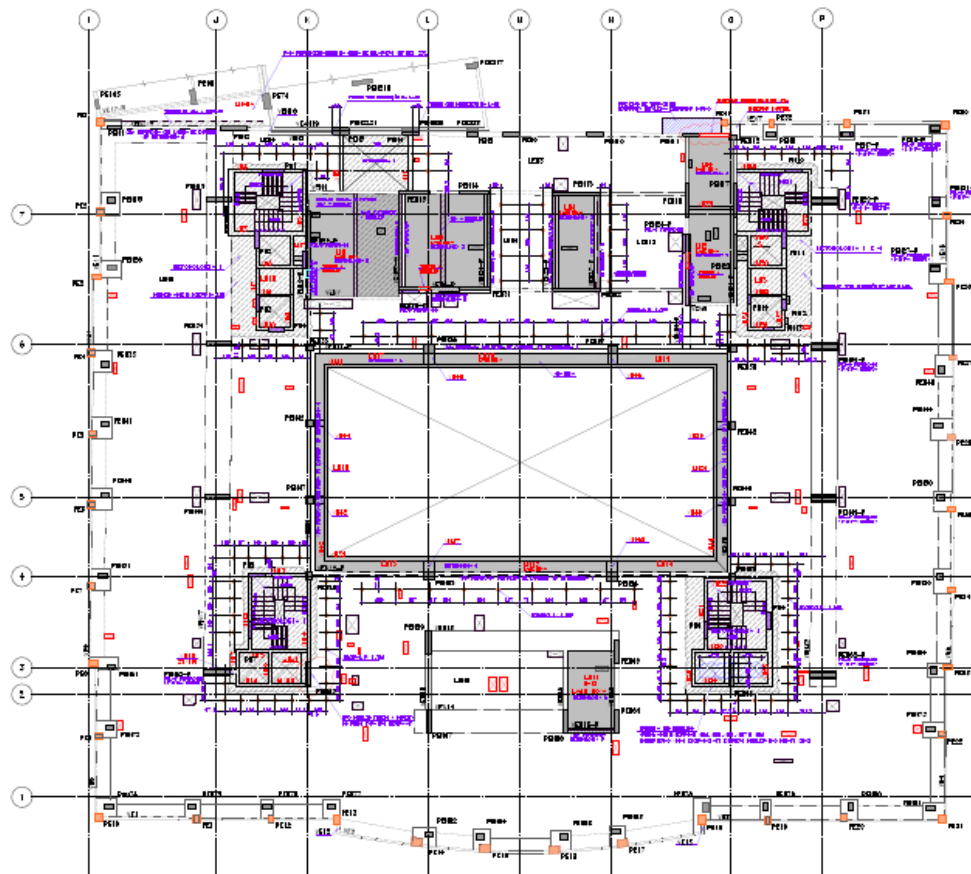
Figura 6a - Imagem de solução de aproveitamento de arranques com luva de emenda soldável.



Fonte: acervo do autor

O novo projeto segue parcialmente a metodologia executiva do *retrofit* de 2011, no entanto, por se tratar agora de uma edificação residencial, houve alteração grande na distribuição de elevadores e escadas. Essa necessidade de aberturas nas lajes gerou a necessidade de novos pilares, novas vigas e novas lajes, além do fechamento das aberturas de vãos de elevadores e escadas existentes (Figura 7).

Figura 7 - Planta de metodologia executiva de um pavimento tipo da reforma de 2020.



Em hachura estão indicadas as zonas a serem demolidas para execução dos novos pilares e vigas de elevadores e escadas novos. Em sombreado estão indicadas as lajes novas a serem executadas.

Fonte: acervo do autor

Nesse projeto houve o que se pode chamar de *“retrofit de um retrofit”*, onde foram alterados itens que já haviam sido objeto de alteração anterior.

Além da nova necessidade de escadas e elevadores, foram necessários furos em lajes e reforços estruturais por conta do aumento de carga gerado pela mudança no produto.

Atualmente no projeto deste bloco, a área de lazer da cobertura conta com duas piscinas, sendo uma aquecida, um spa, uma academia, e outras áreas de lazer com carga elevada, além da inclusão de um

reservatório de água superior e um pavimento a mais de cobertura (Figura 8).

Figura 8 - Imagem de venda do empreendimento indicando as novas piscinas e área de lazer da cobertura do Bloco



Fonte: <https://citearquitectura.com.br/hotel-gloria>

O aumento de carga gerou a necessidade de reforço em vários pilares e vigas existentes novas (2011) e algumas originais (1922), ver Figura 9.

Figura 9 - Exemplo de pilar reforçado na obra de retrofit de 2020 do Hotel Glória



Fonte: acervo do autor.



O aumento de carga também gerou a necessidade de vários reforços em fundações existentes, ver Figura 9a.

Figura 9a - Exemplo de fundação reforçada na obra de retrofit de 2020 do Hotel Glória



Fonte: acervo do autor.

Por uma questão de arquitetura, alguns pilares da fachada existente deverão ser demolidos do piso do 2º pavimento para baixo. Para conseguir viabilizar essa demolição foi necessário “grampear” a estrutura da fachada existente nos novos pilares, de forma a servirem como apoio para a fachada preservada. Após toda estrutura nova executada, reforços executados e travamentos executados será feito o corte desses pilares.

3.2 Metodologia executiva para o Bloco 2

O Bloco 2 é uma edificação da década de 1960, caracterizada por possuir um concreto de resistência de 12 Mpa aos 28 dias (comprovado através de ensaios de rompimento do concreto) considerando o “efeito Rüsçh” (RÜSCH) e aço tipo CA-25 (verificado com ensaios de tração na barra). A edificação tinha uso anterior como hotel e no projeto atual será destinada a uso residencial, com acréscimo de cargas devido ao aumento da área de lazer do 11º pavimento, acréscimo de terraços em balanço no perímetro de toda edificação e acréscimo de reservatórios de água superiores, foi necessário reforçar grande parte da estrutura.

Um dos principais desafios para este bloco foi justamente a extensão de reforços em pilares, lajes e vigas que seriam necessários para absorver tamanho aumento de carga e ao mesmo tempo garantir ao novo produto uma vida útil de mais 50 anos, conforme ABNT NBR15575/2013. A estrutura existente já estava bastante degradada, com sinais de corrosão acentuada nas armaduras e deslocamentos no concreto, além de muitos pontos de infiltração (Figura 10).

Figura 10 - Exemplo região afetada por infiltrações e corrosão avançada no Bloco 2



Fonte: acervo do autor.

Em estudo juntamente com a construtora, devido principalmente à necessidade de garantir uma vida útil de 50 anos à estrutura, foi optado pela demolição das lajes e execução de novas lajes, pois o custo para o reforço superava o custo para a demolição, com a vantagem de se garantir maior durabilidade ao produto. No entanto, essa definição seria aplicada apenas as lajes, as vigas e os pilares seriam todos reforçados para suportar os novos carregamentos (Figuras 11,12 e 12a).

Figura 11 - Imagem de reforços de pilares e vigas em andamento no Bloco 2



Fonte: acervo do autor.

Figura 12 - Planta de demolição de reconstrução do pavimento tipo do Bloco 2



As lajes sombreadas são lajes novas a serem executadas, as lajes com hachura verde são as lajes a serem demolidas em primeira etapa de execução e posteriormente reconstruídas. **Fonte:** acervo do autor.

Nesse bloco também foram necessárias aberturas nas lajes existentes para acréscimo das novas escadas e elevadores. Foi necessário criar alguns pilares novos para essas novas estruturas, assim como foi necessário reforçar o trecho de estrutura existente da reforma anterior já executada.

Figura 12a – Imagem das lajes existentes demolidas e as vigas e pilares sendo preparadas para receberem os reforços



Fonte: acervo do autor.

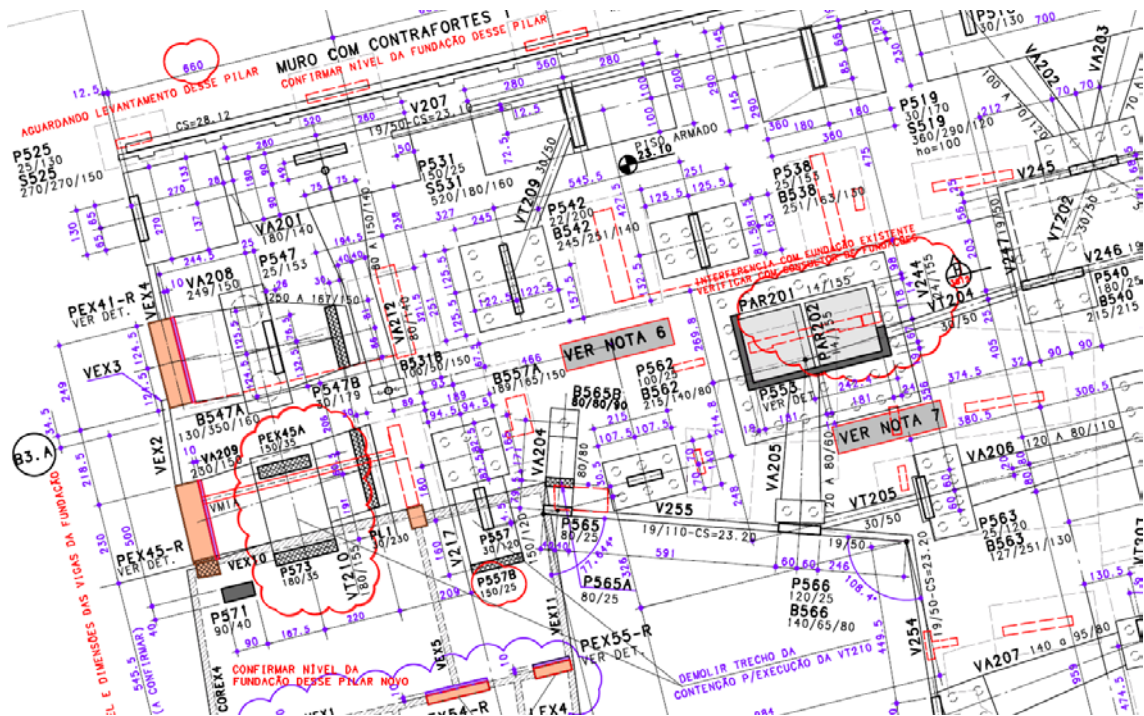
3.3 Metodologia executiva para o Bloco 3

O Bloco 3 corresponde ao trecho totalmente novo do empreendimento. O partido estrutural proposto foi em lajes planas de 20 cm de espessura, justamente para facilitar a execução em virtude da interferência com os pilares existentes que devem ser atravessados pelas novas armaduras da laje utilizando resina epóxi de alta capacidade estrutural.

Conforme já dito anteriormente, em virtude de uma restrição legal, foi necessário projetar a estrutura nova para ser executada antes da demolição da estrutura existente. Essa particularidade trouxe alguns desafios grandes de execução, principalmente no que diz respeito às interferências com fundações existentes (Figura 13).

Por uma questão de limitação de altura e de tamanho de equipamento, as fundações novas foram todas executadas em estacas tipo raiz com diâmetros que variam de 25 a 41 cm. Devido a interferência com as fundações existentes, a maioria das fundações necessitou de vigas alavancas, algumas incluindo o uso de tirantes e bloco de tração em rocha para receber o esforço.

Figura 13: Trecho retirado do projeto de forma de fundação abaixo da torre existente mostrando a complexidade das soluções



Fonte: acervo do autor.

Figura 13a: Imagem da estrutura existente já sem as lajes existentes, formando o "esqueleto"



Fonte: acervo do autor.

O bloco 3 é o bloco com maior área construída do empreendimento, são 17 andares na projeção da torre e outros 6 andares de garagem ocupando a parte interna do terreno, ligando com os outros dois blocos. O trecho existente que correspondente a reforma de 2011 foi totalmente demolido e reconstruído, pois a arquitetura exigia uma estrutura muito diferente da anterior.

Para execução da laje nova na projeção da torre existente foi necessária a demolição parcial da estrutura existente (ver Figura 13a). Essa demolição consistiu na quebra apenas das lajes mantendo as vigas e pilares existentes, garantindo assim o pórtico espacial. Em alguns pilares foi necessário acrescentar um travamento metálico para melhor estabilidade da estrutura durante a fase de demolição. Enquanto as lajes dos pavimentos superiores eram demolidas, a construtora estava executando as novas fundações. Para interligação da estrutura nova "atravessando" a estrutura existente. Após executada toda a estrutura nova até a cobertura, será possível demolir toda a estrutura existente de cima para baixo, deixando o edifício totalmente novo.

4 CONCLUSÃO

O retrofit do Hotel Glória foi um grande desafio em termos de engenharia, tanto no aspecto do projeto estrutural quanto no aspecto construtivo. No entanto, sua importância vai além da engenharia e das tecnologias aprendidas e utilizadas no projeto. A revitalização do Hotel Glória irá impactar significativamente a vida das pessoas da região, trazendo mais investimentos, comércio, urbanização e desenvolvimento para a região. Na opinião da autora, esta é a grande importância dos retrofits, dar vida a espaços degradados. Por isso, espera-se que com este trabalho seja possível contribuir com o desenvolvimento e encorajamento desse tipo

de projeto, melhorando os centros urbanos e gerando desenvolvimento para as pessoas e as regiões afetadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:** Forças devidas ao vento em edificações. 1988. 66p.

_____. **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. 2014. 238p.

_____. **NBR 15200:** Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. 2012. 48p.

_____. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. 2013. 98p.

_____. **NB1:** Cálculo e execução de obras de concreto armado, Cargas móveis em pontes rodoviárias, Barras de aço torcidas a frio para concreto armado, 1940. 29p

RÜSCH, Hubert. Researches toward a general flexural theory for structural concrete. **Journal of the American Concrete Institute**, nº 57-1, July, 1960. 28p.

RAMOS, V.; RAMOS, J. *Retrofit Escola Avenues*. **Revista Estrutura ABECE**, São Paulo: Edição 08, pg.37-41, out. 2019.

HELENE, Paulo; PACHECO, Jéssika; MIRANDA, Dyetry; COUTO, Douglas. **Retrofit da Estrutura de Concreto Armado de um Edifício em São Paulo com mais de 50 anos de Idade**. Trabalho apresentado ao CONPAT 2015.

DEVECCHI, A.M. **Reformar não é construir:** A reabilitação de edifícios verticais – novas formas de morar em São Paulo no século XXI. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2014. 338p.



AVALIAÇÃO DOS DANOS NO MUSEU INTEGRADO DE RORAIMA

OLIVEIRA, DANIEL LUIZ (1); SILVOSO, MARCOS MARTINEZ (2)

(1) Instituição, E-mail: danielluiz.oliveira@fau.ufrj.br

(2) Instituição, E-mail: silvoso@fau.ufrj.br

RESUMO

O Museu Integrado de Roraima – MIRR é uma edificação pública localizada no estado de Roraima, ao qual se encontra em estado de abandono desde 2016. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi registrar os danos presentes na edificação do MIRR, utilizando-se o processo BIM na avaliação do estado de conservação do bem edificado. Para isso foram realizadas avaliações das manifestações patológicas a partir dos aspectos visuais dos elementos construtivos, auxiliado pelo registro fotográfico com técnicas de fotogrametria e posterior aplicação do Método de avaliação de necessidades de reabilitação de edifícios (MANR). Dessa forma, observou-se que no estado atual de deterioração do MIRR se identificam 10 manifestações patológicas que cominam na necessidade de reabilitação em nível profundo, principalmente nos elementos estruturais. Sem a expectativa de reativação do MIRR, a tendência é a aceleração da degradação da edificação, restando apenas registros fotográficos e relatos históricos do que um dia foi esse museu. Dessa forma, esse trabalho, além de catalogar os danos e avaliar o estado de conservação do edifício, teve como resultado a aplicação do HBIM como parte de estratégias possíveis no resgate da identidade arquitetônica produzida em Roraima.

Palavras-chave: Deterioração, Reabilitação, BIM.

ABSTRACT

The Integrated Museum of Roraima - MIRR is a public building located in Roraima, which has been in a state of abandonment since 2016. Therefore, the objective of this work was to trace the damages present on MIRR, using BIM in assessing the state of conservation of the built property. For this, estimates of the pathological manifestations were carried out from the visual aspects of the constructive elements, aided by photographic recording with photogrammetry techniques and subsequent application of the Method of Assessment of Building Rehabilitation Needs (MANR). Thus, it is observed that deterioration of MIRR were registered about 10 pathological manifestations that lead to the need for rehabilitation at a deep level, mainly in the structural elements. With no expectation of reactivating or intervention the MIRR tends to increase its degradation, leaving only photographic records and historical accounts of what this museum once was. Thus, this work, in addition to cataloging the damage and assessing the state of conservation of the building, resulted in the application of HBIM as part of possible strategies to rescue the architectural identity produced in Roraima.

Keywords: Deterioration, Rehabilitation, BIM.

1 INTRODUÇÃO

O processo de degradação de edificações é um processo natural e ocorre ao longo do tempo, seja por falhas de projeto, de execução, de materiais indevidamente utilizados, uso e operação, ou por causas ambientais.

Segundo Harris (2001), a degradação do edifício começa imediatamente após a sua conclusão, atuando inicialmente de forma invisível sobre os materiais, ao qual há a aparente ausência de danos, posteriormente, o processo de deterioração acelera, tornando visíveis os danos, culminando em falha do edifício e seu abandono.

A degradação dos edifícios e o conseqüente aparecimento de anomalias, leva à necessidade de intervenções de manutenção, reparação e reabilitação, tendo gerado há já alguns anos a preocupação em se otimizar o ciclo de vida das edificações (HARRIS, 2001; RODRIGUES, 2008).

Para a correta identificação das anomalias e indicação das intervenções necessárias, é de fundamental importância a avaliação do estado de conservação de edifício (OLIVEIRA, 2013), de modo a se evitar o abandono de edificações, em especial obras públicas.

Com o grande volume de informações, os processos de intervenções podem se tornar complexos, caso não se tenha uma metodologia bem definida. Nesse sentido o processo BIM (Modelagem da Informação da Construção, em inglês) se mostra cada vez mais presente em projetos de novos edifícios, havendo ainda lacunas de sua aplicabilidade na gestão de edifícios históricos. Pensando nessa problemática, Murphy *et al.* (2009) definiu HBIM (*Historic/Heritage Building Information Modeling*), como a técnica BIM que visa a documentação, operação e conservação de edifícios históricos.

O produto final HBIM é um modelo geométrico 3D completo, incluindo não apenas detalhes do objeto como materiais e métodos construtivos, mas também informações de possíveis deformações e alterações que o edifício possa sofrer ao longo do tempo (MURPHY *et al.*, 2009; TOLENTINO, 2018).

Em Boa Vista, capital do Estado de Roraima, no Brasil, o abandono de edificações públicas é recorrente, em especial destaque ao Museu Integrado de Roraima - MIRR, cujo edifício se encontra fechado desde 2012 e, em seu estado atual de abandono, o museu não apenas deixou de cumprir seu papel junto à efetivação dos direitos culturais, como tem sido alvo de um processo de apagamento: é mais fácil consumir o processo de destruição que já está em curso do que pensar em alternativas para recuperar o edifício (FINARI, *et al.*, 2022).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi registrar os danos presentes na edificação do Museu Integrado de Roraima - MIRR, utilizando-se o processo BIM para a construção de mapa de danos e posterior avaliação do estado de conservação do bem edificado.

2 AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

A caracterização do estado de conservação/degradação de uma edificação tem como finalidade o suporte na tomada de decisões sobre o tipo e profundidade de operações necessárias na manutenção, restauração ou reabilitação do bem edificado (RODRIGUES, 2008).

A avaliação do estado de conservação de um edifício é tarefa tecnicamente complexa, exige conhecimento, equipamento e tempo. Normalmente, o diagnóstico das causas das anomalias não é investigado em profundidade, realiza-se pela identificação de sinais ou indicadores de sintomas de degradação ou de anomalia (VILHENA, 2012 apud. OLIVEIRA, 2013).

Desse modo, de acordo com Oliveira (2013), os métodos de avaliação do estado de conservação de um edifício constituem medida de incentivo ao cumprimento do dever de conservação, ao estimar as anomalias existentes e buscar a recuperação das edificações.

Esses métodos buscam cumprir em sua metodologia, objetivos como, a coleta de informação sobre os processos construtivos e materiais utilizados, a identificação de tipologias e funcionalidades dos espaços, a identificação e registro das principais anomalias, a verificação da existência de situações de risco imediato e avaliação quantificada do estado de conservação.

Diversos métodos de avaliação do estado de conservação têm sido desenvolvidos ao longo das últimas décadas, mas como aponta Oliveira (2013), maior parte desses tem especificidades quanto ao uso da edificação, o que torna difícil a generalização e sua aplicação, assim como alguns métodos demandam experiência do técnico que conduz a avaliação, resultando em subjetividades nos resultados.

Dentre os métodos, destaca-se aqui neste trabalho o Método de avaliação de necessidades de reabilitação de edifícios (MANR), desenvolvido em Portugal, em 2007, pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

O MANR é um modelo multicritério, e estabelece um conjunto de procedimentos para determinar as necessidades de reabilitação de um edifício no seu todo, de modo a dotá-lo de condições mínimas de habitabilidade (PEDRO, 2011).

A avaliação de cada edifício se baseia na inspeção visual das anomalias existentes no edifício e na forma como este se encontra implantado no tecido urbano, onde são considerados separadamente os elementos funcionais que constituem a *estrutura*, *cobertura* e *elementos salientes*.

A avaliação de cada elemento funcional inclui três fatores, verificados sequencialmente: *gravidade*, *extensão* e *complexidade*. Sempre que o elemento funcional em análise exista no edifício ou na unidade, a gravidade da anomalia é classificada na escala: *sem significado*, *ligeiras*, *médias* ou *graves*.

Se a gravidade da anomalia for *ligeira*, *média* ou *grave*, é indicada a extensão e a complexidade da intervenção necessária para reparar essa anomalia. A extensão da intervenção é classificada na seguinte escala: *localizada*, *média*, *extensa* ou *total*. A complexidade é classificada na seguinte escala: *simples*, *média* ou *difícil* (PEDRO, 2011).

Conforme Pedro (2011), o resultado da avaliação do edifício é expresso pelo Nível de necessidade de reabilitação. Este conceito traduz a relação entre as obras de reabilitação que é necessário realizar para, mantendo o tipo e a capacidade de uso dos espaços, corrigir as anomalias e as obras de construção de um edifício novo com capacidade de uso idêntica. O nível de reabilitação pode ser utilizado para determinar a viabilidade de reabilitação e manutenção dos edifícios.

3 MUSEU INTEGRADO DE RORAIMA

Construído em 1983, o edifício do Museu Integrado de Roraima - MIRR faz parte do Complexo do Parque Anauá, projeto do arquiteto Otacílio Teixeira Lima Neto (LIMA NETO, 1989) e está localizado na cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima, que se encontra na região Norte do Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Localização do Museu Integrado de Roraima



Fonte: Autor, 2023

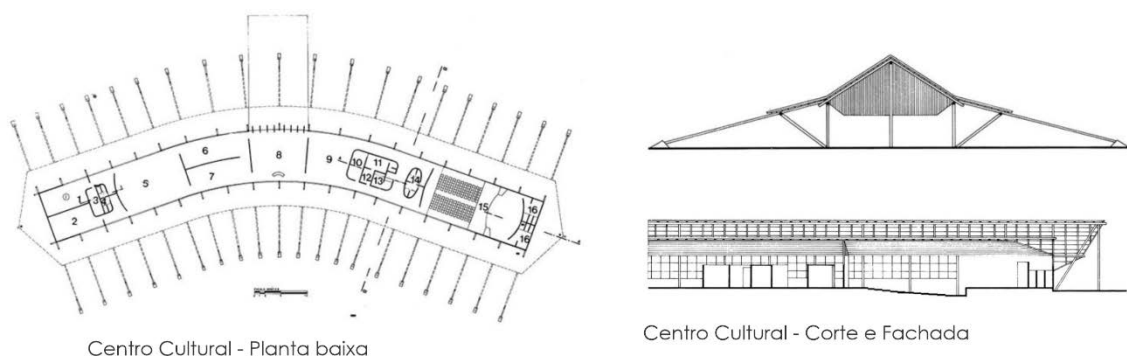
Na proposta do complexo do Parque Anauá, através do Primeiro Concurso Público de Anteprojeto nº 01/80, o MIRR estava previsto como inicialmente como centro cultural, uma edificação com 750 m² (Figura 2), projetada, segundo Lima Neto (1989), na tentativa de ser um mostruário

da força e imponência da madeira, através da escolha da espécie acariquara (*Minquartia guianensis*) como principal elemento estrutural e plástico do edifício.

Segundo ainda o autor do projeto, a escolha desta espécie se deu pelas características ditas no conhecimento popular cuja madeira não apodrece, aqui entendido pela menor deterioração abiótica, tampouco é atacada por cupins (insetos xilófagos), pois, segundo ele, os cupins fazem ninho em seu tronco e comem de outro lugar. Dessa forma, o projeto foi pautado na estratégia de se utilizar materiais disponíveis no local e de baixa manutenção.

Conforme Nascimento e Da Paz (2018), é possível identificar diálogo formal da edificação com as malocas, assim do uso inteligente dos materiais naturais, como madeiras e palha, e do concreto, sempre que necessário. De acordo com Lima Neto (1989), a predominância desses materiais se deu pela ausência de “bons materiais de construção” na cidade de Boa Vista, sendo necessário, por exemplo, montar no local da obra uma fábrica de ladrilho hidráulico para o revestimento dos passeios, praças, quadras de esportes e edifícios do Parque Anauá.

Figura 2 – Centro Cultural do Parque Anauá



Fonte: Lima Neto (1989)

Nascimento e Da Paz (2018) destacam ainda que o projeto inicial, oriundo do concurso, vem sofrendo ao longo dos anos alterações. Em relação aos edifícios com uso de madeira, poucos se mantêm e, mesmo os elementos produzidos em concreto armado, já sofreram alterações. Atualmente, todo o Parque carece de manutenção, sendo perceptível a deterioração com o decorrer do tempo, o que favorece, em contrapartida, propostas de renovação e intervenções que não dialogam com o projeto original vencedor do concurso.

A edificação projetada para ser o centro cultural do Parque Anauá passou a abrigar o Museu Integrado de Roraima (MIRR) no governo de Arídio Martins de Magalhães, através do Decreto nº 026 de 25 de junho de 1984, inicialmente vinculado ao Departamento de Assuntos Culturais da Secretaria de Educação, Cultura e Desporto (FINARI, et al., 2022).

A partir de 1989, o MIRR passou a funcionar como Departamento da Secretaria de Educação e Cultura do Estado. Em 2003, o museu foi vinculado à Diretoria de Pesquisas e Estudos Amazônicos da Fundação de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia do Estado de Roraima (FEMACT), em 2009 passou a ser mantido pelo Instituto de Amparo a Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Roraima (IACTI-RR) e em 2022, com a extinção do IACTI-RR, a gestão do MIRR passa para a Secretaria de Estado da Cultura e Turismo – SECULT.

Apesar da mudança atual na gestão do MIRR, a edificação se encontra desativada desde 2016 e seu acervo guardado em diversos edifícios públicos, deixando-o assim sem qualquer tipo de uso e em franco processo de abandono e descaso, o que, segundo Finari, et al. (2022), caracteriza a clara violação aos direitos culturais da sociedade roraimense.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos do trabalho, foram utilizados os dados reverentes ao projeto do MIRR, presentes em Lima Neto (1989). Dessa forma, foi possível realizar a modelagem do edifício em por meio do software Autodesk Revit® 2023, versão estudantil.

Durante o mês de março de 2023 foram realizadas visitas ao local para coletar informações sobre os danos na edificação. Primeiramente foi realizada série fotográfica do invólucro do edifício, de modo a adotar a técnica de fotogrametria, com a ortoretificação das imagens por meio do software Agisoft Metashape Professional, versão 2.0.1. Pois, com as ortofotos (Figura 3), foi possível mensurar e representar os danos no modelo 3d.

Figura 3 – Modelo de ortofotos das fachadas do MIRR, 2023



Fonte: Autor, 2023

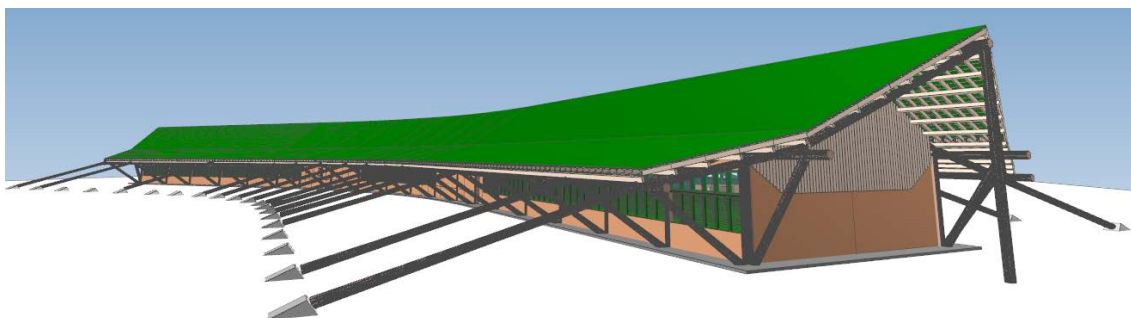
A identificação das manifestações patológicas na edificação se deu apenas por meio de inspeção visual, não cabendo neste trabalho avaliações criteriosas meio da análise das incidências de anomalias e o grau de gravidade das mesmas. Como resultado da inspeção visual in loco combinado com as ortofotos, gerou-se um primeiro mapa de danos da edificação, contendo as informações da classificação da manifestação patológica, localização e área de incidência.

Para avaliar o estado de conservação do MIRR, foi adotado o Método de Avaliação das Necessidade de Reabilitação – MANR, desenvolvido

em Portugal, pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, conforme apresentado por Pedro (2011), ao qual foi adaptado a realidade do MIRR, uma vez que o referido método foi desenvolvido para a avaliação de edificações habitacionais de gênese ilegal.

Por fim, as informações obtidas na avaliação dos danos e do estado de conservação do MIRR foram inseridas no modelo BIM desenvolvido conforme o projeto arquitetônico original, de autoria do arquiteto Otacílio Teixeira Lima Neto (Figura 4), de modo a subsidiar graficamente na tomada de decisões sobre o estado de degradação atual do objeto de estudo deste trabalho.

Figura 4 – Modelagem do Museu Integrado de Roraima



Fonte: Autor,2023

Para aplicar os conceitos de HBIM trazidos por Murphy et al. (2009) a este modelo da Figura 4, inseriu-se as informações sobre a deterioração e transformações sofridas pela edificação, conforme os dados sobre os danos observado in loco e da aplicação do método MANR.

Considerando a complexidade na forma dos danos presentes na edificação, o mapeamento dos danos foi registrado no Revit por meio da utilização de modelos genéricos de massas, concluindo com a geração da documentação necessária e dos quantitativos para composição do relatório dos danos e para determinação do estado de conservação e das diretrizes de intervenção, conforme propõe Lima et al. (2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme visitas realizadas no local foi possível averiguar, de forma visual, que o MIRR se encontra em processo de degradação ao qual as intervenções devem ocorrer em nível estrutural e estéticos. As imagens apresentadas na figura 5, expressam o abandono da edificação que traz traços de danos de causa antrópica, biótica e abiótica, devendo todos serem considerados em uma possível proposta de intervenção do bem.

Figura 5 – Museu Integrado de Roraima



Fonte: Autor, 2023

Neste levantamento dos danos, sem nesse momento associá-los as respectivas causas, foi possível classificar as patologias de maior frequência visual em 10 grupos, tanto nos elementos em madeira, quanto nos elementos de alvenaria, concreto e aço, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais manifestações patológicas identificadas no MIRR

Patologia	Superfície de ocorrência
Alteração cromática	Vigas de madeira Bases de concreto Paredes de alvenaria
Ataque de insetos xilófagos	Elementos estruturais de madeira Esquadrias de madeira
Bolor	Esquadrias de madeira
Corrosão metálica	Todos os elementos metálicos de ligação das peças de madeira
Descascamento ou esfoliação	Pintura em verniz sobre as paredes de blocos cerâmicos aparentes
Fissuras, trincas e rachaduras	Visíveis nos pilares de madeira serrada e elementos de concreto
Perda de seção	Vigas de madeira que não estão protegidas da ação do intemperismo
Problemas estruturais	Ausências pontuais de elementos estruturais
Vandalismo	Esquadrias de madeira Paredes externas e internas
Interferências de elementos não pertencentes à construção original	Paredes externas

Conforme Murphy et al. (2009), o HBIM permite, além da parametrização da modelagem da edificação, a possibilidade de se registrar informações sobre a deterioração e transformações sofridas pela edificação. Nesse sentido, o intuito da modelagem do MIRR é de se registrar as informações dos danos aqui levantados e, para isso, além das informações constantes no quadro 1, determinou-se a extensão de cada dano a partir das ortofotos das quatro fachadas do edifício, resultando em um modelo conforme apresentado na figura 6.

Figura 6 – Danos inseridos no modelo virtual do MIRR



Fonte: Autor,2023

Considerando que o material de construção predominante é a madeira, pois é utilizado tanto como elemento estrutural, quanto identidade plástica, na figura 7 são apresentados exemplos dos danos identificados nesse material.

Figura 7 – Manifestação patológicas sobre os elementos de madeira



A - Perda de material por ataque de insetos xilófagos; **B** - Perda de seção da tora de *Minquartia guianensis* por ações ambientais; **C** - Presença de fungos nas janelas; **D** - Pichação sobre parede interna de madeira.

Fonte: Autor,2023

Destaca-se aqui que, pelo fato da madeira ser um material biológico e que pela sua característica higroscópica, o que permite a troca de umidade com o ambiente, a mesma pode ser tida como um material de baixa durabilidade, no entanto, este material é capaz de durar, sem a

contribuição de compostos preservativos aplicados artificialmente, à atuação de agentes deteriorantes do meio, sem eles bióticos (fungos, bactérias, insetos) e abióticos (temperatura, umidade, luminosidade, ácidos e bases). Essa característica é denominada de resistência natural da madeira e está ligada a fatores intrínsecos desse material, como densidade, constituintes minerais e principalmente teor e tipos de extrativos (PAES et al., 2015)

Dessa forma, vale ressaltar o que Harris (2001) destaca como o “mito do material novo”, em que o uso de um novo material não implica em melhor qualidade que um material antecessor, pois novos materiais também deterioram, com a diferença que se tem poucos estudos, quando comparado com um material mais antigo.

Sendo assim, Harris (2001) salienta que mesmo a deterioração de um material ser um processo natural, o a velocidade desse processo pode ser reduzida com a aplicação diferentes metodologias de intervenção, tais como a mitigação dos danos e a reconstituição ou substituição de um material ou elemento deteriorado.

Para que sejam tomadas decisões sobre quais intervenções podem ser propostas para a reabilitação ou conservação de uma edificação, os métodos de avaliação do estado de conservação podem ser um dos eixos norteadores. Dessa forma, os resultados obtidos com a aplicação do MANR, pode-se são apresentados no Quadro 2.

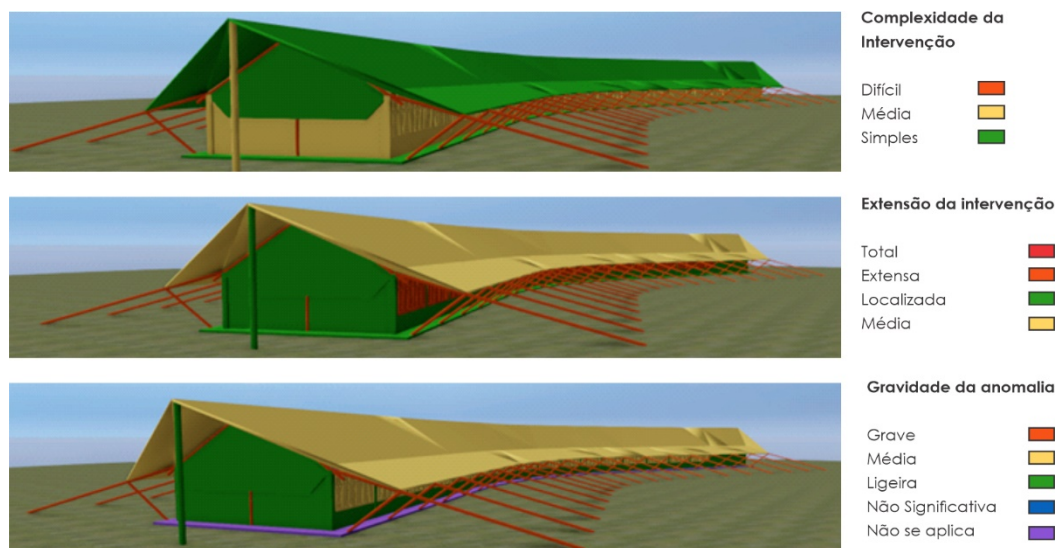
Quadro 2 – Critério de avaliação da gravidade, extensão e complexidade da intervenção de reabilitação do MIRR em 2023

Elementos funcionais	Gravidade das anomalias	Extensão da intervenção	Complexidade da intervenção
Estrutura e Cobertura			
Estrutura	Grave	Extensa	Difícil
Cobertura	média	Média	Simple
Elementos externos e internos			
Paredes externas	Não significativa	Localizada	Simple
Paredes internas	Não significativa	Localizada	Simple
Revestimentos internos	Não significativa	Localizada	Simple
Esquadrias externas	média	Ligeira	Simple
Esquadrias internas	Não significativa	Localizada	Simple
Revestimentos de piso internos	Não significativa	Localizada	Simple
Tetos	média	Total	Simple

Da mesma forma, essas informações também foram inseridas no modelo BIM do museu e, por meio de ferramenta de filtros, é possível obter o panorama global das informações dos Critério de avaliação da

gravidade, extensão e complexidade da intervenção de reabilitação do MIRR no ano de 2023, conforme destacado na Figura 8.

Figura 8 – Filtros do modelo BIM, destacando os resultados do MANR



Fonte: Autor, 2023

Com dos resultados obtidos na aplicação do MANR, observou-se que o grupo compreendido pela estrutura e cobertura apresenta maior valor necessidade de reabilitação ao se obter o índice de 77 que representa a reabilitação profunda, ao passo que o grupo composto por elementos externos e internos de vedação e piso apresentou o índice de necessidade de reabilitação equivalente a 15, o que de acordo com Pedro (2011), representa reabilitação ligeira.

Dessa forma, no MANR, a reabilitação ligeira compreende a execução de reparações em revestimentos; pequenas reparações em instalações; reparações localizadas e de reduzida complexidade em elementos primários e/ou secundários. Ao passo que a reabilitação profunda compreende a reparação, substituição ou reforço de elementos construtivos primários e/ou secundários.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos sobre o estado de conservação do Museu Integrado de Roraima é possível afirmar que futuras tomadas de decisão sobre possíveis reabilitação, que respeitem a proposta arquitetônica original, devem ser criteriosas quanto as técnicas de reparo dos danos estruturais e de cobertura, pois representam mais de 70% dos esforços de intervenção desse bem.

Ressalta-se ainda que o estado de deterioração do museu é reflexo da falta de manutenção e posterior abandono da edificação. Por se tratar de uma obra pública, salienta-se que esse processo aponta para o esquecimento da importância do museu para a população boa-vistense

e a negação de uma identidade arquitetônica pautada na utilização de materiais locais e em uma linguagem indígena.

Sem a expectativa de reativação do MIRR, a tendência é a aceleração da degradação da edificação, restando apenas registros fotográficos e relatos históricos do que um dia foi esse museu. Dessa forma, esse trabalho, além de catalogar os danos e avaliar o estado de conservação do edifício, teve como resultado a aplicação do HBIM como parte de estratégias possíveis no resgate da identidade arquitetônica produzida em Roraima.

REFERÊNCIAS

- FINARI, R. H.; RAMALHO, P. O.; AGUIAR, C. V. S. B.; CARVALHO, M. G. **Museu Integrado de Roraima (MIRR): situação atual e perspectivas à luz dos direitos culturais**. 2022. 18f. Trabalho de Conclusão (Programa Formativo Patrimônio, Memória e Gestão Cultural") – Casa Mário de Andrade, São Paulo.
- HARRIS, S. Y. **Building Pathology: Deterioration, Diagnostics, and Intervention**. New York: John Wiley & Sons, 2001. 672p.
- LIMA, R. H. F.; ARAÚJO, B. G.; PAZ, G.; OLIVEIRA, I. M. **Mapa de danos de edificações históricas utilizando a metodologia BIM**, 1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, Fortaleza, 2017.
- LIMA NETO, Otacilio Teixeira. Anauá: área verde, lazer e cultura para a capital de Roraima. **Revista Projeto**, São Paulo, n. 120, abr. 1989.
- MURPHY, M.; MCGOVERN, E.; PAIVA, S. Historic Building Information Modelling – Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 76, p. 89-102, 2013.
- NASCIMENTO, C. H. C.; DA PAZ, C. A. Parque Anauá: espaço vivo no coração de Boa Vista/Roraima. **Paisagens Híbridas**, Rio de Janeiro, n. 1, v. 2, p. 98-117, 2018.
- OLIVEIRA, M. A. de. **Método de avaliação de necessidades e prioridades de reabilitação de edifícios de instituições federais de ensino superior**. 2013. 231f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- PAES, J. B. et al. Efeitos dos extrativos e da densidade na resistência natural de madeiras ao térmita *Nasutitermes corniger*. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 569-578, 2015.
- PEDRO, J. B. Método de avaliação das necessidades de reabilitação. Desenvolvimento e aplicação experimental. **Engenharia Civil**, Braga, n. 39, p. 5-21, 2011.
- RODRIGUES, M. F. S. **Estado de conservação de edifícios de habitação a custos controlados**. 2008. 450 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- TOLENTINO, M. M. A. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico**. 2018. 330 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador.



CRITICAL ANALYSIS OF THE REQUALIFICATION PLAN FOR THE CENTRAL REGION OF RIO DE JANEIRO CITY

CHARLES, MARIANA RIBEIRO (1); RODRIGUES, RAFAEL FELIPE TEIXEIRA (2); QUALHARINI, EDUARDO LINHARES (3); MIGUEZ, MARCELO GOMES (4)

- (1) Programa de Eng. Urbana - POLI/UFRJ, E-mail: marianacharles@poli.ufrj.br
(2) Programa de Eng. Urbana - POLI/UFRJ, E-mail: rafaelftr@poli.ufrj.br
(3) Programa de Eng. Urbana - POLI/UFRJ, E-mail: qualharini@poli.ufrj.br
(4) Programa de Eng. Urbana - POLI/UFRJ, E-mail: marcelomiguez@poli.ufrj.br

ABSTRACT

This article aims to analyze the social aspects arising from the stimulus to the increase of residential enterprises and building incentives for residential use of underutilized buildings in the central region of the city of Rio de Janeiro, through the urban revitalization plan called Reviver Centro. The method used for this analysis was a literature review on the subject, as well as an analysis of legal requirements and the Revitalization Plan of the Center of Rio de Janeiro itself, established by Complementary Law n° 229/2021. The results obtained indicate that there is a possibility that the Reviver Centro Plan may not be successful in all proposed lines of action, mainly because it does not clearly present the sources of revenue for the realization of a large part of the proposed projects. Moreover, even if the plan is successful in terms of revitalizing the central region of the city, there is still a risk of gentrification in the neighborhood, generating negative consequences for the local population.

Keywords: *Urban Requalification, Reviver Centro, Affordable Housing.*

RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar os aspectos sociais advindos do estímulo ao aumento de empreendimentos residenciais e dos incentivos edilícios para no uso residencial de prédios subutilizados da região central da cidade do Rio de Janeiro, por meio do plano de requalificação urbana chamado Reviver Centro. O método utilizado para esta análise foi a revisão bibliográfica sobre o assunto, além de análise dos requisitos legais e do próprio Plano de Requalificação do Centro do Rio de Janeiro, instituído pela Lei Complementar n° 229/2021. Os resultados obtidos indicam que há possibilidade de que o Plano Reviver Centro não seja bem sucedido em todas as linhas de atuação propostas, principalmente por não apresentar a relação de fontes de receita para materialização de grande parte dos projetos propostos. Ademais, ainda que o plano seja bem sucedido em termos de revitalização da região central da cidade, existe ainda um risco de haver a gentrificação do bairro, gerando consequências negativas para a população local.

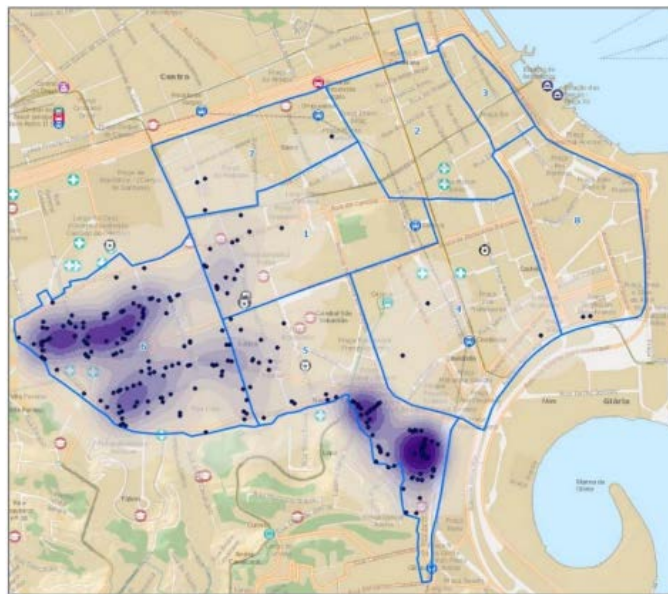
Palavras-chave: Requalificação Urbana, Reviver Centro, Habitação de Interesse Social.

1 INTRODUCTION

1.1 Downtown area context

The Centro is a neighborhood located in downtown area of the city of Rio de Janeiro, contained within the II Administrative Region. Rio de Janeiro is the capital of the state of the same name, located in the southeastern region of Brazil. The central area includes other neighborhoods such as Saúde, Gamboa, Santo Cristo, Caju, and Lapa. This area is mainly composed of commercial and tourist buildings, but also has some residential properties on a smaller scale, as shown in Figure 1.

Figure 1 – Residential occupation in the downtown area of Rio de Janeiro city.



Source: PCRJ (2021)

This region has the highest concentration of financial and office buildings in the city, boasting a mix of historic buildings and modern skyscrapers. The geographic area includes the regions of Santa Rita, Candelária, Central do Brasil, Praça Onze, Santana, Senado, Cruz Vermelha, Tiradentes, Bairro de Fátima, Castelo, Cinelândia, Carioca, Livramento, Praça XV, Saara, and Uruguaiana; as well as the Cobras, Fiscal and Villegaignon islands, and the Santos Dumont Airport.

The region is a large flat area with some elevations. Its original coastline no longer exists due to several gradual landfills, mainly for the remodeling of the Port of Rio de Janeiro. The center of Rio de Janeiro is intersected by Presidente Vargas Avenue, Rio Branco Avenue (formerly Central Avenue), and Rodrigues Alves Avenue. The most recent urban interventions in the region occurred on the last cited avenue, with the demolition completion of the Perimetral Viaduct, in 2014. This marked the beginning of the Porto Maravilha Project, which, like the Reviver Centro Program, aims to revitalize a vital area of the city.

1.2 Downtown Rio de Janeiro occupation

Concerning the occupation of downtown Rio de Janeiro, the region has the oldest urban city tissue, being an area delimited by the historical region and other neighborhoods that were urbanized in the first half of the 19th century, thus being an area of the city with great appreciation for cultural and historical heritage (TÂNGARI et al., 2011). Despite this great value complemented by its well-integrated infrastructure and range of services, the neighborhood has been experiencing a process of emptying commercial properties since 2017.

This location has a large number of listed buildings and presents many proposals for urban requalification, which, according to Carlos (2021), has been favoring architectural preservation, also aiming to prevent the complete renewal of these areas.

This more intense requalification process began in the Port Zone (I Administrative Region), still characterized by low verticalization, but due to recent changes in building legislation and other initiatives provided for in the Porto Maravilha Program, instituted by Complementary Law N°. 102/2009, is undergoing a process of transformation and renewal. Among these initiatives is precisely the encouragement of verticalization and residential use of the region, through the coordination of the Urban Development Company of the Rio de Janeiro Port Region (CDURP).

2 URBAN REQUALIFICATION

2.1 Reviver Centro

Unlike the Port Zone, the Reviver Centro program field already has intense and verticalized occupation of your city blocks and low incidence of open spaces. The City Hall encourages the updating of existing buildings for residential use through retrofitting, as established by the Simplified Code of Works and Buildings of the Rio de Janeiro City (2019), which provides for greater use of the interior area while respecting the preservation of the facade, aiming at reintroducing these buildings into the real estate market.

The project purpose is recovering the Rio de Janeiro downtown area through various fronts, such as urban, economic, social, and cultural. Thus, with fiscal and building incentives, the objective is to attract new residents by using existing underutilized constructions and vacant land. The municipality expects to attract these new residents with the already established robust transport infrastructure for all regions of the city and with the existing options for leisure and culture.

One of the incentives created is the "Interconnected Operation", which consists of an incentive for the construction of mixed or residential buildings or the conversion of existing buildings in the II R.A. area, so that when the operation is carried out in the central area, the owner receives the right to use urban "bonus" by paying a counterpart in Planning Areas

(AP) 2 and 3, which are consolidated regions of the city and encompass the neighborhoods of the North and South Zones (RIO DE JANEIRO, 2021).

The plan also aims to recover, expand, and create new green areas, making the city center more pleasant and inviting, including the creation of a "Low Emission District," which aims for greenhouse gas (GHG) neutrality by 2050, as predicted by the text of the law. Figure 2 illustrates the location of the program in the global context.

Figure 2 - Scope and location of the program: Southeast region of Brazil (A); State of Rio de Janeiro (B); Reviver Centro program neighborhoods - Centro, Gamboa, Lapa, Santo Cristo, and Saúde, located in the central region of Rio de Janeiro city, the capital of the state (C).



Source: The authors

The Plan for the Redevelopment of Rio de Janeiro's Center is developed based on the publication of Municipal Decree No. 48,348 on January 1, 2021, which established the Working Group for the Redevelopment of Rio de Janeiro's Center. The Plan establishes intersectoral actions aimed at improving the region through the conservation, recovery, and organization of public spaces. According to the City Hall (2021), these are fundamental actions for the successful attraction of new residents, which is the central objective of the Plan.

It is worth noting that urban rehabilitation carries the potential for the appreciation of the built environment, contributing to the redevelopment of abandoned or degraded areas. With the use of appropriate techniques and materials, taking into account local building culture and suitability to the existing urban fabric, urban redevelopment can rebalance the built environment (QUALHARINI, 2017).

2.1.1 Urban mobility

The incentive for the revitalization of the city center has the dense transportation network of the region as one of its pillars, as highlighted by the former Municipal Secretary of Urban Planning, Washington Fajardo. According to the Secretary, Rio's downtown is like a "5-minute City". Leaving a subway, train, or VLT (light rail vehicle) station, residents are five minutes away on foot from cultural attractions, shops, and restaurants, which is a significant advantage compared to other neighborhoods in Rio de Janeiro (GARCIA, 2021).

It is worth noting that the central region of the city has different collective modes of transportation in operation: subway, train, VLT, buses, and ferries. Although, with such an offering, the city center is considered an ideal location for denser housing, there are necessary actions in the context of the road system so that the area can accommodate this relatively new use.

The Reviver Centro Plan, formalized through Complementary Law No. 229/2021, provides measures in this regard, such as reducing the encouragement of automobile use, prioritizing the space for active mobility and walkability over motorized mobility. There is also a provision for improvements in horizontal and vertical graphic signage, refurbishment of road lane coatings, development of a cycling infrastructure project, including cargo bicycles and envisioning the implementation of bike routes (reactivation of the Ciclo Rotas Centro project) and public bicycle parking.

Some technical points, such as issues related to public transportation demand studies and network design, walkability, sidewalk coatings aimed at real accessibility, and even incentives for the establishment of commerce and services aimed at housing, were left open in the plan, and it is understood that Reviver Centro establishes guidelines that must be better specified in specific instruments for its effective implementation.

2.1.2 Housing

Regarding housing as the focus of the project, especially with the promotion of social interests, a more promising direction is presented when compared to the results in underutilized spaces of the Porto Maravilha project, for example. Goals with increments of inhabitants and the valorization of the area are quite interesting and promise gains for the economy. However, the project still presents some blind spots regarding the possible impact on various current residents, with a good portion of them in a condition of socioeconomic vulnerability.

Even with the promotion of social interest housing, the project can still serve as a trigger for the gentrification phenomenon due to doubts and uncertainties about the execution of the Plan in this area. In this sense, "Social Rent" sounds like an initiative by the public authorities to transfer a responsibility that could be assumed with the production of new housing

for popular classes, not leaving such a noble mission solely to the possible reconversions carried out by developers and their private interests.

The reconversion of these existing buildings, through retrofitting, can be essential for their valorization and the expansion of the use of their space, meeting the demands of new housing in the region, but on the other hand, existing buildings run the risk of devaluing as the quantity of buildings in the surrounding area increases with a greater supply of services.

2.1.3 Social Assistance

The Centro neighborhood is marked by a significant homeless population. According to the Rio de Janeiro Homeless Population Census data of 2022, almost 28% (or 2,220 people) of the total of 7,865 homeless individuals are in the AP1 - Centro and surrounding areas, the region with the highest concentration of this population (PCRJ, 2023). In order to mitigate this problem, the Municipality has two Reference Centers for Social Assistance (CRAS): Professora Ismênia de Lima Martins and Dodô da Portela.

The Reviver Centro project presents two housing program axes: the Continued Housing Service and the Temporary Housing Service. Both seek to solve the problems of the homeless population in the neighborhood, including individuals who live on the streets or workers who cannot afford to return to their homes, which are far from the Centro area and who have no other alternative but to spend the night in the central region.

The "Social Rental Program", of a continuous nature, aims to produce and offer rental properties with partial subsidies, attracting the target audience as a way to activate the residential character of the Centro. Among the beneficiaries envisaged for this program are civil servants, retirees and pensioners, students of technical and university courses, with priority for quota holders, workers from families eligible for Federal Government housing programs, among others.

The "Assisted Housing Program", of a temporary nature, seeks to offer monitored support for the reinsertion of families or individuals into the labor market, aimed at low-income families, including single-person households, according to the criteria of the Social Assistance Policy and housing care policies, with priority given to families belonging to the following segments: people aged sixty-five or over; homeless individuals; people with disabilities; families and individuals in situations of vulnerability or social and personal risk; and residents of areas at risk, insalubrious, and of environmental preservation.

For the axes of the program previously presented, the formation of a "Real Estate Park" is sought, considering private or public properties, in habitable conditions and located in the area of coverage defined in the Law to meet the demands for social rental and assisted housing (RIO DE JANEIRO, 2021).

3 OTHER REQUALIFICATION CASES

The Rio de Janeiro city redevelopment plan is not the only initiative of its kind on a national and international scale. Botelho¹ (2005, cited in SANTOS, 2014) recalls that other urban redevelopment projects have already taken place in major Brazilian cities, such as Salvador (BA), Recife (PE), São Paulo (SP), Vitória (ES), Fortaleza (CE), and São Luís (MA).

Years before the revitalization processes that are being implemented in Brazil, many countries experienced the recovery of abandoned areas, especially those of historical importance, with internationally known examples being Barcelona (ES), Medellín (CO), and the Soho district in London (UK), whose strategies were linked to innovation, knowledge, and creativity in the territory (TEIXEIRA et al., 2016).

The São Paulo redevelopment program had, in broad terms, the same objective as the Rio de Janeiro Reviver Centro: revitalization based on the preservation of historical and cultural architectural heritage with alteration of the total or partial function of these buildings, which become residential or mixed-use (ALVES, 2016). The Requalifica Centro program, a revitalization project of the capital of São Paulo that continues to have further developments today, emerged in the 1990s from concerns about the emptying of the central region and the displacement of private companies to new centralities that emerged not only in São Paulo but also in several other Brazilian metropolises.

The Viva o Centro Association (AVC), founded in São Paulo in 1991 by the then-president of BankBoston, Henrique Meireles, was born from the articulation between the State and the private initiative with the objective of gathering proposals from experts to requalify the Historic Center of the city (composed of the Sé and República districts), which initially suffered from a crisis of emptying of companies and factories (ALMEIDA, 2004). At the same time, new centralities were consolidating, such as Avenida Paulista, Avenida Brigadeiro Faria Lima, and finally, Avenida Engenheiro Luiz Carlos Berrini, better known as Marginal Pinheiros.

Thus, similarities with Reviver Centro can be observed, and according to Alves (2016), through an institutional mechanism called "Urban Operations," urban exceptionalities were allowed legally with the justification of revitalizing areas considered degraded. In this sense, through urban flexibility and streamlining in the approval and legalization of projects, both programs encourage the requalification of areas through tax incentives, building incentives, and mixed-use of properties, focusing on attracting new residents and investors to areas that were previously degraded. Another common and important point is the incentive for the retrofit of existing buildings, reducing costs, deadlines, and waste

¹ BOTELHO, T. R. Revitalização de centros urbanos no Brasil: uma análise comparativa das experiências de Vitória, Fortaleza e São Luís. Revista Eure. Santiago do Chile, v. XXXI, n. 93, 2005.

generation and thus increasing the efficiency of interventions in the built environment.

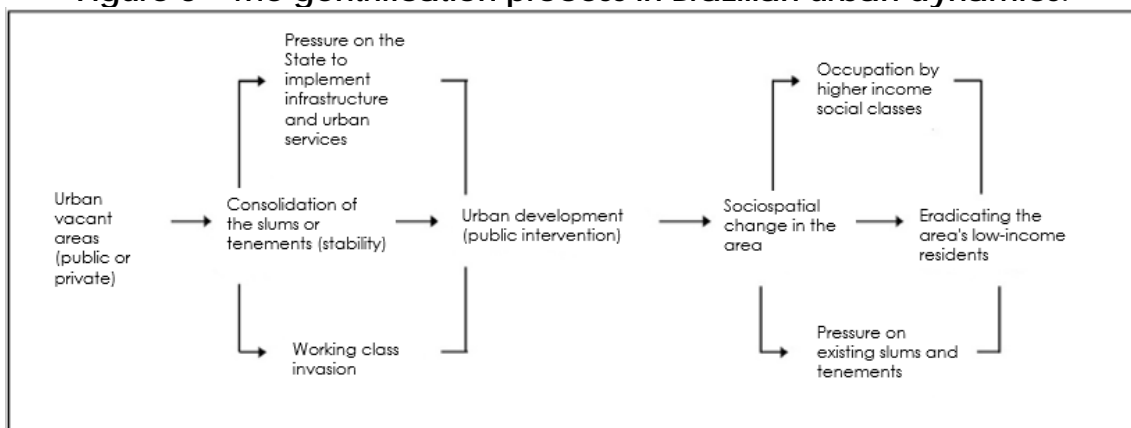
4 DISCUSSION

Alves (2016) recounts that in the case of Requalifica Centro in São Paulo, there was, as a consequence of the revitalization actions, a change in the profile of the residents and passersby of the affected area, expelling those who had been there longer, since they no longer had the financial means to remain in the area. This involuntary movement was caused by the socio-spatial actions resulting from this urban transformation process. This phenomenon is called gentrification, when, through government, private or joint actions, such as in the case of São Paulo, a neighborhood or district loses its existing local characteristics, ultimately displacing the original population from the area.

As was the case in São Paulo, there is a risk that gentrification could also be a problem in the region covered by Reviver Centro, even though the Plan released by the City Government includes measures that should theoretically mitigate this effect. This is the case of "Social Renting," which will allocate a percentage of the new housing built in the region to low-income populations and will have a rent value controlled by the municipal administration.

According to Furtado (2014), an analysis must be developed focusing on the context where the possibility of gentrification may occur. That is, in addition to local geographic and economic studies, it is necessary to take into account the dynamics of production processes and land use for housing. In this context, the need for housing (housing deficit) and demands for population service provision regarding the implementation of infrastructure and access to basic services must be highlighted. Thus, the difficulty of expansion to new areas and the cost of implementing public services may lead to the possibility of rescuing consolidated areas as an alternative to this housing problem. Figure 3 exemplifies this cycle, present in many of Brazil's large cities.

Figure 3 – The gentrification process in Brazilian urban dynamics.



Source: Adapted from Furtado (2014)

Bidou-Zachariasen (2006) points out that gentrification is not a precise process and has several faces. Another important point is that it is not an irreversible or unavoidable process. It is possible to have economic and social participation in urban revitalization processes to ensure that the focus on social housing and the democratic use of the city is not lost.

Lastly, it is imperative to contemplate the connection between governmental urban policies focused on the overall city planning. A crucial aspect entails fostering incentives for targeted urban development, considering preexisting infrastructure, as exemplified in downtown Rio. Simultaneously, there should be a discouragement of urban sprawl in peripheral regions characterized by insufficient infrastructure (BLAIS, 2012).

5 FINAL CONSIDERATIONS

Despite being commendable from an economic and urbanistic point of view, the requalification initiative, as it has happened with other projects in Brazil and around the world, brings a socially questionable side effect: gentrification. The movement of neighborhood appreciation before all revitalization actions is a double-edged sword, benefiting large real estate companies, investors, and the most privileged layers of the population, while expelling those groups considered socially "undesirable."

It is worth noting that the establishment of the Reviver Centro Program also counted on the participation of the population in the area's surveys, as can be seen on the Program's website, which shows an approach to society. Additionally, Rio Decree No. 51,134/2022 has already been published, establishing guidelines for the "Housing Program" in the central region, representing another positive aspect in the multifactorial analysis of urban requalification.

The initiatives of "Social Renting" and "Assisted Housing" (which prioritize low-income families and socially vulnerable people) provided for in the Reviver Centro Plan aim to mitigate this effect, being commendable, but care must be taken so that the effect is not precisely the opposite, generating a kind of neo-apartheid in new residential complexes.

Furthermore, the conservation and restoration projects of historical monuments and their lighting, paving, fences, fountains, posts, gardens, and all kinds of public goods allow, in addition to beautifying and valuing a visibly degraded heritage, to rescue the Carioca historical identity that has been lost over time. Such projects do not depend on the repopulation of the neighborhood but require significant investments and specialized labor.

The origin of the necessary funds for the implementation of some of the mentioned projects remains vague: will they come from the Public Power, Public-Private Partnerships (PPPs), private initiatives, or resources generated by the Reviver Plan itself, such as the Interconnected

Operation revenue, for example? Additionally, deadlines were not set for the implementation of many projects along the Law.

Finally, regarding building benefits, renewed and modern buildings with preserved historical and cultural facades and features are expected, which is a positive point, but it is necessary to balance with the crisis in the formal job market. Due to the new remote work guidelines, there is also a challenge in trying to repopulate the region since, although there is a reasonable number of commercial and corporate buildings emptied in the center, there are also new opportunities in the surrounding area. In this sense, it is essential that the planned incentives drive the retrofitting of the building park since the possibility of failure in the conversions is directly linked to the high risk of failure in the attempt to densify the region, which could result in the failure of the Reviver Centro Plan.

REFERENCES

- ALMEIDA, M. A. R. de. **Associação Viva o Centro**: a coletividade pela requalificação do centro de São Paulo. *Exacta*, v. 2, p. 153-173. São Paulo: Uninove, nov. 2004.
- ALVES, G. A. **Processos de requalificação das áreas centrais das cidades de Belém, Marabá e São Paulo**. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 20, n. 2, p. 364-375, 2016. ISSN 2179-0892.
- BLAIS, Pamela. The Price Ain't Right. **Building**, v. 62, n. 4, p. 14-17, Aug/Sep. 2012.
- BIDOU-ZACHARIASEN, Catherine (org.). **De volta à cidade**: dos processos de gentrificação às políticas de "revitalização" dos centros urbanos. São Paulo: Annablume, 2006.
- CARLOS, Claudio Antônio S. Lima. **Conservação ou destruição da memória construtiva carioca?** Critérios de intervenção adotados em obras modestas protegidas do Rio de Janeiro. III Congresso Internacional e Interdisciplinar em Patrimônio Cultural: Experiências de Gestão e Educação em Patrimônio. Porto, 2021. Available in: <https://www.ciipc2020.rj.anpuh.org/resources/anais/13/ciipc2020/1623967950_ARQUIVO_88ad6256a0af643c9ecb82b47a09e87e.pdf>. Accessed in: 12 set. 2022.
- FURTADO, Carlos Ribeiro. **Intervenção do Estado e (re)estruturação urbana**. Um estudo sobre gentrificação. *Cad. Metrop.*, São Paulo, v. 16, n. 32, pp. 341-363, nov 2014.
- GARCIA, M. de L. A. **O Uso de Instrumentos Urbanísticos e o Projeto Reviver Centro** – Velhos Instrumentos e Novas Propostas. *In: XIV Encontro Nacional De Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia (ENANPEGE)*, Out. 2021, Online. Anais eletrônicos. Available in: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV154_MD1_SA171_ID355116112021235551.pdf>. Accessed in: 12 set. 2022.
- PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO - PCRJ. **Programa Centro Para Todos**: Levantamento e mapeamento dos imóveis vazios e subutilizados na área do Centro. Convênio - PGM/IPP/IRPH. 2021. Available in: <<https://www.data.rio/documents/646eb634f98b447098b9a98f45da1955/explora>>. Accessed in: 11 de abril de 2023.

_____. **Reviver Centro**. Available in: < <https://reviver-centro-pcrj.hub.arcgis.com/> >. Accessed in: 10 set. 2022.

_____. **Plano de Requalificação do Centro do Rio de Janeiro**: Decreto Municipal nº 48.348/2021. 2021. Available in: <<http://www.rio.rj.gov.br/documents/4315345/699d6ec6-1a71-48a5-b624-e74f1c8d6861#:~:text=O%20principal%20objetivo%20desse%20Plano,a%20um%20conjunto%20de%20propostas>>. Accessed in: 10 set. 2022.

_____. **Relatório Anual 2021 - 2022**. Publicado em julho de 2022. Available in: <<https://reviver-centro-pcrj.hub.arcgis.com/documents/PCRJ::reviver-centro-relat%C3%B3rio-anual-2021-2022/explore>>. Accessed in: 12 set. 2022.

_____. **Censo de População em Situação de Rua no Município do Rio de Janeiro – 2022**. Rio de Janeiro, março de 2023.

QUALHARINI, Eduardo Linhares. **Reabilitação predial como alternativa para a sustentabilidade nas construções brasileiras**. In: International Congress of Engineering, 2017, Covilha; Anais [...]. Covilha: University of Beira Interior, 2017.

RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar Nº 229**, de 14 de julho de 2021. Institui o Programa Reviver Centro, que estabelece diretrizes para a requalificação urbana e ambiental, incentivos à conservação e reconversão das edificações existentes e à produção de unidades residenciais na área da II Região Administrativa - II R.A., bairros do Centro e Lapa, autoriza a realização de operação interligada e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ, 15 jul. 2021.

_____. **Decreto Rio nº 51.134**, de 12 de julho de 2022. Dispõe sobre a Regulamentação dos Programas de Redução do Déficit e da Inadequação Habitacional previstos na Lei Complementar nº 229, de 14 de julho de 2021 - Reviver Centro e institui o Programa de Moradia do Reviver Centro. Rio de Janeiro, RJ, 13 jul. 2022.

SANTOS, André da Rocha. **Revitalização para quem?** Política urbana e gentrificação no Centro de Santos. Cad. Metrop., São Paulo, v. 16, n. 32, pp. 587-607, nov 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2014-3213>

TÂNGARI, Vera Regina et al. **Morfologia Urbana, Suporte Geo-Bio Físico e o Sistema de Espaços Livres no Rio de Janeiro**. Quadro dos sistemas de Espaços livres nas cidades brasileiras (1 ed., p. 195-239). São Paulo: FAU USP, 2011.

TEIXEIRA, Clarissa Stefani; Adán, Carmen; Huerta, Josep Miquel Piqué; Gaspar, Jadhí Vinckí. **O Processo de Revitalização Urbana**: Economia Criativa e Design. e-Revista LOGO - v.5 n.2 2016 - ISSN 2238-2542.



APLICAÇÃO DE METODOLOGIA ORIENTADA PARA A GESTÃO DA INFORMAÇÃO COM RECURSO AO BIM

ASSUNÇÃO, LUIZA (1); PINTO-FARIA, JOSÉ (2); SOUSA, FERNANDO (3)

(1) CONSTRUÇÕES GABRIEL A.S. COUTO, E-mail: 1200110@isep.ipp.pt

(2) ISEP, ISEPBIM, E-mail: jpf@isep.ipp.pt

(3) ISEPBIM, E-mail: fcs.tecnico@gmail.com

RESUMO

O acrónimo BIM significa *Building Information Modeling*, mas para alguns autores, significa *Building Information Management*. Esta segunda definição enfatiza a importância da gestão da informação, uma vez que o BIM, para além de permitir simulações virtuais com modelos inteligentes, integra ferramentas e dados, que ao serem estruturados, organizados e analisados podem trazer diversos benefícios.

No presente artigo é aplicada uma metodologia a um caso de estudo de um modelo BIM, de um edifício em reabilitação, para a gestão da informação no âmbito da orçamentação e da gestão de instalações. Esta metodologia é fundamentada na parametrização de objetos BIM, com a utilização de um conjunto de parâmetros, do ficheiro COBie e de um sistema de classificação da informação (CICS), o *Uniclass 2015*, para organizar a informação do modelo com o uso do *Revit* e do *Dynamo*; recorre ainda ao *Navisworks* para visualização do modelo e ao *Power BI*, uma ferramenta de *Business Intelligence* da Microsoft, para a apresentação e a análise da informação.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*, Gestão da Informação, Sistemas de Classificação, COBie.

ABSTRACT

The acronym BIM stands for *Building Information Modeling*, but, for some authors, it stands for *Building Information Management*. This second definition emphasizes the importance of information management, since this methodology, in addition to allowing virtual simulations with intelligent models, integrates software and data, which, when structured, organized, and analyzed, can bring several benefits.

In this article, a methodology is applied to a case study of a BIM model for the information management in the context of budgeting and facilities management (FM). The BIM model is a building in rehabilitation phase. This methodology is based on parametric BIM objects, it uses a set of parameters, the COBie file and a construction information classification system (CICS), *Uniclass 2015*, to organize the BIM model's information, using the software *Revit* and *Dynamo*. It also uses *Navisworks* for Model visualization and *Power BI*, a Microsoft *Business Intelligence* software, for the presentation and analysis of information.

Keywords: *Building Information Modelling, Information Management, Classification Systems, COBie.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo Lima *et al.* (2021), nos últimos dez anos o setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) passou por mudanças substanciais impulsionadas pela digitalização, com a implementação de tecnologias e processos que transformaram o modo de atuação desta indústria, como é o caso do *Building Information Modeling* (BIM). O BIM trouxe diversas vantagens, mas impôs novos desafios ao setor, como o facto de integrar muitas ferramentas e um grande volume de dados de elevado potencial que precisam ser usados, armazenados, recuperados e partilhados ao longo do ciclo de vida da construção.

Para Pellegrino *et al.* (2021), até agora, as organizações implementaram esta metodologia para projetar, gerir e controlar os empreendimentos, porém a necessidade da gestão, da partilha e da análise de dados, levou a uma transição para o uso do BIM voltado aos dados. No entanto, uma grande quantidade dos dados relativos à construção não é estruturada e, por isso, há uma imensa dificuldade em processá-los e recuperá-los, porque não são identificados, o que torna a sua análise mais complexa. Neste sentido, as organizações do setor têm vindo a adotar sistemas de classificação e outras convenções, para a gestão de informações.

Este artigo foi feito com base na metodologia desenvolvida na dissertação de mestrado da mesma autora, Assunção (2022). Ele incide na organização da informação, gerada pelo modelo BIM, e no seu processamento e visualização, recorrendo a processos automatizados, e tem como âmbito os usos do mesmo modelo para a estimativa de custos e para a gestão das instalações.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Metodologia BIM

Segundo Hamil (2021), BIM é um processo para a criação e para a gestão de informações de um empreendimento de construção ao longo de todo o seu ciclo de vida, que envolve a colaboração das principais partes interessadas nesse empreendimento. Durante este processo, é desenvolvida uma descrição digital da edificação construída, que pode incluir modelos tridimensionais que contêm dados, como as informações de produto, de execução e de entrega.

Conforme Eastman *et al.* (2014) e Nunes (2016), os modelos BIM são compostos por “objetos inteligentes” que possuem regras paramétricas e carregam atributos gráficos e parâmetros de dados sobre as suas funcionalidades, geometrias, dimensões, entre outros. São responsáveis por agregar informação valiosa sobre os processos de produção, comunicação e análise do modelo.

Na indústria AECO é comum a associação do conceito do BIM às “dimensões”, que retratam a forma como é aplicada ao longo do ciclo de vida do empreendimento, nomeadamente: BIM3D (modelação), BIM4D (tempo), BIM5D (custos), BIM6D e BIM7D (gestão das instalações ou sustentabilidade, em função dos diferentes países). Segundo Bolpagni (2022), esta abordagem é simplista e aberta à várias interpretações, por esta razão, sugere-se a utilização do conceito de “usos BIM”, para especificar claramente como o modelo BIM deve ser usado.

2.2 Gestão da Informação

Para Roberti e Ferreira (2021), a gestão da informação é um dos aspetos essenciais de eficiência e produtividade ao trabalhar com a metodologia BIM, tendo em conta o seu papel de plataforma integradora de dados e de ferramentas. Segundo a parte 1 da ISO 19650, o recurso à gestão da informação é a garantia de que as informações certas sejam entregues no destino correto e no momento certo, para atender a um propósito específico.

2.2.1 Sistemas de Classificação da Informação da Construção

Segundo a ISO 22274, um sistema de classificação é uma coleção sistematizada de classes que agrupam objetos com características semelhantes a partir de um conjunto de regras, sem haver ambiguidades. Tem um papel importante para que a informação gerada pelas fases de projeto e da construção seja organizada, estruturada e partilhada entre pessoas, máquinas e *softwares*, o que é essencial para o uso eficiente de modelos BIM ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos. (Lima et al., 2021)

Os principais sistemas de classificação existentes são o *CoClass* da Suécia, o *CCS* da Dinamarca, o *Uniclass* 2015 do Reino Unido e os norte-americanos *OmniClass*, *MasterFormat* e *UniFormat*. Em Portugal, recentemente, foi desenvolvido o *SECCLasS* sob a coordenação do centro de investigação *ISTAR*, do Instituto Universitário de Lisboa, que é voltado para a Economia Circular na construção.

2.2.2 COBie

Os contratos tradicionais na construção exigem a entrega de documentos ao fim de algumas partes dos trabalhos, como listas de equipamentos, fichas técnicas, garantias, etc, o que é essencial para apoiar a operação, a manutenção e a gestão dos ativos dos empreendimentos. Esta prática é dispendiosa, comparativamente ao processo de recolha dos dados *COBie*, uma vez que, a informação tem de ser recriada a partir de outras criadas anteriormente. (Sousa, 2013)

Para Eastman et al. (2014), o *COBie* (*Construction Operations Building Information Exchange*) é um método padrão que recolhe, categoriza e estrutura as informações não geométricas necessárias para a gestão dos ativos ao longo das fases de anteprojecto e projeto, construção e operação de um empreendimento. Tem como objetivos fornecer um

formato simples para armazenar e trocar informações, identificar os requisitos e as responsabilidades dos processos de negócio, e não adicionar custos à fase de operações e manutenção, etc.

De acordo com Grani (2016), o COBie faz parte do movimento *openBIM* e partilha a semântica, e a estrutura do modelo de dados *buildingSMART*. Os principais itens a serem rastreados quando se trabalha com o ficheiro COBie são os componentes que necessitam de manutenção e operação, além dos espaços que precisam ser geridos.

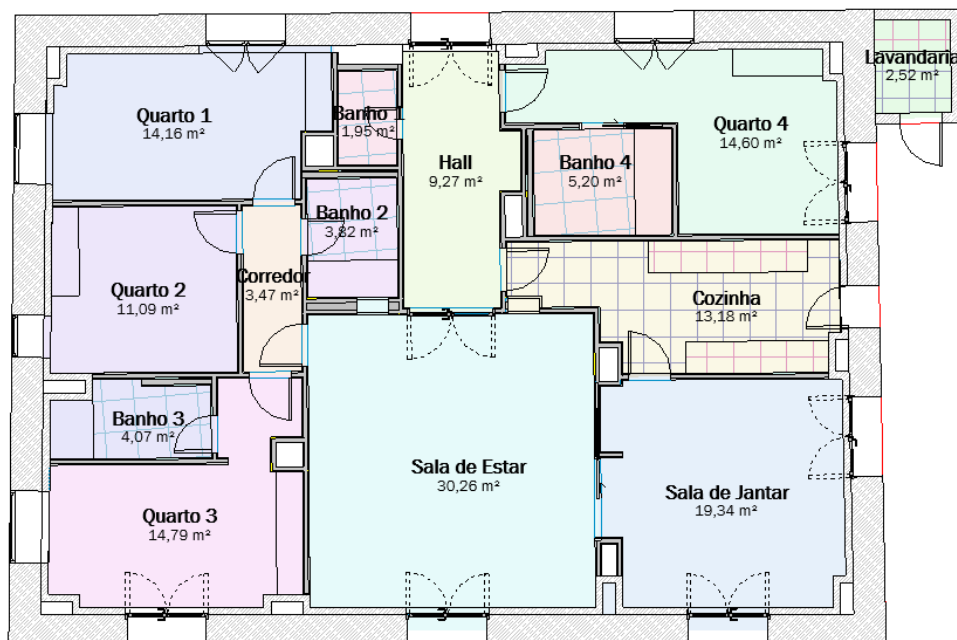
3 CASO DE ESTUDO

3.1 Introdução

O caso de estudo apresentado recai sobre uma fração habitacional de um edifício integrado num empreendimento que está a ser construído na Quinta do Pinheiro, localizada na Baixa da cidade do Porto. Serão, no total, seis edifícios com 117 apartamentos. Este empreendimento trata-se de um investimento da Associação Mutualista Montepio e a empresa responsável pela sua construção é a Construções Gabriel A.S. Couto.

O edifício em estudo encontra-se em reabilitação, contemplando a demolição do seu interior e a manutenção das paredes exteriores. A fração, de tipologia T4, encontra-se no primeiro piso, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Fração T4



Fonte: Autor

Para este trabalho destaca-se que os acabamentos e os revestimentos das paredes não foram modelados, mas, apenas, a estrutura das paredes.

As fases estabelecidas para o desenvolvimento do mesmo passam pela classificação da informação do modelo BIM, a elaboração do ficheiro COBie, a exportação de dados do respetivo modelo, a sua apresentação e apresentação dos seus dados com a utilização dos softwares: *Revit, Excel, Power BI e Navisworks Manage*.

Para a classificação do modelo BIM foi utilizado o sistema *Uniclass 2015*, do Reino Unido, porque permite a classificação de toda a informação da construção, está em conformidade com a norma ISO 12006-2, é acessível gratuitamente na internet, tem maior consolidação no mercado e, por isso, maior aceitação dos profissionais.

3.2 Classificação da Informação

Para organizar a informação de forma eficiente e garantir uma melhor apresentação dos dados, foram criados parâmetros para guardar informações relacionadas à geometria do projeto (sob referência 3D) e aos custos do projeto (sob referência 5D), como:

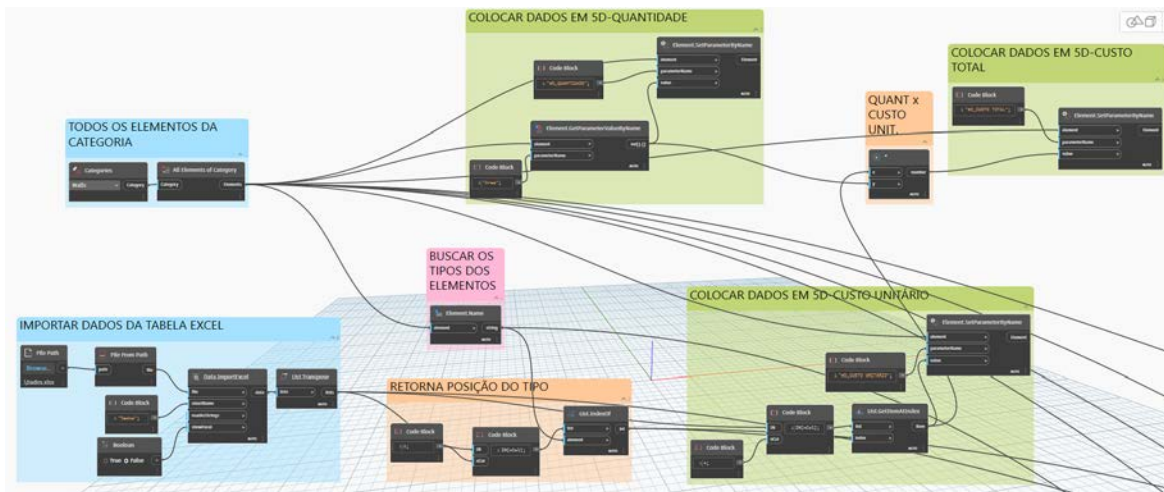
- 3D-ZONA, 3D-ESPAÇO e 3D-NÍVEL – Nome do edifício, da sala ou espaço e piso, onde se encontra o elemento;
- 3D-FUNÇÃO – Designação do elemento;
- 5D-QUANTIDADE – Quantidades de trabalho calculadas pelo Revit;
- 5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO e 5D-CUSTO UNITÁRIO – De acordo com o Mapa de Trabalhos e Quantidades;
- 5D-CUSTO TOTAL – É equivalente a multiplicação entre a quantidade de trabalho e o custo unitário.

Os parâmetros 3D têm como objetivo localizar o objeto no projeto e/ou categorizá-lo pela sua função, e os projetos 5D têm como objetivo atribuir as propriedades ao objeto relativas à orçamentação para obtenção de estimativas de custos. Estes parâmetros foram criados no *Revit* como “parâmetros partilhados” (*shared parameters*).

Para facilitar o processo de classificação, foram criadas rotinas no *Dynamo* para cada uma das categorias do modelo (*Doors, Floors, Walls, Windows*). Primeiramente foi preenchida uma tabela no Excel com todos os dados necessários relativos aos parâmetros 5D, listados acima, que foram importados para o Revit, pela rotina. Os dados relativos aos restantes parâmetros também foram preenchidos através da rotina, exceto o 3D-ESPAÇO, cujos dados foram preenchidos de forma manual.

A Figura 2 ilustra parte desta rotina que busca todos os elementos de paredes, todos os dados do ficheiro Excel e atribui estes dados nos parâmetros de cada elemento, conforme o seu tipo, uma vez que os custos unitários são diferentes para cada tipo. Ela também busca as áreas da parede, dados fornecidos pelo *Revit*, atribui-os ao parâmetro 5D-QUANTIDADE e calcula o custo total.

Figura 2 – Rotina da categoria “Walls” para a importação de dados



Fonte: Autor

Com o objetivo de se ter uma *Work Breakdown Structure* (WBS) para organizar a informação, os elementos foram classificados conforme as tabelas “Elementos/Funções”, “Sistemas” e “Produtos” do *Uniclass 2015*. Este processo foi realizado com recurso à aplicação *Classification Manager* do *BIM Interoperability Tools*, que cria parâmetros (*type parameters*) com os códigos e as descrições do *Uniclass*. A Figura 3 apresenta um elemento de parede classificado.

Figura 3 – Parede classificada

Walls (1)	
COBie.ExternalIdentifier	
COBie.CreatedBy	
COBie.CreatedOn	
COBie.Component.Name	
COBie.Component.Space	
COBie.Component.Descrip...	
COBie.Component.SerialN...	
COBie.Component.Installat...	
COBie.Component.Warrant...	
COBie.Component.TagNu...	
COBie.Component.BarCode	
COBie.Component.AssetId...	
COBie.Component.Area	
COBie.Component.Length	

Other	
3D_ZONA	Bloco C
3D_ESPAÇO	Interior
3D_NÍVEL	Piso 1
3D_FUNÇÃO	Parede
5D_QUANTIDADE	6,684169
5D_UNIDADE DE MEDIÇÃO	m2
5D_CUSTO UNITÁRIO	46,100000
5D_CUSTO TOTAL	308,140211

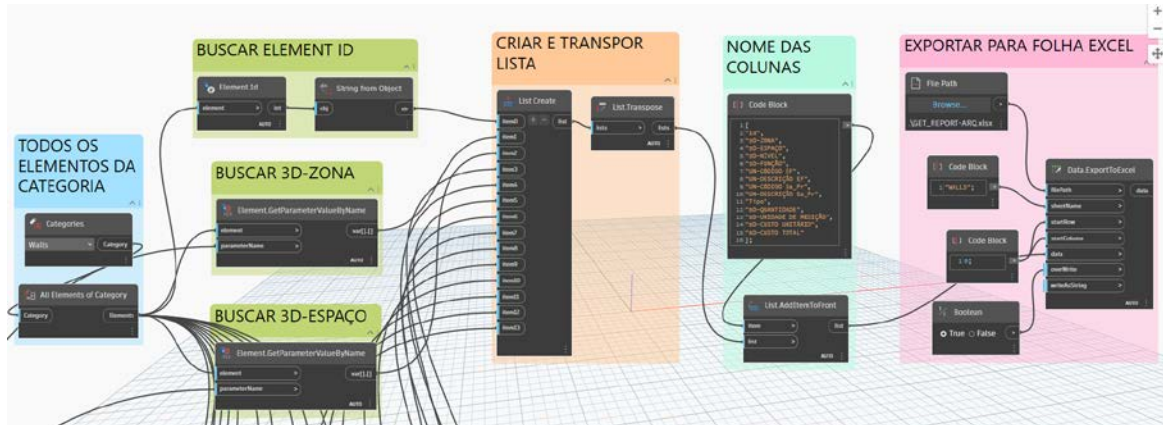
Type Properties	
Family:	System Family: Basic Wall
Type:	INT_PLD.S 70 - Pld.S(12.5+12.5) / Ldr(70) / Pld.S(12.5+12.5) - 120mm
Type Parameters	
Parameter	Value
Fire Rating	
Cost	
IFC Parameters	
Export Type to IFC	Default
Export Type to IFC As	
Type IFC Predefined Type	
Type IfcGUID	3XU29FM1T6RhNw4ZL8ajQ
Data	
Classification.Uniclass.EF.Number	EF_25_10
Classification.Uniclass.EF.Description	Walls
Classification.Uniclass.Pr.Number	
Classification.Uniclass.Pr.Description	
Classification.Uniclass.Ss.Number	
Classification.Uniclass.Ss.Description	
COBie.Type.ExternalIdentifier	
COBie.Type	<input checked="" type="checkbox"/>
COBie.Type.CreatedBy	
COBie.Type.CreatedOn	

Fonte: Autor

Uma vez que os elementos estão todos classificados, os dados serão exportados também de forma automatizada por meio do *Dynamo*. Conforme a Figura 4, a rotina busca todos os parâmetros importantes,

como os parâmetros 3D, 5D, *Element ID*, os tipos, os códigos e as descrições do *Uniclass*, e exportam para folhas num ficheiro *Excel*, representada pela Figura 5.

Figura 4 – Rotina para a exportação de dados



Fonte: Autor

Figura 5 – Dados exportados para o Excel

Id	3D-ZONA	3D-ESPAÇO	3D-NÍVEL	3D-FUNÇÃO	UN-CÓDIGO EF	UN-DESCRIÇÃO EF	UN-CÓDIGO Ss_Pr	UN-DESCRIÇÃO Ss_Pr	Tipo	5D-QUANTIDADE	5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	5D-CUSTO UNITÁRIO	5D-CUSTO TOTAL
548378	Bloco C	Quarto 1	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
549187	Bloco C	Quarto 2	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
549265	Bloco C	Corredor	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
549365	Bloco C	Quarto 3	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
549414	Bloco C	Banho 3	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P4 (700 x 2.000)	1 Un.		450,1	450,1
549495	Bloco C	Banho 2	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P4 (700 x 2.000)	1 Un.		450,1	450,1
549561	Bloco C	Quarto 4	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
554323	Bloco C	Banho 4	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_77	Sliding doorset systems	P3 (0.80 x 2.00)	1 Un.		710,3	710,3
554395	Bloco C	Cocinha	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
554500	Bloco C	Cocinha	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
554587	Bloco C	Banho 1	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P16 (600 x 2.000)	1 Un.		455,3	455,3
664648	Bloco C	Sala de Jantar	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_77	Sliding doorset systems	P14 (1.50 x 2.00)	1 Un.		1290,4	1290,4
666381	Bloco C	Lavandaria	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
666387	Bloco C	Cocinha	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P2 (800 x 2.000)	1 Un.		491	491
691936	Bloco C	Sala de Estar	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	P11 (1600 x 2000)	1 Un.		780,8	780,8
692951	Bloco C	Hall	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	V43 (1500 x 2500)	1 Un.		1865,5	1865,5
695288	Bloco C	Sala de Estar	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	V43 (1500 x 2500)	1 Un.		1865,5	1865,5
695345	Bloco C	Sala de Jantar	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	V43 (1500 x 2500)	1 Un.		1865,5	1865,5
695404	Bloco C	Quarto 4	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	V43 (1500 x 2500)	1 Un.		1865,5	1865,5
696714	Bloco C	Quarto 3	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	V45 (1560 x 2500)	1 Un.		1810,5	1810,5
696772	Bloco C	Sala de Jantar	Piso 1	Porta	EF_25_30	Doors and windows	Ss_25_30_20_30	Frame and door leaf systems	V45 (1560 x 2500)	1 Un.		1810,5	1810,5

Fonte: Autor

Em seguida, foi utilizado o *Power Query* no *Excel* para combinar as folhas de todas as categorias numa única, para facilitar a importação da informação para o *Power BI*.

3.3 Ficheiro COBie

Segundo Grani (2016), para o uso do *COBie*, é necessário especificar os objetos que necessitam de manutenção; o sistema de classificação que será utilizado; as propriedades que serão escolhidas para cada um dos objetos e como será feito o acompanhamento do objeto relativamente ao modelo BIM. Esta especificação será apresentada abaixo.

Por meio da aplicação *COBie Extension* do *BIM Interoperability Tools*, foram feitas em primeiro lugar as definições do ficheiro *COBie*, com a localidade no Reino Unido, e com todas as identificações utilizando o *Element ID*, que se trata de um código gerado pelo *Revit*. Definiu-se a categoria dos tipos como sendo a classificação conforme a tabela

“Elemento/Função” do *Uniclass*. Depois, foram criadas zonas para agrupar os espaços, por exemplo: a zona “salas” agrupa as salas de jantar e estar.

Para as portas, janelas e revestimentos de piso, as informações preenchidas relativas ao componente foram as datas de instalação e o início do período de garantia, e relativamente ao tipo, foram o fabricante, o modelo, o formato, o tamanho, o material e o acabamento do produto, além da duração do produto. Para facilitar o preenchimento dos dados também foram utilizadas rotinas no *Dynamo* semelhante às anteriores. Outras informações foram preenchidas manualmente.

Finalmente, o ficheiro *COBie* (Figura 6) foi exportado para o *Excel*. Este ficheiro contém diversas folhas de trabalho, porém as folhas que possuem informação relevante foram importadas para o *Power BI* como: *Component*, *Type*, *Space*, *Zone* e *Facility*.

Figura 6 – Folha *Space* do ficheiro *COBie* no *Excel*

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag	UsableHeight	GrossArea	NetArea
1 Quarto	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	603923	n/a	n/a	14.159	14.159
2 Quarto	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	663926	n/a	n/a	11.0878	11.0878
7 Banho 3	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	663929	n/a	n/a	4.0651	4.0651
13 Lavandaria	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	665002	n/a	n/a	2.5184	2.5184
4 Quarto	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	665008	n/a	n/a	14.5968	14.5968
8 Banho 4	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	665014	n/a	n/a	5.2	5.2
5 Banho 1	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	665017	n/a	n/a	1.9525	1.9525
11 Corredor	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	665138	n/a	n/a	3.4668	3.4668
9 Sala de Jantar	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	665426	n/a	n/a	19.3361	19.3361
10 Sala de Estar	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	666364	n/a	n/a	30.258	30.258
6 Banho 2	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	696418	n/a	n/a	3.8179	3.8179
3 Quarto	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	764420	n/a	n/a	14.7857	14.7857
12 Hall	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	764775	n/a	n/a	9.2721	9.2721
14 Cozinha	lumaciell2@gmail.com	2023-04-15T22:11:34	n/a	Piso 1	n/a	Autodesk Revit 2023, Build: 23.0.20.21	IfcSpace	765169	n/a	n/a	13.1813	13.1813

Fonte: Autor

3.4 Apresentação dos dados e do modelo

O *Power BI* permite a criação e personalização de relatórios por meio de visuais (gráficos) e filtros que estão disponíveis no programa. Deste modo, foram utilizados pelo menos um filtro, gráficos, cartões e tabelas, e foram criados fundos de tela para as *dashboards* deste trabalho.

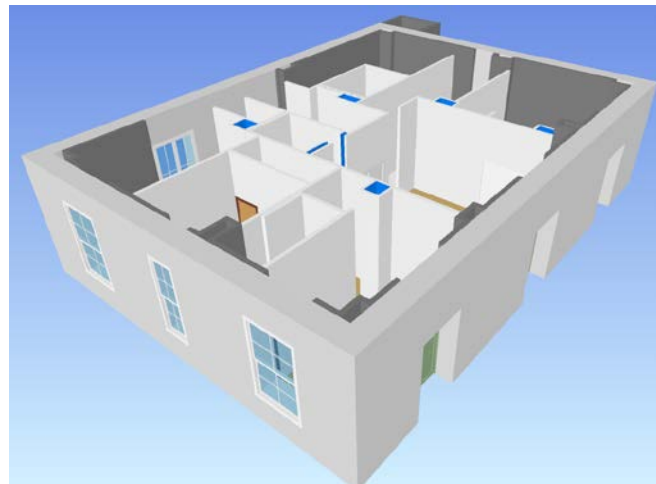
Com a importação das tabelas para o *Power BI*, é possível relacionar as colunas dessas tabelas e arrastar os nomes de cada uma das colunas para personalizar os gráficos. Sendo assim, foram elaboradas três *dashboards*: uma para a orçamentação e duas para a operação e manutenção, que estão disponíveis para visualização no site do *Power BI App* (conforme referências bibliográficas).

Pela visualização das *dashboards*, é possível tirar conclusões importantes, como por exemplo: da dashboard de orçamentação constata-se que as portas são os elementos que mais encarecem o projeto. Assim, no caso de necessidade de redução de custos, o arquiteto projetista poderá optar por fazer alterações na tipologia das portas para reduzir os custos.

Além disso, com o objetivo de melhorar a compreensão, “vinculou-se” o modelo às *dashboards*, para possibilitar a visualização da informação

sobre um elemento nas *dashboards* e no modelo. Por isso, este foi importado do *Revit* para o *Navisworks*, conforme a Figura 7. No *Navisworks*, foram criados *sets* para agrupar elementos com o comando "Find Item". Para as janelas, por exemplo, foi criado um set a partir do parâmetro 3D_FUNÇÃO, com a condição igual a "Janela".

Figura 7 – Modelo BIM no Navisworks



Fonte: Autor

Um exemplo feito com as janelas da fração de habitação em análise, está exibido nas Figuras abaixo (Figuras 8 a 11). A *dashboard* de orçamentação (Figura 8) tem o intuito de evidenciar os dados relativos à estimativa de custos do projeto, dos parâmetros 5D, apresentando uma tabela em formato de orçamento, um gráfico circular que possui informações de quantidades por elemento e um gráfico de barras com dados dos custos pelas descrições do *Uniclass*.

Figura 8 – Dashboard de Orçamentação



Fonte: Autor

A outra dashboard (Figura 9) corresponde aos dados relativos à operação e manutenção da fração, que apresenta duas tabelas com os dados do *COBie*. Permite a visualização das características dos produtos e as suas garantias. Ainda é possível ver estas janelas no *Navisworks*, ao isolar o respetivo *set*, conforme a Figura 10.

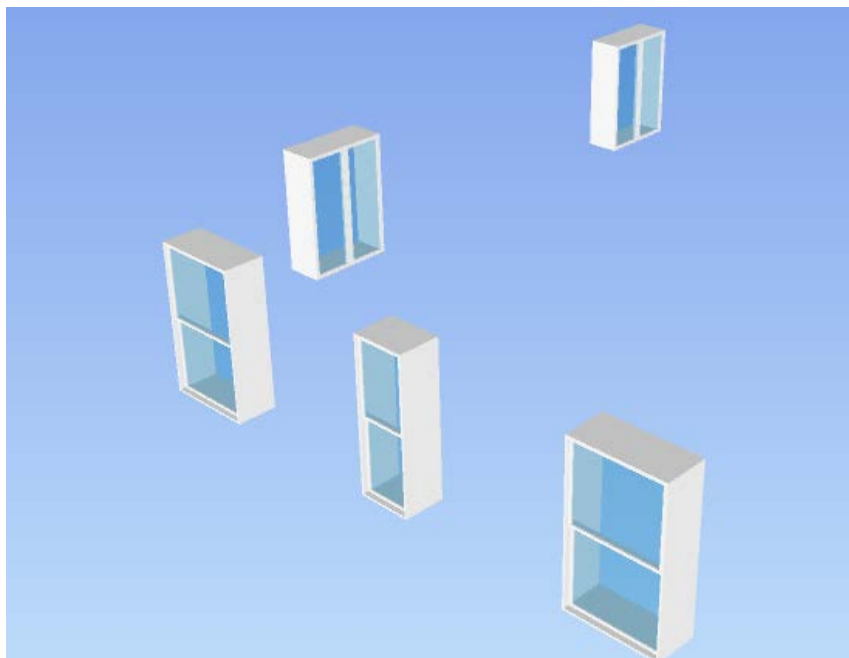
Figura 9 – Dashboard de Operação e Manutenção

DASHBOARD DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO									
PROJETO		ESPECIALIDADE		FILTRO		NÚMERO DE ELEMENTOS			
Bloco C Piso 1		ARQUITETURA		Windows		5			
Co. 45_10_74: Residential properties									
Name	Space	Manufacturer	ModelNumber	Material	Finish	Shape	Size	WarrantyDurationLabor	WarrantyDura
667317_Windows_V37 (1340 x 2300)	.1_Quarto	Gercima	n/a	Madeira maciça de casquinha	Acabamento lacado	Retangular	134x2300mm	10	anos
667436_Windows_V39 (1360 x 2300)	.3_Quarto	Gercima	n/a	Madeira maciça de casquinha	Acabamento lacado	Retangular	136x2300mm	10	anos
666931_Windows_V36 (1500 x 2100)	4_Quarto	Gercima	n/a	Madeira maciça de casquinha	Acabamento lacado	Retangular	1500x2100mm	20	anos
666957_Windows_V36 (1500 x 2100)	1_Quarto	Gercima	n/a	Madeira maciça de casquinha	Acabamento lacado	Retangular	1500x2100mm	20	anos
667339_Windows_V38 (800 x 2300)	.2_Quarto	Gercima	n/a	Madeira maciça de casquinha	Acabamento lacado	Retangular	800x2300mm	10	anos

Category	Name	Space	InstallationDate	WarrantyStartDate
EF_25_30 : Doors and windows	666931_Windows_V36 (1500 x 2100)	4_Quarto	18/02/2023	18/02/2023
EF_25_30 : Doors and windows	666957_Windows_V36 (1500 x 2100)	1_Quarto	18/02/2023	18/02/2023
EF_25_30 : Doors and windows	667317_Windows_V37 (1340 x 2300)	.1_Quarto	18/02/2023	18/02/2023
EF_25_30 : Doors and windows	667339_Windows_V38 (800 x 2300)	.2_Quarto	18/02/2023	18/02/2023
EF_25_30 : Doors and windows	667436_Windows_V39 (1360 x 2300)	.3_Quarto	18/02/2023	18/02/2023

Fonte: Autor

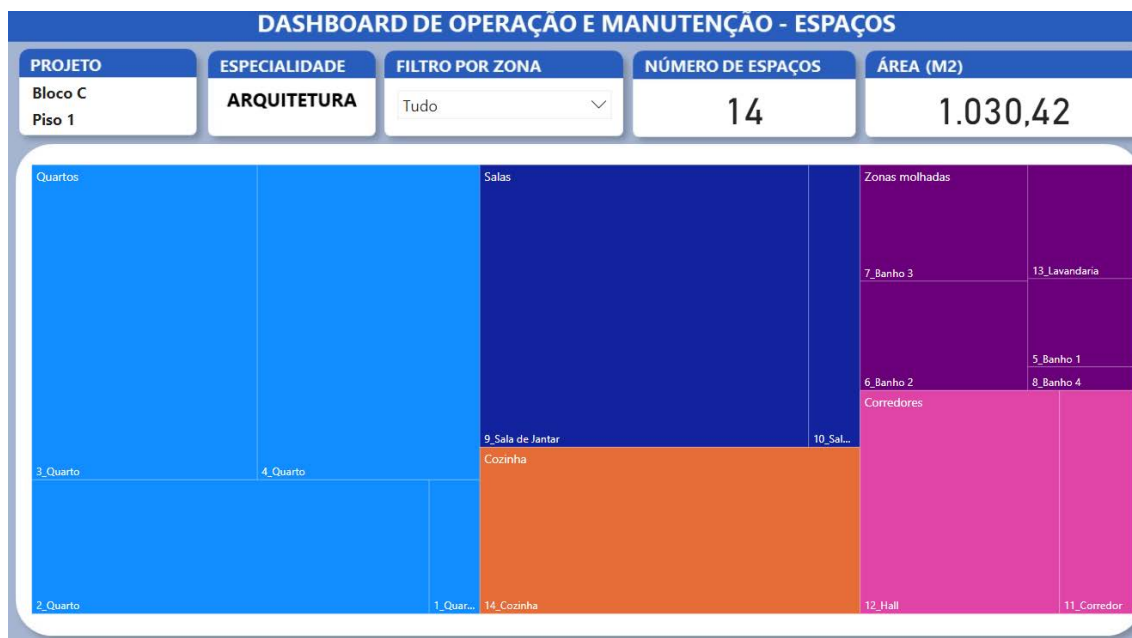
Figura 10 – Elementos de janelas isolados no *Navisworks*



Fonte: Autor

Para além destas *dashboards*, foi criada outra (Figura 11) para a visualização dos dados dos espaços da fração que combina os dados das folhas de *Space* e *Zone* do ficheiro *COBie*. Apresenta o número de espaços da fração, a área, e um gráfico *treemap* dos espaços, agrupados por zonas, indicando a sua área.

Figura 11 – *Dashboard de Operação e Manutenção dos Espaços*



Fonte: Autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aplicada constitui uma mais valia para as fases de projeto, construção, operação e manutenção de uma edificação, uma vez que proporciona uma melhor gestão da informação do modelo BIM, permitindo a extração das quantidades de trabalho, de dados sobre operação e manutenção do ativo e a elaboração de *dashboards*, que foram complementados com a visualização do modelo tridimensional da fração em estudo. Além disso, utiliza as rotinas do *Dynamo* que aumentam a produtividade de todo o processo.

Muito utilizadas no âmbito de negócios e no planeamento estratégico das organizações, as *dashboards* elaboradas no *Power BI* são uma importante ferramenta para apoiar a gestão de dados durante as fases do ciclo de vida de um empreendimento. Elas possibilitam a integração de várias tabelas de diversas fontes, organizando e apresentando a informação relevante de forma clara e interativa, o que permite uma melhor análise dos dados, além de otimizar as tomadas de decisão e facilitar a gestão de ativos.

Por último, é de ressaltar a importância do ficheiro *COBie*, uma vez que torna interoperável a gestão e manutenção de ativos ao entregar um manual eletrónico consolidado, com economia de tempo e custos.

REFERÊNCIAS

- ASSUNÇÃO, L.M. **Proposta de Metodologia Orientada para a Gestão da Informação Digital com Recurso ao BIM**. 2022. 161f. Relatório de Estágio (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- BOLPAGNI, M.; RIBEIRO, D.; GAVINA, R. **Industry 4.0 for the Built Environment: Methodologies, Technologies and Skills**. 1a ed. Suíça: Springer, 2022.
- Dashboard de Orçamentação, Operação e Manutenção, Operação e Manutenção - Espaços**. *Power BI App*, 2023. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMGZlZTI2NGUtMzBhYS00NDRLWI0MzYtYjI3MDQwMmE2NDA3IiwidCI6IjdhMGNkM2YzLTM0NGMtNGJiMS04YjE1LTExM2VkZTJhMTYyZCIsImMiOiJ9&pageName=ReportSectionf89da8fa20170001c999>>. Acesso em 18 jun. 2023.
- EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. 1.a ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- GRANI, H. **What is COBie and how is it (building)SMART**. Jan. 2016. Disponível em: <<https://blog.areo.io/what-is-cobie/>>. Acesso em: 7 fev. 2023.
- HAMIL, S. **What is Building Information Modelling (BIM)?** Set. 2021. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim>>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- International Organization for Standardization (ISO)*. ISO 22274: **Systems to manage terminology, knowledge and content - Concept-related aspects for developing and internationalizing classification systems**. Reino Unido: *British Standard Institution (BSI)*, 2013.
- LIMA, R. *et al.* **SECCLasS - Sustainability Enhanced Construction Classification System: Análise de conceitos, normas e sistemas de classificação da informação da construção**. Lisboa, 2021. Disponível em: <<https://secclass.pt/relatorios/analise-de-conceitos-normas-e-sistemas-de-classificacao-da-informacao-da-construcao/>>. Acesso em 23 abr. 2023.
- NUNES, H. M. **Sistemas de Classificação de Informação da Construção: Proposta de metodologia orientada para objetos BIM**. 2016. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- PELLEGRINO, E. *et al.* **Managing and Visualizing Your BIM Data: Understand the fundamentals of computer science for data visualization using Autodesk Dynamo, Revit, and Microsoft Power BI**. 1.a ed. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2021.
- ROBERTI, F.; FERREIRA, D. **Increasing Autodesk Revit Productivity for BIM Projects: A practical guide to using Revit workflows to improve productivity and efficiency in BIM projects**. 1.a ed. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2021.
- SOUSA, F.C. **A evolução de um modelo BIM de construção para gestão de empreendimentos.**, 2013. 196f. Relatório de Estágio (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.

URBAN RESILIENCE CONCERNING MOBILITY IN DOWNTOWN RIO DE JANEIRO - BRAZIL

RIBEIRO, THIAGO (1); RODRIGUES, KÊYSHILLA (2); BASTOS, OLAVO (3); DA COSTA, BRUNO (4); NAJJAR, MOHAMMAD (5); BOER, DIETER (6); HADDAD, ASSED (7)

(1) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: THIAGOSERRA@POLI.UFRJ.BR

(2) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: KEYSHILLA@GMAIL.COM

(3) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: OLAVOPCB@GMAIL.COM

(4) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: BRUNO.BARZELLAY@MACAE.UFRJ.BR

(5) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: MNAJJAR@POLI.UFRJ.BR

(6) UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI, E-MAIL: DIETER.BOER@URV.CAT

(7) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: ASSED@POLI.UFRJ.BR

ABSTRACT

Urban Resilience is a city's ability to resist and regenerate in the face of chronic problems and stress. The objective of this paper is to analyze the current situation of aspects of resilience linked to mobility and transport infrastructure and, finally, to propose improvements for the city of Rio de Janeiro. Projects carried out in Rio de Janeiro and other cities will be evaluated based on the comparison of aspects of the urban mobility culture of each city, seeking to highlight the critical points and potential for improvement in Rio, considering applicability and feasibility in the current context of the country and the city.

Keywords: Urban resilience, Transportation systems, Urban mobility.

1 INTRODUCTION

In the urban context, resilience is directly associated with the challenges of the growing urbanization of cities across the planet, with the total urban area having increased from 10% in the 1990s to over 50% just two decades later (Meerow et al., 2016). Associating the fact that today most of the population lives in cities with projections that point to population growth occurring almost entirely in urban areas, it is concluded that the impacts caused by global phenomena such as climate change, or even problems related to inefficient management of services and resources, economic

crises and conflicts are more serious in these places than in non-urbanized areas (Sharifi & Yamagata, 2014).

The city of Rio de Janeiro – the second most populous in the country, with more than 6.7 million inhabitants – is subject to the most diverse problems caused by the accelerated saturation of the urban environment, in part due to representing a migratory focus since its foundation. Cities like Rio de Janeiro are characterized by constant expansion and are recurrently faced with larger-scale challenges compared to the vast majority of cities. Regarding governance issues, it faces increasing environmental and humanitarian crises, associated with the wide social and economic diversity intrinsic to the city (RIO RESILIENTE, 2016; WEF, 2016).

In recent years, the municipal government has shown a strong presence on the world stage of urban resilience and sustainable development, with relevant participation in large-scale projects such as the Rockefeller Foundation's 100 Resilient Cities (RC) and the C40 Cities Climate Leadership Group. The focus of work and investment in the city was to host the 2016 Olympics, in addition to considering the development that would take place in the years prior to the event (RIO RESILIENTE, 2016). A considerable amount of the developed projects were linked to mobility and also to infrastructure improvements in different regions of the city. One of the most relevant was the harbor area revitalization project. A region that played a fundamental role in the development of the city since the colonial period, when it represented the economic center of the city. Historically rich, the port area – comprising the neighborhoods of Saúde, Gamboa, and Santo Cristo – suffered neglect from the public authorities throughout the 20th century. In this context, the Porto Maravilha project provided for the recovery of the area and the reassessment of this abandoned space with precarious infrastructure (AZEVEDO, 2016).

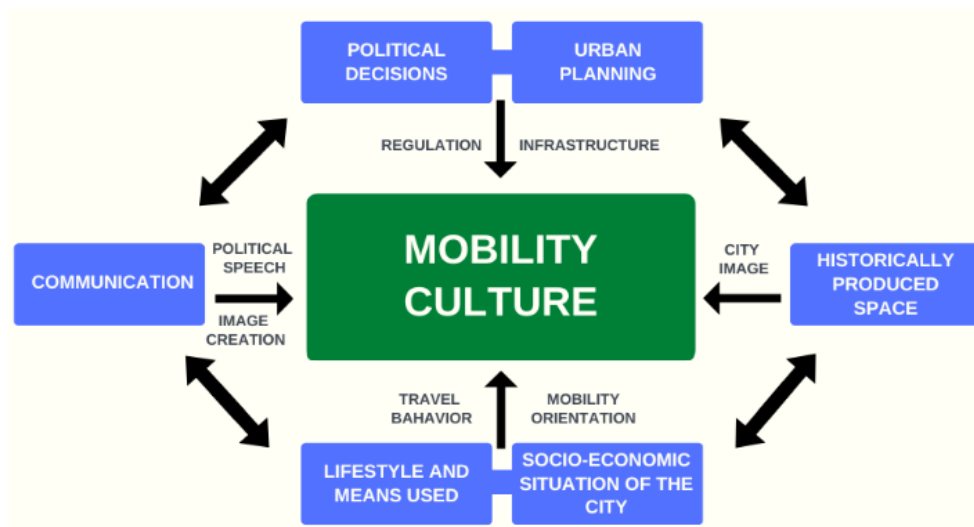
In addition to the harbor zone, the entire downtown area was also part of the municipal government's revitalization plans. Far from being a unique problem of the central region, the precariousness of transport services directly affects citizens' quality of life. Thus, mobility is a worrying factor in the city of Rio de Janeiro in terms of resilience (RIO RESILIENTE, 2016). The population finds itself hostage to low-quality public transport and high prices, which mainly affect the lower-income citizen, who is largely dependent on public services. This and many other trouble spots place the city in a vulnerable position in the face of recurring adversities that affect modern metropolises around the world. The fragility of the urban system explains the dimension of the challenge that Rio de Janeiro will face to become more resilient.

Therefore, the objective of this research is to analyze the current situation of resilience aspects related to mobility and transport infrastructure, and, to propose improvements for the city of Rio de Janeiro.

2 MATERIALS AND METHODS

Klinger et al. (2013) attribute the basic characteristics that can help define a city's mobility culture to 23 indicators that are summarized in the Mobility Culture Diagram (Figure 1). In this paper, an adaptation will be made of the German study "Dimensions of Cultures of Urban Mobility – A comparison of German cities" Klinger et al. (2016), applied in 44 cities. The 22 indicators present in the original research could not be used directly, as cities from different countries will be used for the evaluation carried out in this study.

Figure 1 - Mobility Culture Diagram



Source: Adapted from Klinger et al. (2013).

The cities choice for evaluation was based on the list of 100 RCs, as they already have the potential for resilience as a common feature. The difficulty in obtaining data was also a limiting factor in the analysis process, especially for data from qualitative surveys and public opinion, which depend on the existence of similar surveys for the cities studied. Another twelve cities participating in the 100 RCs were selected due to their relatively similar characteristics to those of Rio de Janeiro. Data were also obtained from five other cities that are not part of this German study, but which, as they appear in most of the mobility studies used as a basis for the proposed analysis, were included for comparative purposes.

The cities of São Paulo, Paris, London, Boston, New York, Santiago, Barcelona, Lisbon, Rome, Singapore, Chicago, and Toronto were evaluated, and Rio de Janeiro, which constitutes the group of thirteen cities of the 100 evaluated RCs that will be categorized. The five cities used for comparison are Hong Kong, Moscow, Berlin, Munich, and Madrid.

The combination of indicators makes it possible to comparatively evaluate the most important items in each city, based on their greatest weaknesses and strengths, as well as the topics to be improved for the development

of a greater degree of resilience. The indicators are divided into five categories: Public Assessment; Urban morphology; Socioeconomic data; Infrastructure; Demand and number of trips.

As the data come from different sources, with different measurement units, they will be standardized individually in a comparative way across cities.

The concepts of Resilience and Sustainability in Mobility were used to define the parameters for calculating the indicators. The relationship between the raw data and its impact on the city's mobility culture will indicate whether it adds value to the aforementioned resilience concepts. Numbers can vary between 0 (zero) - worst case - and 1 (one) - representing the value that would have a more positive impact on the cities' mobility.

For example, the Ticket/Average Wage ratio is inversely proportional to the quality in the mobility culture, as it represents a limiting factor for access to public transport. Considering "I" as the normalized value of the indicator and "V" as the raw data value (Eq. 1):

$$I_i = 1 - \frac{V_i - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \quad (1)$$

Satisfaction Index and per capita GDP indicators represent factors that positively influence the assessment of a city's Mobility Culture. Still considering "I" as the normalized value of the indicator and "V" as the raw data value (Eq. 2):

$$I_i = \frac{V_i - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \quad (2)$$

In some indicators that represent spatial and demographic characteristics, such as urban morphology, the relationship of influence on the Culture of Mobility is not easily analyzed based on raw data. For this reason, these indicators were initially defined as being proportional to the Culture of Mobility (the higher the value, the higher the indicator), so that they can be analyzed together with other indicators where this relationship is more evident, and finally associate them together. To assist in the consistency of the calculated indicators, three new indicators will be used. They will work as an external reference for evaluating the results of each category. Due to the complexity of the topic and the lack of in-depth studies on the categories individually, we will use the three sub-indices of the study developed by Arcadis in 2017 in the calculation of the Sustainable Cities Mobility Index, to highlight discrepancies and guide the results obtained from the raw data:

- People: It relates the social and human implications in urban mobility;
- Planet: Focused on environmental impacts and cities' future goals for mobility and sustainability;
- Profit: Related to the system's efficiency and reliability to facilitate growth and support local businesses.

Table 1 - Urban Mobility Culture Indicators

Category	Concepts in the Mobility Culture Scheme	Indicators
Urban Morphology	Historically produced space Urban planning	Population
		Urban density
Socioeconomic Data	Socioeconomic status of the city	per capita GDP
		Ticket/Average wage
Infrastructure	Infrastructure	Average travel time per day (min)
		% Long trips (+2h/day)
		Average waiting time (min)
		Average travel distance (km)
		% Long trips (+12km)
		% of people who make at least one connection on a route
		% of people who make at two or more connections on a route
		Average distance in 1 route (km)
		% Walking more than 1 km on a route
Extra congestion time		
Demand and Travel	Travel behavior	Motorized transport
		Modal division - On foot
		Modal division - Bicycle
		Modal division – Public Transport
		Modal division – Car
Public Opinion	Mobility orientation	Satisfaction in Public Transport

3 RESULTS AND DISCUSSION

Normalization will consider the raw data values, taking the maximum as benchmark 1 (one) and the minimum as benchmark 0 (zero). For indicators where the highest raw value represents a negative impact on mobility, the value will be inversely normalized, where the minimum value will represent 1 (one), and the maximum value will represent 0 (zero) in the indicator.

From the calculated indicators, the points in which each city stands out positively or negatively can be easily related.

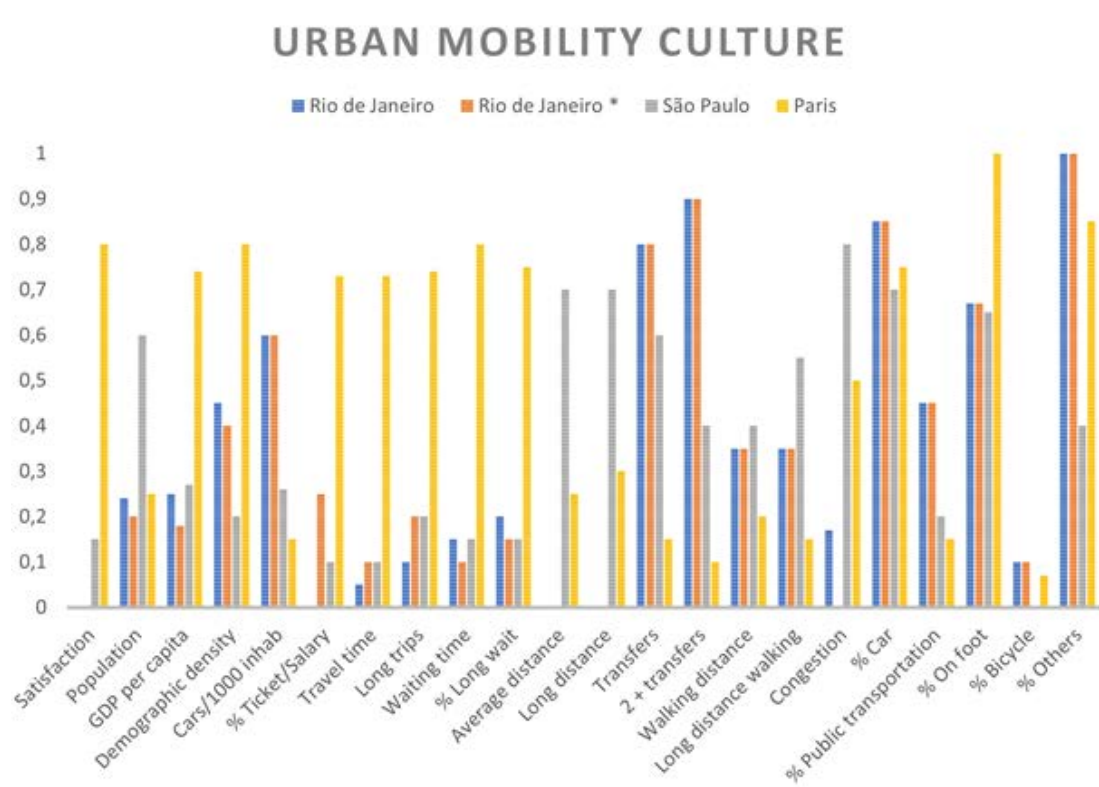
3.1 Strengths

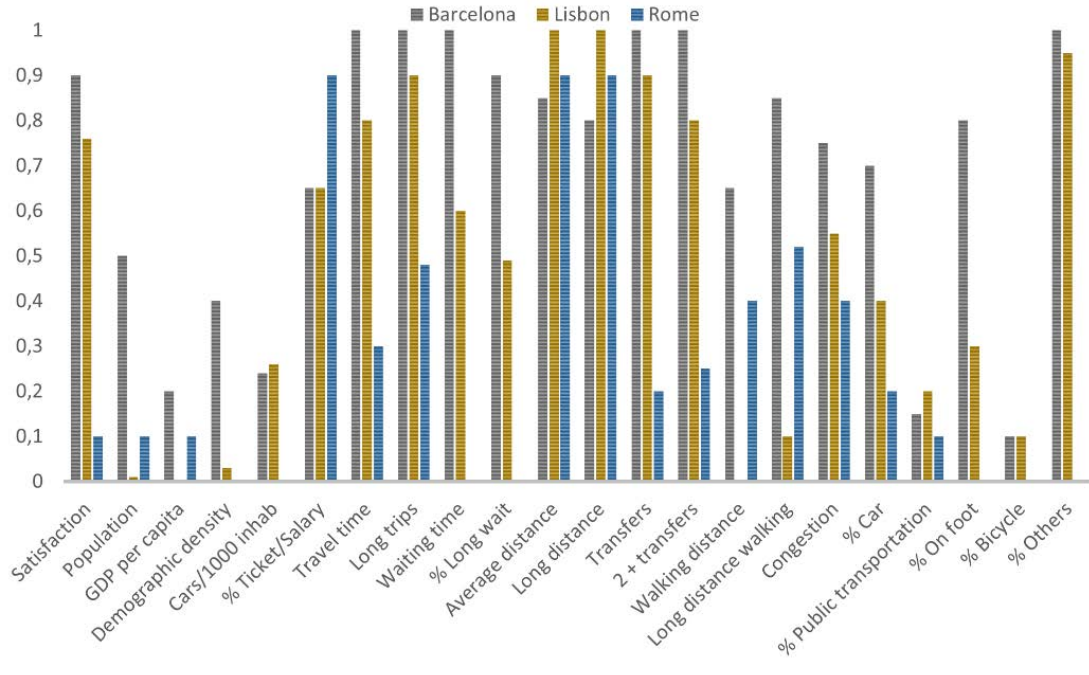
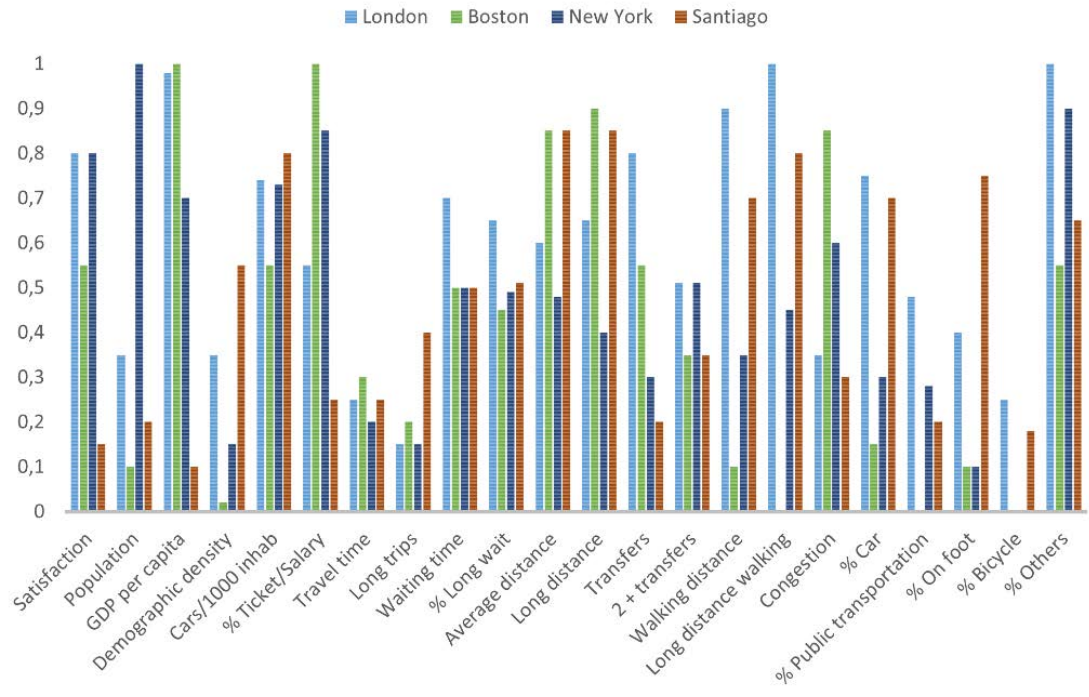
Despite being one of the main tourist centers in the country and having the second-largest GDP, inequality causes the city of Rio de Janeiro to lag behind in socioeconomic issues. The city has a wide variety of transportation modals, positioning itself at the top of the classification of these indicators. Investments related to major events tend to further improve these indicators for the next few years since many of the surveys refer to previous periods, or that occurred at the time of the events.

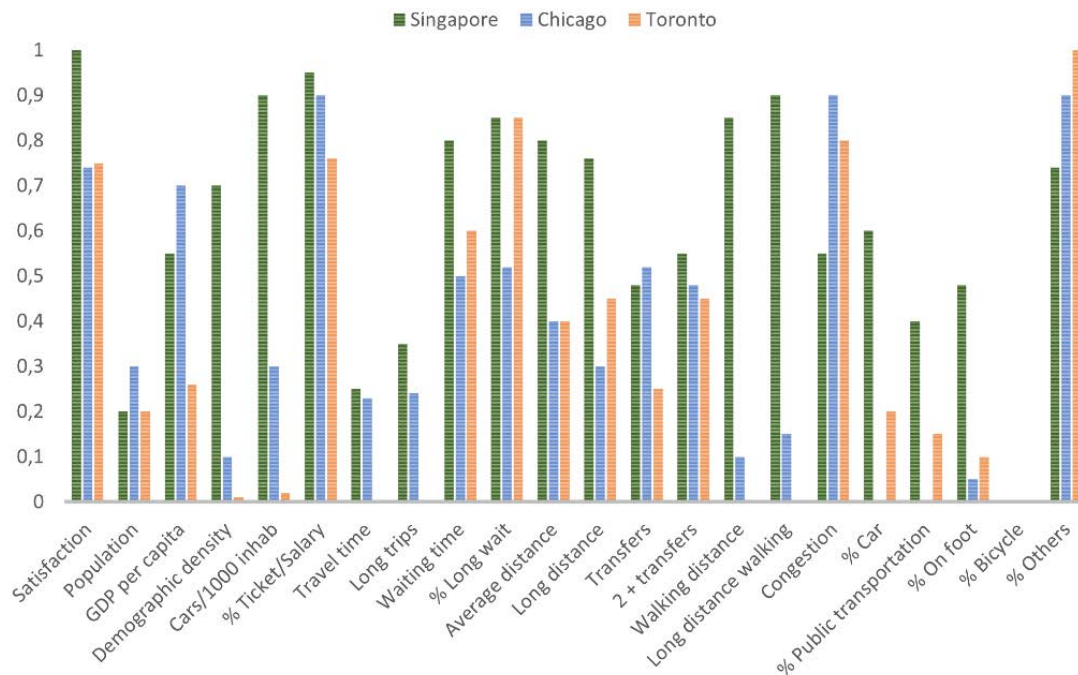
3.2 Challenges

As can be seen, the city of Rio de Janeiro stands out negatively in comparison with other cities in the 100 RCs, with a negative reference in four indicators (Figure 2): Satisfaction; Ticket/Average Wage; Average Travel Distance; Long Distance Travel. In addition, it is below average in the vast majority of indicators, being among the three worst positions in the other four indicators: Average Daily Commute Time; Long Trips; Average Waiting Time; and Long Waits. The satisfaction index is aligned with the result of the calculated indicators, mainly those that are directly related to the quality of the service offered and, consequently, affect the citizens' quality of life. Rio de Janeiro will be evaluated both in the period before and after the major events of the World Cup and the Olympics, seeking to show how the impacts were caused on the city's mobility. In the absence of data, the growth projection observed in previous years was used.

Figure 2 – Urban Mobility Culture







The estimated value of monthly expenses with public transport in the city of Rio de Janeiro is below most of the analyzed cities. However, on the other hand, the lowest salary among all cities makes the Ticket/Average Wage rate also the lowest. The inequality present in the city can be evidenced by placing the two socioeconomic indicators side by side, where Rio de Janeiro can be seen ahead of some cities in the per capita GDP. The population is spread throughout the city. With employment centers located mostly in the central region and few housing options nearby that are really accessible to the vast majority of the population, the average commute distance in Rio is the highest among all cities, exceeding 12 km in 37% of total trips. The average is above even what is considered a long-distance trip.

The indicators of Average travel time and Long trips, where Rio de Janeiro is just ahead of Toronto, are also explained by the above-mentioned reasons. The city's decentralization makes travel long and the population spends a good part of the day on the "home-work" route. The Extra Congestion Time indicator also highlights the mobility challenges in the city of Rio de Janeiro. The city is also in last place in this indicator, although there has been a considerable improvement between 2014 and 2016, reducing four percentage points. The city leads the modal share of public transport and cars, but unlike Toronto, congestion time remains high due to the poor quality of infrastructure, exposed by the recurrence of accidents and palliative maintenance works.

In addition to the difficulty of getting around the city and the long periods of trips that last longer than would be necessary for normal traffic, the population has to face long waiting periods for public transport. The city's congestion and the low quality of services result in transport that lacks punctuality and regularity of lines, increasing daily journeys by up to 40 minutes (Table 2). The decrease in extra congestion time is offset by the

increase in the monthly Ticket/Average Wage. Ticket price readjustments have occurred frequently in recent years, causing great dissatisfaction among the population.

Table 2 – Indicators – Best Placed and Rio de Janeiro’s Position

Indicator	Best Placed	Value	Rio de Janeiro’s Position	Rio de Janeiro’s Value
% Satisfaction	Singapore	83.00%	13	30.00%
Population (millions of citizens)	New York	18.90	6	6.69
Per capita GDP (USD)	Boston	96.05	9	45.60
Urban density (1000 inh./km ²)	Paris	9.19	4	5.57
Cars / 1000 inh.	Singapore	101.00	7	305.00
% Ticket / Average Wage	Boston	2.00%	14	9.50%
Average travel time per day (min)	Barcelona	50.00	13	95
% Long trips (+2h/day)	Barcelona	8.00%	13	32.00%
Average waiting time (min)	Barcelona	10.00	11	19.00
% Long wait (+20 min)	Barcelona	9.00%	11	35.00%
Average travel distance (km)	Lisboa	6.30	13	12.30
% Long trips (+12km)	Lisboa	10.00%	13	37.00%
% of people who make at least one connection on a route	Barcelona	58.00%	4	62.00%
% of people who make at two or more connections on a route	Barcelona	13.00%	2	16.00%
Average distance in a single walking (km)	London	0.53	8	0.70
% Walking more than 1 km on a route	London	11.00%	8	21.00%
% Extra congestion time	Chicago	26.00%	13	47.00%
% private car	Rio de Janeiro	20.00%	1	20.00%
% public transport	Rio de Janeiro	49.00%	1	49.00%
% on foot	Paris	46.00%	5	29.00%
% bicycle	London	5.00%	3	2.00%
%others	Rio de Janeiro*	0.00%	1	0.00%

3.3 Proposals and Recommendations for Potential Improvements

Among the related items, some topics of potential development stand out, ordered by level of complexity:

- Expansion of metro and light rail vehicle (LRV) lines to areas of interest (airport, bus station, etc.): Still far from ideal, the city’s economic limitations prevent investment in expanding existing systems.
- Construction of elevated urban roads/viaducts: Because they are visually less pleasant, the possibility of implementing these structures is usually rejected, even though they may represent a cheaper and faster solution to the problem of traffic retention, as is already the case in several cities around the world.
- Encouraging decentralization through the creation of new economic micro-poles in different regions of the city: This is a

medium to a long-term solution, as it depends on the stabilization of these locations. Since its foundation, the city has revolved around the port area and central region, and most of the opportunities and investments are located in these places. The city still presents some resistance to this decentralization trend, which is strongly recommended in the development of urban resilience due to social, environmental, and economic factors, among others.

- An incentive for the occupation of the Port Area: The focus of most investments is linked to major events, the region has evolved in terms of infrastructure, but is still unoccupied. The insecurity of the population and investors in the State economy as a whole means that confidence does not grow and investments are held back. The economic crisis faced by the city affect the continuity of investments that started long before 2014. Actually, much of what was placed in the port region was not used or is being underutilized. The region has great potential due to its privileged location. With the increase in the presence of companies and residents, the trend is to attract investment again.
- Creation of Special Transport Tickets for Residents: The city has several modals that work in isolation. Intermodality is precarious, which affects the resident's budget and limits access to mobility. Some systems offer a certain interface between them, but nothing effective that significantly improves the population's quality of life. The creation of transport tickets for residents, valid from one month to one year, following European standards, could present an accessibility solution. With a limited number of daily accesses and the payment of a fee that would represent a lower value for each trip, it would influence the population to use public transport, which could reduce congestion levels. In this context, the growing home office movement can also help to significantly reduce the number of passengers, if adopted on a massive basis.

4 CONCLUSIONS

The concept of resilience has gained notoriety around the world for the importance that has been given to the development and preparation of the entire urban environment so that it is not vulnerable to the most varied problems and challenges that cities currently face. The diagnoses carried out together with the 100 RCs demonstrate the seriousness of the situation in the city. From problems related to climate catastrophes to problems intrinsic to the structure (or lack of it) for the most diverse basic services, such as sanitation, security, and transport.

The evaluation carried out in this work, concerning the aspects that define the city's mobility culture, can reinforce the idea that the transport quality and access to mobility in Rio de Janeiro are extremely precarious. Therefore, globally, it presents the worst situation concerning these aspects within the cities used for comparison. Indeed, the city showed an

evolution between the years that comprised the holding of the World Cup in Brazil and the Olympics in Rio de Janeiro, but the population's satisfaction is still not at an acceptable level. But it is important to emphasize that Rio de Janeiro has the potential to change these parameters and, therefore, proved to be suitable for international institutions that were able to host large-scale events that took place in the city.

There are projects that, if executed and implemented correctly, in the way they were planned, can bring to Rio the legacy that was promised when the city accepted to host these major events. However, the ills of governance that is often questionable, make the confidence of the population and foreign investors tend to decrease more and more. For the city of Rio de Janeiro to be truly resilient, the spheres responsible for the feasibility and execution of projects must act with efficiency and transparency. This is the only way to make the city grow economically and improve the citizens' quality of life.

ACKNOWLEDGMENTS

Assed Haddad would like to acknowledge "Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico" (CNPq), and "Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro" (FAPERJ), which helped in the development of this work. Bruno B. F. da Costa would like to acknowledge "Prefeitura Municipal de Macaé", which helped in the development of this work. Dieter Boer would like to acknowledge financial support from the "Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades" of Spain (ID2021-123511OB-C33 & TED2021-129851B-I00).

REFERENCES

MEEROW, S.; NEWELL, J.P.; STULTS, M. Defining urban resilience: A review. **Landscape and Urban Planning**, v. 147, pp. 38–49, 2016.

SHAARIFI, A.; YAMAGATA, Y. Resilient urban planning: Major principles and criteria. **Energy Procedia**, v. 61, p. 1491–1495, 2014.

RIO RESILIENTE. **Resilience Strategy of the City of Rio de Janeiro**, 2016, pp. 51.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Inspiring Future Cities & Urban Services Shaping the Future of Urban Development & Services Initiative**. April 2016. Available: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Urban-Services.pdf. Accessed in: June 15, 2022

AZEVEDO, A.N.; PIO, L.G. Between the port and history: urban revitalization and new historicities in the port of Rio de Janeiro with a view to the 2016 Olympics. **Tempo e Argumento**, v. 8, n. 19, pp. 185–208, 2016.

KLINGER, T.; KENWORTHY, J.R.; LAZENDORF, M. Dimensions of urban mobility cultures - a comparison of German cities. **Journal of Transport Geography**, v. 31, pp. 18–29, 2013.



AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA EM REFORMA DE IMÓVEL COM IMPLEMENTAÇÃO BIM

PEDRON HAJJAR, AYLÁ (1); HADDAD PAIVA, BRUNA (2); SAAD TRAVASSOS DO CARMO, CRISTIANO (3); DOMINGUEZ SOTELINO, ELISA (4)

(1) PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: AYLAPEDRON@HOTMAIL.COM

(2) PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: BUBUHADDAD@HOTMAIL.COM

(3) PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: CSAAD@PUC-RIO.BR

(4) PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, E-MAIL: SOTELINO@PUC-RIO.BR

RESUMO

O mercado imobiliário é um setor importante para a economia brasileira e a utilização de tecnologias modernas, como o BIM, pode contribuir para sua modernização. Nesse contexto, o presente trabalho aborda o conceito de valorização imobiliária por meio da compra, reforma e venda de apartamentos e identifica duas tipologias possíveis de reforma para um imóvel, concluindo que uma delas tem maior possibilidade de retorno na operação. A utilização de softwares BIM se destacou como uma ferramenta eficiente, permitindo projetos mais ágeis, intercomunicáveis e visuais, solucionando problemas ainda em fase de planejamento, o que otimiza custos e prazos. A pesquisa evidencia a importância do estudo de viabilidade técnica e financeira na tomada de decisão de investimento nesse mercado imobiliário, principalmente em tempos de crescente demanda.

Palavras-chave: Reforma residencial; Valorização imobiliária; BIM; Estudo de viabilidade.

ABSTRACT

The real estate market is an important sector for the Brazilian economy, and the use of modern technologies, such as BIM, can contribute to its modernization. In this context, the present work addresses the concept of real estate valuation through the purchase, renovation, and sale of

apartments, and identifies two possible renovation typologies for a property, concluding that one of them has a higher possibility of return on investment. The use of BIM software stood out as an efficient tool, allowing for more agile, interconnected, and visual projects, solving problems even in the planning phase, which optimizes costs and deadlines. The research highlights the importance of technical and financial feasibility studies in investment decision-making in this real estate market, especially in times of increasing demand.

Keywords: Residential renovation; Real estate appreciation; BIM; Feasibility study.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é responsável pela produção e gestão de diversas obras, desde pequenas reformas até grandes projetos de infraestrutura. Essa indústria é essencial para o bem-estar econômico, social e ambiental e tem acompanhado o desempenho financeiro brasileiro. O mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) faz parte da indústria da construção civil e especialistas preveem que ele passará de US\$ 7,2 bilhões em 2020 para US\$ 15,8 bilhões em 2028 em valor de mercado global.

O uso de softwares de modelagem de informações de construção (Building Information Modeling, BIM) é um dos principais fatores impulsionadores do crescimento de empresas desse setor. O BIM otimiza a produtividade dos funcionários, o gerenciamento das informações e a tomada de decisões, minimizando erros e omissões. Além disso, o setor de construção civil no Brasil tem sido resiliente, com um crescimento de 9,5% apenas no primeiro semestre de 2022 (CNN Brasil, 2022), fazendo com que seja um mercado altamente atrativo para investimentos.

Para garantir a rentabilidade e exequibilidade do investimento, é necessário realizar uma análise financeira prévia, além de um planejamento estratégico que auxilie no desenvolvimento de metas e na concentração de esforços. Observa-se um direcionamento estratégico global para a utilização de tecnologias digitais, o que significa que o setor também deve se modernizar nesse sentido, sendo o BIM um ótimo aliado, pois permite conectar diversas disciplinas, de planejamento e execução.

O presente trabalho se encarrega de realizar um estudo de caso de uma reforma residencial no Rio de Janeiro, utilizando o programa computacional Revit e o Navisworks para compatibilização entre disciplinas, além do Project para o cronograma da obra e o Excel para o orçamento. O objetivo é apresentar a vantagem do uso de softwares BIM para viabilizar técnica e financeiramente o investimento em uma reforma. Serão criadas duas tipologias de reforma para comparar seus resultados, abordando temas como gestão e controle de obras, desenvolvimento de projetos, estudo de viabilidade técnica e financeira e valorização da propriedade. O objetivo é entender o potencial de retorno através da operação de compra, reforma e venda, avaliando a

factibilidade do investimento e identificando qual tipo de reforma se mostra mais lucrativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Building Information Modeling (BIM)

A Modelagem de Informação da Construção (BIM) é uma metodologia que auxilia na elaboração de modelos, simulações 3D e nos quantitativos de insumos e mão de obra, facilitando o cronograma, o orçamento e a compatibilização das mais diversas áreas na construção civil. O crescimento acelerado dessa indústria no Brasil tem demandado um planejamento e acompanhamento tecnológico para evitar custos não previstos e atrasos no cronograma. A utilização da metodologia BIM contribui para a minimização dos erros construtivos e de projeto, além do crescimento da produtividade do trabalhador e do controle de informações da construção. É possível integrar o modelo 3D desenvolvido no software Revit com os mais diversos programas de gerenciamento para auxiliar ainda mais a fase de planejamento de obras.

A modelagem com o auxílio do BIM traz inúmeras vantagens em comparação aos projetos tradicionais no software AutoCAD, principalmente pelo fato de os elementos serem parametrizados. Dessa forma, a partir de um banco de dados que contém as mais diversas características e propriedades do objeto modelado, os ajustes ocorrem de forma automática sempre que houver alguma mudança no projeto. Além disso, com a utilização do BIM, todos os desenhos e documentos gerados são compatíveis, ou seja, uma mudança no modelo é automaticamente propagada para todas as vistas.

Apesar de todos os benefícios trazidos pela utilização do BIM, a metodologia ainda era pouco explorada no Brasil em 2018, onde apenas 9,2% das empresas do ramo da construção civil faziam uso da ferramenta (FGV, 2018). Isso se dá pelo desconhecimento da tecnologia, a crise econômica e setorial, além dos custos de investimento na ferramenta e a necessidade de mão de obra qualificada para a implementação e utilização do software, bem como a resistência para modificar o programa já utilizado pelas empresas.

Em 2018, foi sancionado o decreto nº 9.377, conhecido como Estratégia BIM Brasil, com o objetivo de disseminar e promover um ambiente apropriado ao investimento do BIM no Brasil por meio de nove objetivos, após a instituição do comitê estratégico de implantação da metodologia em 2017. Posteriormente, em 2019, publicou-se o decreto nº 9.983, que atualizava o anterior e oferecia destaque à criação da plataforma BIM BR, a biblioteca digital de objetos BIM. Em 2020, o decreto nº 10.306 estabeleceu a utilização da metodologia na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia públicos, com o objetivo de ampliar a produtividade da construção civil ao longo dos anos.

2.2 Estudo de viabilidade técnica-financeira

O conceito de viabilidade de um projeto pode ser definido pela sua capacidade de atribuir benefícios a um ativo, de acordo com Samanez (2010), podendo ser qualitativos ou quantitativos. A valorização "qualitativa" de um bem está relacionada a quaisquer benfeitorias executadas, "relativo à qualidade ou natureza dos objetos" (PRIBERAM, 2022), que desenvolvam alguma melhoria em suas características mutáveis. No caso de um imóvel, é possível valorizá-lo qualitativamente, por exemplo, a partir de reformas físicas, sejam nas disciplinas estruturais, de instalações, arquitetônicas ou até mesmo decorativas.

Por outro lado, a valorização quantitativa de uma posse diz respeito ao volume de apreciação financeira para aferição de rentabilidade (Motta e Calôba, 2002). Ainda segundo os autores, ela pode ser medida a partir da taxa interna de retorno (TIR), de forma que "dada uma alternativa de investimento, se a taxa de retorno, calculada, for maior que a taxa mínima de atratividade do mercado, a alternativa merece consideração. Caso contrário, a alternativa será rejeitada".

Ainda, pode-se obter a valorização de um bem por meio de políticas de revitalização, manutenção e segurança do local, por exemplo (Monteiro et al., 2013). A execução de reformas nesse sentido também pode se apresentar como solução para agregar valor ao bem, quantitativamente, podendo ser uma boa opção de aplicação para investidores do ramo.

Dessa forma, tem-se que a remodelação de um imóvel aparenta ser um atributo capaz de valorizá-lo tanto quantitativa, quanto qualitativamente. Para acurar essa informação, faz-se necessário, antes da execução do projeto (Balarine, 2004), um estudo de viabilidade da execução de tal reforma. Isto é, realizar as análises de engenharia sobre as possibilidades técnicas e legais para o empreendimento em questão, além de obter as informações sobre a exequibilidade da obra, econômica e financeiramente.

A fim de executar o estudo de viabilidade financeira de um projeto (Cadman, 1995) indica que, para essa avaliação prévia, podem ser utilizados formatos simples de comparação entre custos e receitas totais, descontando as devidas taxas para uma data fixa, que pode ser a da realização do estudo. Balarine ainda elucida que os métodos que consideram o valor do dinheiro no tempo têm como objetivo verificar se o projeto em análise produz uma taxa de retorno adequada, como é o caso da Taxa Interna de Retorno (TIR), responsável por zerar o Valor Presente Líquido (VPL), conforme Equações 1 e 2.

$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n} \quad (1)$$

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{|C_t|}{(1+i)^t} = 0 \quad (2)$$

Sendo:

VP: Valor Presente

VF : Valor Futuro

R_t : Receita, em t (de $t = 1$ a $t = n$)

C_t : Custos, em t (de $t = 1$ a $t = n$)

i : taxa de desconto, TIR quando $VPL=0$

t : tempo decorrido entre o início e fim do projeto

n : período do projeto

As receitas e despesas do projeto devem ser abordadas, sendo a TIR a taxa que torna VPL igual a zero, isto é, a partir da qual o projeto passa a ser viabilizado. Já a taxa mínima de atratividade (TMA) está relacionada ao valor da moeda no tempo para o investidor. Por esse motivo, o autor Balarine recomenda, como indexador indicado para o país, o Custo Unitário Básico (CUB), que é "levantado mensalmente nas principais cidades do país pelos sindicatos das indústrias de construção civil locais, já que aceito legalmente como indexador dos contratos de financiamento de longo prazo na atividade imobiliária (MP 1053, de 30/06/95, Art.2o.)". De acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio de Janeiro (Sinduscon-Rio, 2022), em setembro o CUB registrou aumento de 10,53% nos últimos 12 meses, podendo utilizá-lo como TMA para projetos imobiliários.

No entanto, a taxa básica de juros da economia brasileira, a Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia), que é livre de riscos, desempenha um papel fundamental na determinação da taxa mínima de atratividade de investimentos em geral (Silva e Janni, 2021). Ela é determinada pelo Banco Central e exerce influência direta em todas as demais taxas de juros do país (Banco Central do Brasil, 2022), estando fixada em 13,75% a.a., em outubro de 2022. Esse valor é superior ao CUB, logo, utilizá-lo para esse fim é uma decisão mais conservadora. Segundo os autores, o retorno de uma decisão deve ser, ainda, recompensado pelo risco atribuído, conforme ilustra a Equação 3.

$$TMA = T_{livre\ de\ risco} + T_{prêmio} \quad (3)$$

Sendo:

$T_{livre\ de\ risco}$: taxa livre de risco, utiliza-se a Selic, de 13,75% ao ano

$T_{prêmio}$: taxa de prêmio pelo risco do ativo, a ser definida

Dessa forma, inicialmente, nesse trabalho, se considera a TMA como apenas a Taxa livre de Risco, para depois determinar qual prêmio sobre a Selic o investimento promete como remuneração. Ainda (Silva e Janni, 2021), para análise decisória de projetos através da TIR, tem-se o seguinte raciocínio:

$TIR > TMA$: Projeto economicamente viável

$TIR = TMA$: Projeto indiferente

$TIR < TMA$: Projeto economicamente inviável

Portanto, traz-se todas as receitas e despesas do projeto para o valor presente ($VP_{receita}$ e $VP_{despesa}$), incluindo o Imposto sobre Valorização Imobiliária ($IMP_{val\ imob}$), o que possibilita determinar o Resultado Líquido (R_{liq}), conforme Equação 4. Com isso, a partir do *software* Excel, pode-se determinar a TIR, que zera o VPL e, enfim, compará-la à TMA.

$$R_{Liq} = VP_{receita} - VP_{despesa} - IMP_{val\ imob} \quad (4)$$

3 METODOLOGIA

A metodologia de trabalho consistiu em criar o projeto de reforma em BIM e determinar a capacidade de geração de lucro financeiro, correlacionando-o com a exequibilidade técnica da obra proposta. Para tanto, foi modelado o processo de negócio e as atividades específicas que seriam impactadas pela metodologia BIM, bem como o fluxo de informações entre processos.

Por definição, um processo de um negócio consiste em atividades, recursos e tarefas-chaves em busca de atingir produtos relevantes e otimizados. Ao ordenar as atividades de trabalho no tempo e no espaço, com começo, fim, entrada e saídas bem definidas, tem-se um processo (Davenport, 1994). Assim, torna-se importante realizar a gestão desses processos, focando na sua otimização e oportunidades de melhorias, de forma a “criar um modelo por meio da construção de diagramas operacionais sobre seu comportamento” (Valle e Oliveira, 2009).

A Business Process Model and Notation (BPMN) surge nesse cenário, como um padrão de diagrama com notação gráfica, prática e intuitiva, em que os processos são descritos (Squizani e Prass, 2018). Assim, determinou-se a modelagem do processo desse trabalho como relevante para o escopo, de modo a embasar o conteúdo estabelecido, através da análise, desenho e implantação de um fluxograma em BPMN'. Em sequência, são apresentados o mapa de processos e o descritivo do fluxo de trabalho.

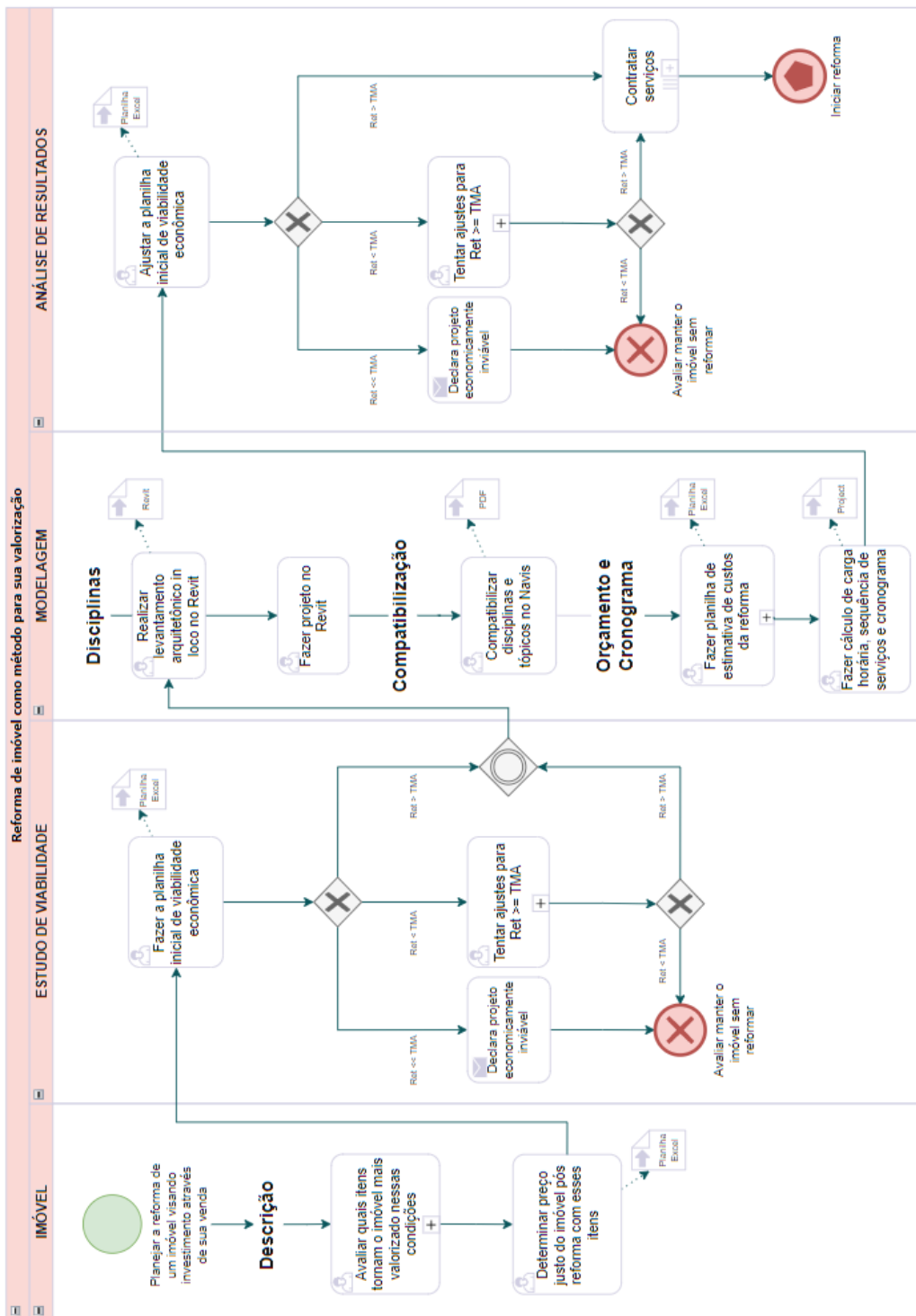


Figura 1 - Fluxograma em BPMN

O método utilizado consiste na determinação de viabilidade técnica e financeira do projeto, seguida de sua implementação no software Revit, na versão educacional, a partir das diretrizes de projeto definidas em conjunto com as necessidades do cliente. Em sequência, as disciplinas de orçamento e cronograma são discutidas, atuando como requisitos de planejamento do empreendimento, uma vez que estão diretamente relacionadas a sua exequibilidade. Por fim, é realizado um estudo de

compatibilidade de todas as temáticas envolvidas, que é facilitado com o uso do Revit.

Especificamente nos processos de estudo de viabilidade, primeiro foi estimado o valor presente do custo do condomínio (C_{cond}) pela equação (5) de conversão de taxa anual para taxa mensal e equação (6) de séries periódicas uniformes com prestações mensais (R), por um tempo (n), em meses) a uma taxa mensal:

$$(1 + i_a)^1 = (1 + i_m)^{12} \quad (5)$$

$$C_{cond} = R \left[\frac{(1+i_m)^n - 1}{(1+i_m)^n \times i} \right] \quad (6)$$

Em seguida, deve-se determinar o orçamento preliminar, isto é, o limite orçamentário de dispêndio financeiro para a execução do projeto. O montante pode ser identificado a partir de obras semelhantes executadas, caso exista esse histórico, ou através de referências, como a tabela Custos Unitários Básicos de Construção (CUB/m²) (SindusconRio, 2022).

Depois, acrescenta-se ainda a taxa de administração sobre o custo da obra, destinada ao seu responsável técnico. De acordo com o Sistema Integrado de Engenharia (SIENGE, 2022), para construtoras de baixo faturamento anual, essa porcentagem varia de 10% a 20%. Para efeitos de cálculo, será utilizado 15%.

Assim, obtém-se o Valor Total Gasto ($VP_{despesa}$), de acordo com a Equação 7.

$$VP_{despesa} = VC + V_{ITBI} + V_{RGI} + V_{cert} + V_{IPTU} + C_{cond} + VR_{estimada} + TA_{obra} \quad (7)$$

Adiante, no fluxo de processos, é necessário determinar o valor justo de venda do imóvel reformado, montante alvo de valorização. Para esse cálculo, a NBR 14653-2 (ABNT, 2011) indica o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) com tratamento por fatores como método prioritário para avaliar imóveis. Esse estudo deve levar em consideração análise documental, através da Certidão do RGI; escolha de elementos adequados para compor a amostra, a partir de sites como OLX Imóveis, ZAP Imóveis ou Quinto Andar; fatores relevantes de comparação, como fator de área, oferta e padrão construtivo; homogeneização dos elementos, obtida pelo fator total; e metragem do imóvel de interesse (Ribeiro, 2020).

Esse valor deve ser ainda descontado pela TMA do projeto, de 13,75% a.a., por 6 meses, conforme Equação 1, e, ainda, sobre o valor da venda incidirá o honorário de corretagem imobiliária pelo negócio. De acordo com o Conselho Regional de Corretores de Imóveis de São Paulo (CRECISP, 2009), para imóveis urbanos essa taxa gira em torno de 6% a 8%. Como esse valor também será gasto no final do período, também

deve ser descontado para valor presente, e, por isso, será calculado sobre o VP_{venda} .

Além disso, determina-se o ganho de capital obtido na operação, conforme a Equação 8, de acordo com o tipo de apartamento. Descontam-se os impostos sobre a valorização imobiliária (IMP_{val_imob}), de acordo com o Simulador de Impostos da Receita Federal e a Equação 1, para descontar para o Valor Presente.

$$G_{cap} = VP_{receita} - VC \quad (8)$$

Dessa forma, encontra-se o Resultado Líquido (R_{Liq}), a partir da Equação 4 elucidada anteriormente e a Margem de Lucro (M_{lucro}), determinada pela Equação 9.

$$M_{lucro} = \frac{R_{Liq}}{VP_{despesa}} \quad (9)$$

Por fim, pode-se determinar a TIR dos projetos por meio de processos iterativos, usualmente chamados de "tentativa e erro".

Caso $TIR < TMA$, o projeto seria economicamente inviável, devendo haver modificações para tentar torná-lo atrativo financeiramente. Já a segunda situação, em que $TIR > TMA$, demonstra ser um investimento com bom potencial de retorno, sendo essencial estudá-lo mais profundamente para obter uma taxa mais assertiva.

Em relação aos processos de modelagem, primeiramente foram modeladas as condições existentes do apartamento, estabelecendo os objetos das disciplinas de arquitetura e estrutura somente deste apartamento. Em sequência, as modificações exigidas pelo projeto de reforma foram modeladas e registradas em parâmetros específicos na ferramenta BIM.

É importante destacar que as paredes já existentes foram modeladas com o parâmetro de fase igual a "existentes", as paredes que seriam retiradas do imóvel como "a demolir" e as paredes a serem incorporadas na reforma como "construções novas", facilitando a visualização da reforma em etapas.

Dessa forma, foram realizadas três opções de layout de imóveis em um modelo BIM do apartamento: antes da reforma, após a reforma (opção estúdio) e após a reforma (opção quarto e sala). As plantas pré-reforma e pós-reforma puderam ser obtidas em um mesmo arquivo por conta da identificação das fases da obra (Elementos remanescentes – fase criada: *existente* / fase demolida: *nenhum*; Elementos a serem demolidos – fase criada: *existente* / fase demolida: *construção nova*; Elementos novos incorporados – fase criada: *construção nova* / fase demolida: *nenhum*). É fundamental ressaltar, ainda, a vantagem da visão em 3D obtida pela utilização do software, facilitando o entendimento do projeto por meio da visualização espacial do empreendimento.

4 ESTUDO DE CASO

O imóvel estudado trata-se de um apart-hotel frente mar, com varanda, de 52 m², localizado no Wyndham, na Avenida Lucio Costa nº 3150, na Barra da Tijuca, Rio de Janeiro. Anteriormente à reforma, o apartamento contava com as metragens dos cômodos da seguinte forma: uma sala integrada à suíte com 37,27 m², um banheiro com 3,80 m² e uma varanda com 7,78 m², de acordo com a Figura 6. Destaca-se que o empreendimento pertence à GH Participações LTDA, que forneceu as informações necessárias para a elaboração do estudo.

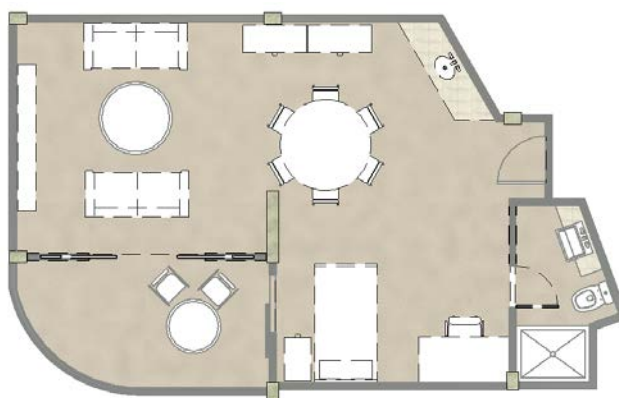


Figura 2 - Modelagem do apartamento pré-reforma

O projeto se inicia com o intuito de realizar uma reforma em um apartamento em busca da sua valorização na venda, e finaliza com a determinação se a reforma é viável ou não. Para tanto, foram modeladas duas reformas diferentes. Na primeira, o apartamento permaneceu um estúdio, com os ambientes integrados, enquanto na segunda, foram realizados fechamentos entre os cômodos, tornando-se um quarto e sala com cozinha, porém a varanda se integrou à sala.

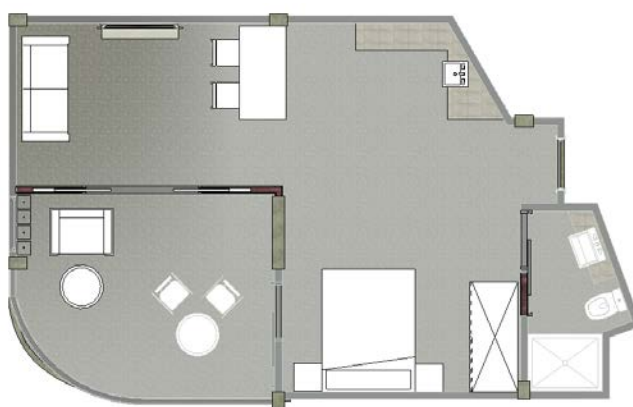


Figura 3 - Modelagem do apartamento pós-reforma – Cenário 1: estúdio

Para a reforma do estúdio, em um primeiro momento, foi previsto manter o quarto integrado à sala, com fechamento na cozinha e aumento da varanda, porém o ambiente perderia a amplitude e seriam mais gastos

sem necessidade. Dessa forma, previu-se a integração dos ambientes, valorizando a amplitude e a conexão. Optou-se, primeiramente, por aumentar a área da varanda, uma vez que, por se tratar de um imóvel em frente à praia, o ambiente externo é muito valorizado e os elementos como a brisa e a proximidade com a natureza causam uma sensação de bem-estar ao proprietário. Criou-se, ainda, uma cozinha com bancada ampla, porém essa permaneceu integrada à sala, dando uma sensação de amplitude ao apartamento.

Outro ponto que merece destaque é que na planta anterior à reforma, existia uma grande mesa de jantar no centro do imóvel, o que ocupava um largo espaço e não era funcional ao apartamento. No novo projeto, criou-se uma mesa simples para duas pessoas voltada para a bancada da cozinha, deixando os ambientes, mais uma vez, conectados. Em relação ao quarto, é possível verificar que no projeto anterior não existia armário de roupas nesse cômodo, sendo preciso armazenar todos os pertences na sala, o que não é o ideal. Por esse motivo, na reforma, o elemento foi modelado próximo à cama para o aumento da comodidade do morador.

Por fim, a porta do banheiro, que era pivotante, foi substituída por uma porta de correr, uma vez que o espaço é muito reduzido, e todo o piso do apartamento foi trocado por um modelo mais moderno. Ainda, foram previstas as mais diversas alterações de móveis, trazendo um ar menos sobrecarregado e deixando o apartamento mais livre e limpo.

Em contrapartida, a segunda reforma foi idealizada com base na divisão de ambientes e na criação de espaços mais íntimos. Por mais que o apartamento possua pequenas dimensões, foi possível realizar essas divisões e ainda manter os ambientes confortáveis para o proprietário. Destaca-se que essa decisão foi tomada com base nas pesquisas de imóveis semelhantes na região e verificou-se que os apartamentos com quarto e sala eram mais bem valorizados do que os estúdios.

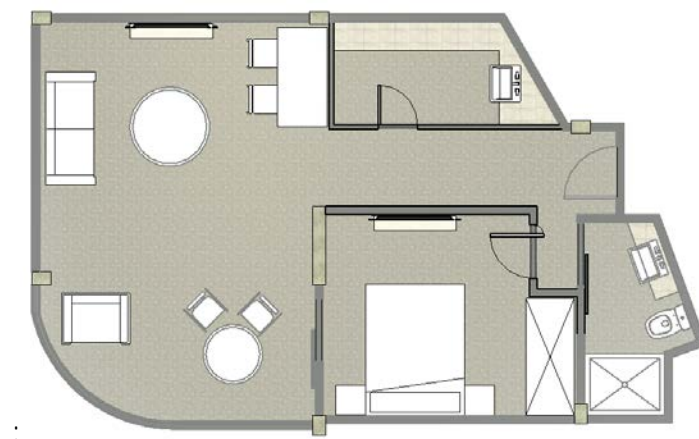


Figura 4 - Modelagem do apartamento pós-reforma – Cenário 2: quarto e sala

No projeto anterior, todos os cômodos eram integrados e não existia separação entre sala, cozinha e quarto, pecando na privacidade do

habitante. Em um primeiro momento, a parede entre a sala e a varanda permaneceu, porém, como foram realizados esses fechamentos, para a sala e a varanda não perderem amplitude, optou-se por demolir a parede divisória, de forma a integrar os ambientes e valorizar o espaço externo.

Criou-se, ainda, um fechamento em alvenaria entre o quarto e a sala, com o objetivo de prever um ambiente mais intimista, com maior conforto acústico, e um segundo fechamento para a cozinha. Nela, optou-se por drywall, uma vez que a utilização desse material remete a obras rápidas, limpas e versáteis, além de otimizar o espaço, visto que apresenta dimensões menores em comparação à parede tradicional em alvenaria (DRYWALL, 2022).

Outro ponto que merece destaque é o banheiro. Ao realizar o fechamento do quarto, existiria somente um único acesso a essa região, o que não seria funcional, visto que as visitas precisariam entrar no quarto, que é um ambiente íntimo, para utilizar o banheiro. Por esse motivo, no novo projeto, idealizou-se um duplo acesso ao lavatório, um diretamente da sala e o outro pelo quarto, criando-se um pequeno corredor.

Nessa reforma, assim como no estúdio, a porta do banheiro pivotante foi substituída por porta de correr, o armário no quarto foi projetado e a bancada da cozinha foi ampliada, além das mais diversas trocas de móveis.

Por fim, é essencial destacar que, para os casos das reformas estudadas, não se faz necessária a troca das instalações em geral e da infraestrutura de ar-condicionado, uma vez que as existentes no apartamento se encontram em boa qualidade. Além disso, com base nos estudos de custos e valorização do imóvel, não foi previsto o reposicionamento ou a inserção de nenhum elemento que solicitaria emenda de tubulações ou cabeamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A execução do orçamento detalhado após a modelagem no Revit permitiu obter uma melhor visão desse custo, que foi inferior à estimativa inicial, como era de se esperar. O fato de os custos terem reduzido impactaram positivamente na taxa interna de retorno dos projetos, uma vez que todo o restante se manteve. Com o auxílio do software Project e dados do SINAPI, obteve-se um cronograma geral de 2 meses para a obra, e, em uma previsão conservadora de mercado, estima-se uma redução de 5% no valor de venda esperado após a reforma.

Sendo assim, apresenta-se a Tabela 1, com um resumo dos resultados para cada caso, em valor presente e taxas mensais. Ela mostra ambas as reformas como viáveis, porém com taxas superiores no caso do quarto e sala. Por esse motivo, entende-se que essa é uma solução mais vantajosa,

uma vez que o dispêndio financeiro é semelhante, porém seus retornos são maiores.

Além disso, o prêmio de risco, definido como o excedente da TIR do projeto em relação à Selic, é essencial para a decisão, obtendo taxa de 0,42% ao mês em uma previsão realista para a reforma tipo quarto e sala.

Previsão Conservadora	Reforma Estúdio	Reforma Quarto e Sala
VP despesa total	R\$ 580.722,81	R\$ 592.729,42
VP receita total	R\$ 633.871,11	R\$ 663.014,65
Margem de Lucro Líquida	0,7%	2,2%
TIR (ao mês)	1,2%	1,5%
TMA (Selic, ao mês)	1,08%	1,08%
Prêmio de Risco	0,12%	0,42%

Tabela 1 – Resultados conservadores para a viabilidade financeira da reforma – Cenários 1 e 2

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso avaliou duas tipologias de reforma e mostrou a importância do planejamento adequado antes de se tomar uma decisão de investimento. Após mudanças no projeto e na idealização do orçamento e cronograma, ambos os projetos apresentaram bons resultados, mas a reforma do tipo quarto e sala foi indicada como a melhor oportunidade de investimento, devido a sua maior taxa interna de retorno.

A utilização de software para captação de incompatibilidades se mostrou vital para o melhor aproveitamento da reforma, pois revelou problemas que só seriam constatados durante a execução da obra, levando a mudanças de projeto e atrasos no cronograma. Além disso, a melhoria na visualização do imóvel, por conta de suas vistas em 3D, câmeras e níveis de realismo, permitiu uma maior autonomia aos funcionários de campo na compreensão do projeto.

A utilização do Project para a execução do cronograma também teve sua participação validada, pois possibilitou o sequenciamento de serviços pelo gestor, apresentando os resultados de forma clara e sucinta. No entanto, sugere-se a implementação de alternativas para possibilitar o uso do Project de forma mais direta com o Revit, simplificando e agilizando a montagem do cronograma de uma obra.

Para futuros trabalhos que contemplem obras maiores e mais complexas, recomenda-se o extenso e completo uso das ferramentas BIM interligadas entre si, em que todas as disciplinas sejam modeladas. Além disso, a utilização do Revit com seu potencial mais explorado, como no atrelamento de custos e taxas de produtividade para os elementos, na inclusão de parâmetros para automatização do orçamento e

cronograma ou até mesmo o uso de plugins para auxiliar nesses sentidos. Em resumo, o estudo de caso concluiu seu objetivo de demonstrar a intercomunicação dos softwares e a importância do planejamento adequado para o sucesso de uma reforma, tanto técnica quanto financeiramente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14653-2. Avaliação de bens – Parte 2: Imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://bittarpericias.com.br/2022/11/23/nbr-14653/>>. Acesso em 17 de outubro de 2022.

BALARINE, Oscar. O uso da análise de investimentos em incorporações imobiliárias. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/prod/a/6tJN4p8wkQPcVNTgSSRXm8F/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em 24 de outubro de 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, Taxa SELIC. Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic.>>. Acesso em 24 de outubro de 2022.

CADMAN, David. Property Development. London, 1995. Disponível em: <<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203475690/property-development-david-cadman>>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

DE SÁ, Odil. Tabela de honorários de corretagem imobiliária. Sindicato dos Corretores de Imóveis no Estado de São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.crecisp.gov.br/Media/tabela_remuneracao.pdf>. Acesso em 23 de outubro de 2022.

DRYWALL. Associação Brasileira de Drywall. 2022. Disponível em: <<https://drywall.org.br/>>. Acesso em 01 de novembro de 2022.

MONTEIRO, Mayssa; et al. Percepção dos usuários em relação à arborização da Avenida Cândido de Abreu – Curitiba – PR. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2013. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66367>>. Acesso em 02 de outubro de 2022.

MOTTA, R.; Calôba, G. Análise de investimentos: Tomada de decisão em projetos Industriais. São Paulo. Atlas, 2002. Acesso em 02 outubro de 2022.

PLANALTO. Decreto nº 10.306. Secretaria Geral, 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em 01 de novembro de 2022.

SAMANEZ, Carlos. Matemática financeira – 5a. edição. São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2010. Acesso em 07 de outubro de 2022.

SIENGE. Construção civil: Um Guia completo sobre o setor 2022. 2022. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/construcao-civil/>>. Acesso em 01 de dezembro de 2022.

SILVA, Pedro; JANNI, Vanessa. Relação da taxa mínima de atratividade no cenário econômico atual com a viabilidade econômica de projetos. Revista Boletim do Gerenciamento, 2021. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdo-gerenciamento/article/view/582/373>>. Acesso em 24 de outubro de 2022.

SINDUSCONRIO, Custo unitário básico. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://www.sinduscon-rio.com.br/wp/servicos/custo-unitario-basico/>>. Acesso em 24 de outubro de 2022.

SQUIZANI, C.; PRASS, F. Otimização e automatização de processos de negócio com uso da notação BPMN: um estudo de caso. Revista Eletrônica Disciplinarum Scientia, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/2590/2215>>. Acesso em 25 de setembro de 2022.

VALLE, R. e OLIVEIRA, S. Análise e modelagem de processos de negócio: Foco na Notação BPMN (Business Modeling Notation). Editora Atlas, 2009.

WILKINSON, S.; REED, R. Property development. Routledge, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/255787306_Property_Development>. Acesso em 23 de outubro de 2022.



A CERTIFICAÇÃO LEED: ESTUDO DE CASO JAPAN HOUSE - SÃO PAULO

ROSA, JACIRA F. S. (1); FERREIRA, FERNANDA MARIA P.F. (2);

(1) Faculdade de Tecnologia de São Paulo - Fatec - SP, e-mail:
jacira.rosa@fatec.sp.gov.br

(2) Faculdade de Tecnologia de São Paulo - Fatec - SP, e-mail:
femaprfr@fatecsp.br

RESUMO

A partir da década de 90 começaram a surgir as primeiras certificações de construção sustentável com o objetivo de auxiliar tanto no desempenho das edificações, como atuar nas diversas fases do processo de uma construção sustentável. A certificação ambiental para edificações LEED "*Leadership in Energy and Environmental Design*" surgiu nos EUA, em 1998. Atualmente, essa certificação é utilizada em mais de 160 países e voltada para a adoção de práticas de construção sustentável. Em 2007 a certificação é implementada no Brasil através do GBC Brasil "*Green Building Council Brazil*". O presente trabalho de caráter exploratório, utilizou a pesquisa bibliográfica como critério para o procedimento técnico. Pretendeu-se efetuar o levantamento da certificação ambiental internacional LEED, sua descrição e o conceito teórico dessa certificação. Com o objetivo geral de análise das principais características de uma construção sustentável de acordo com a certificação ambiental internacional LEED, foi realizado um estudo de caso de um empreendimento, a Japan House São Paulo. O empreendimento obteve a certificação máxima - o LEED Platinum, com atendimento à 80% da pontuação total. Dentre as principais categorias de desempenho da edificação, ressalta-se as categorias de água e energia, apresentando um excelente desempenho energético, alcançando 95% na categoria energia.

Palavras-chave: certificação LEED, sustentabilidade, construção civil.

ABSTRACT

From the 1990s onwards, the first certifications for sustainable construction began to emerge with the aim of helping both in the performance of buildings and acting in the various phases of the process of sustainable construction. The environmental certification for LEED buildings "Leadership in Energy and Environmental Design" appeared in the USA in 1998. Currently, this certification is used in more than 160 countries and is focused on the adoption of sustainable construction practices. In 2007 the certification is implemented in Brazil through GBC Brazil "Green Building Council Brazil". This exploratory work used bibliographical research as a criterion for the technical procedure. It was intended to carry out a survey of the LEED international environmental certification, its description, and the theoretical concept of this certification. With the general objective of analyzing the main characteristics of a sustainable construction in accordance with the international environmental certification LEED, a case study of an enterprise, Japan House São Paulo, was carried out. The development obtained the maximum certification - LEED Platinum, with 80% of the total score. Among the main performance categories of the building, the water and energy categories stand out, presenting an excellent energy performance, reaching 95% in the energy category.

Keywords: LEED certification, sustainability, civil construction.

1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E AS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

O início dos debates sobre as intervenções ambientais, como uma questão que implica em consequências globais, ocorreu formalmente através da Conferência de Estocolmo, na Suécia em 1972. Quinze anos depois, durante a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, ocorrida em 1987, elaborou-se o Relatório de Brundtland. Através desse relatório surge a definição do conceito de sustentabilidade como sendo a "capacidade de suprir as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades" (BRUNDTLAND, 1987).

A Eco 92 - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – elaborou alguns documentos, como a Agenda 21, para estabelecer a parceria entre os mais diversos países, com práticas que minimizem o impacto causado pela interferência do homem no meio ambiente.

A partir da década de 1990, foram sendo desenvolvidas novas metodologias para a avaliação e certificação ambiental de edifícios

com o intuito de promover a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental. As avaliações - detalhadas ou simplificadas - serviam como um método eficiente para elevar o nível de desempenho ambiental das antigas e novas edificações, diagnosticando necessidades de intervenção ou para sustentar a atribuição de selos ambientais para edifícios (SILVA, 2007).

Nesse contexto, a Europa, os Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong desenvolveram suas próprias metodologias de certificação e avaliação ambiental de edifícios.

No Brasil, alguns sistemas internacionais de certificação ambiental já foram traduzidos ou adaptados para a realidade brasileira. No entanto, não é possível simplesmente copiar ou aplicar um método internacional no Brasil. Nos métodos internacionais, alguns aspectos perdem a validade e nem sempre os itens considerados são necessários no nosso contexto para serem incluídos em uma avaliação (SILVA; SILVA; AGOPYAN, 2003).

Na construção civil, a implantação de novas metodologias ainda é recente no Brasil. Em 2013, ocorre a publicação da norma ABNT NBR 15575:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho, que estabelece um nível mínimo de desempenho de uma edificação e preocupações como a expectativa de vida útil, a sustentabilidade, a eficiência e a manutenção dessas edificações. Dessa forma, com a entrada da norma em vigor, torna-se obrigatória sua aplicação, sendo imprescindível que os conceitos de desempenho sejam cumpridos.

Para isso, a utilização de ferramentas como as certificações ambientais para edificações, podem auxiliar tanto no desempenho das edificações como em várias fases do processo de uma construção sustentável.

A partir do momento que houve a necessidade de garantir a conformidade de uma construção sustentável, surgiram medidas como as certificações, de modo a fazer cumprir seus procedimentos.

Conforme afirma Degani (2010), uma maneira de assegurar que um produto ou serviço está de acordo com os procedimentos exigidos por órgãos ambientais, é por meio da certificação ambiental, pois trata-se de um instrumento imprescindível para a consolidação da corresponsabilidade entre empresas e órgãos ambientais e é conferida as empresas que respeitam e atendam esses processos.

Dessa forma, as certificações ambientais podem ser entendidas como o processo realizado por uma entidade externa e independente, acreditada ou detentora de marca, que tenha a capacidade de emitir um documento que verifique a conformidade de um produto, processo ou serviço para a área ambiental. Desse modo, declara-se que o produto atende aos requisitos determinados pela instituição da certificação (LOPES, 2013).

A redução considerável dos impactos ambientais da construção civil, e a maximização de seu potencial de criação de valor e

desenvolvimento social, segundo Silva (2003), pode ser obtida pela implementação de políticas consistentes e especificamente orientadas para esse setor. Para ele, a adoção de sistemas de avaliação e a classificação do desempenho ambiental e da sustentabilidade de edifícios, representa um papel fundamental dentre estas políticas.

Cabral (2009), complementa a importância da certificação ambiental, afirmando que deve-se relacionar o edifício como um todo, desde a questão energética, os seus recursos naturais como o ar, a água, o solo e os materiais, e sempre deve ser considerada as características específicas de cada região.

1.1 A certificação LEED

Segundo Dardengo (2018), o United States Green Building Council (USGBC) é uma organização não governamental, criada em 1993 em Washington D.C., nos Estados Unidos cujo objetivo é incentivar a transformação e sustentabilidade na indústria, desde a concepção do projeto, até a sua implantação. A organização possui como objetivo a busca por soluções e métodos construtivos capazes de reduzir o impacto causado pela construção civil ao meio ambiente no decorrer de todo o ciclo de vida de uma edificação. A organização é mundialmente reconhecida pelo desenvolvimento do selo LEED.

O Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países, e possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações. O USGBC é ainda responsável pela análise documental das práticas de sustentabilidade ambiental e pela outorga da certificação ambiental internacional LEED a empreendimentos em todo o mundo (USGBC, 2022).

No Brasil, a Certificação LEED foi implementada pelo Green Building Council Brasil - GBC Brasil, em 2008. A certificação assegura que, a construção foi projetada e executada atendendo à melhor performance nos quesitos: energia, água, redução de emissão de CO₂ e qualidade de ambientes internos. O projeto e a construção devem atender a alguns pré-requisitos, que são variáveis e dependem da categoria de certificação, para obter a qualificação mínima. Sendo assim, cada projeto a ser avaliado possui requisitos mínimos que precisam ser cumpridos para que o projeto possa ser certificado (GBC BRASIL, 2021).

A certificação LEED pode ser aplicada a diversos tipos de projetos, em qualquer fase da construção, incluindo novas construções, reformas e operação e manutenção. Os passos para a obtenção da Certificação LEED são: escolha de tipologias, seguido pelo registro do projeto e auditoria documental (projeto), por fim ocorre a auditoria documental

da obra, para que assim, o empreendimento possa ser certificado (GBC BRASIL, 2021).

De acordo com o GBC Brasil (2021), os benefícios ambientais de um empreendimento certificado pelo LEED, incluem o uso racional e redução da extração dos recursos naturais, a redução do consumo de água e energia e a implantação consciente e ordenada. Pode-se citar também como benefícios a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, bem como o uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental e a redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação. Como benefícios econômicos, ressalta-se a diminuição dos custos operacionais e dos riscos regulatórios, a valorização do imóvel para revenda ou arrendamento, assim como o aumento na velocidade de ocupação e aumento da retenção, além da modernização e menor obsolescência da edificação.

1.1.1 Tipologias, níveis e categorias da certificação LEED

A Certificação LEED, possui diferentes tipologias de forma a contemplar todas os usos possíveis para a obtenção da certificação ambiental, conforme figura 1.

Figura 1 – Tipologias da Certificação LEED



Fonte: <https://www.gbcbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf> acesso em 10 fev. 2022

A Certificação LEED ocorre também em níveis, os quais quantificam o grau de proteção ambiental obtido no empreendimento. O método de avaliação acontece através da análise de documentos que indicam sua adequação aos itens obrigatórios e classificatórios, sendo através desse sistema que os empreendimentos recebem pontos e são classificados para receber a respectiva certificação. O LEED oferece quatro níveis de certificação independente da categoria que o empreendimento for enquadrado. São eles: Certificação Básica (40 a 49 pontos), Prata (50 a 59 pontos), Ouro (60 a 79 pontos) e Platinum (80 a 110 pontos) (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021), conforme figura 2.

Figura 2 - Níveis da Certificação LEED



Fonte: < <https://www.usgbc.org/leed> > acesso em 10 fev. 2022 >

Para as diferentes tipologias da Certificação LEED são analisadas 8 áreas distintas: localização e transporte, terrenos sustentáveis, eficiência hídrica, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno, inovação e processos e créditos de prioridade regional. A análise de cada área será discutida no capítulo seguinte. Cada área distinta de uma tipologia na Certificação LEED, possui pré-requisitos e créditos. Os pré-requisitos são ações obrigatórias em qualquer empreendimento que busca a certificação, sendo importante ressaltar que o não cumprimento de um dos diversos pré-requisitos, impossibilita o empreendimento receber a certificação. Já os créditos, são ações que o LEED sugere, sempre focadas em performance de desempenho, sendo que, à medida que o empreendimento assume tal ação, recebe uma pontuação (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021). No processo da certificação LEED, após a escolha da tipologia do empreendimento, deve ser feito o registro do projeto no LEED Online, de

forma que sejam enviados os dados comprobatórios das exigências da certificação. O material é então avaliado pela auditoria em relação ao cumprimento dos pré-requisitos e pontuação de créditos. A visão geral das categorias da certificação são apresentadas na figura 3.

Figura 3 - Categorias da Certificação LEED



Fonte: <<https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/> acesso em 23 mar. 2022>

1.1.2 A certificação LEED para edifícios pré-existentes

Na tipologia LEED para Operação e Manutenção (O+M) sigla em inglês para *Building Operations and Maintenance*, são oferecidos aos edifícios existentes a oportunidade de prestar muita atenção às suas operações, apoiando edifícios inteiros e espaços internos que estejam totalmente operacionais e ocupados por pelo menos um ano. (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2021)

A certificação LEED ao se concentrar em estratégias e resultados sustentáveis orientados por performance, ajuda a construir edifícios de alto desempenho. Considera-se que pode levar até 80 anos para compensar os impactos de demolir um edifício existente e construir um novo, mesmo que o edifício resultante seja extremamente eficiente em termos energéticos. No entanto, muitos edifícios mais antigos em todo o

mundo são ineficientes e esgotam recursos, mas com muita atenção às operações da construção que podem ser revertidas usando o LEED O+M.

2 JAPAN HOUSE E A CERTIFICAÇÃO LEED PLATINUM

Criada pelo governo japonês e o Ministério de Relações Exteriores do Japão, a Japan House é um ponto de difusão da cultura japonesa para a comunidade internacional. Possui como principal objetivo expressar e transmitir ao maior número de pessoas no mundo os diversos aspectos atrativos do Japão. Por meio de suas atividades, pretende-se aumentar o intercâmbio intelectual entre o Japão e o mundo, além de novas oportunidades de negócios.

Atualmente está localizado em três cidades no mundo: Londres, na Inglaterra, Los Angeles, nos Estados Unidos, e São Paulo, no Brasil. Estes locais foram especialmente selecionados para propagar todas as características do Japão, desde a cultura milenar até as perspectivas futuras e inovadoras.

No Brasil, a Japan House está estabelecida na principal avenida da cidade de São Paulo, a Avenida Paulista, e atua como um ponto de difusão da cultura japonesa e na expansão das suas atividades de intercâmbio nas áreas de negócios e educação. Desde sua inauguração em abril de 2017, o número de visitantes ultrapassou 2 milhões em fevereiro de 2020, tornando-se um importante centro cultural da cidade de São Paulo.

Projetada a partir de uma estrutura já existente, um antigo edifício que abrigava uma agência bancária, funciona em um bloco único e independente. O autor do projeto da Japan House São Paulo (em parceria com o escritório FGMF Arquitetos) é o arquiteto japonês Kengo Kuma, reconhecido internacionalmente por suas obras.

Em abril de 2020, a Japan House São Paulo recebeu o mais alto nível de certificação sustentável de operação e manutenção, com atendimento à 80% da pontuação total do LEED EB O+M v4.1. com uma área certificada de 1.975 m². Esta certificação está integrada à plataforma digital denominada Arc Skoru lançada em 2017 pelo Green Business Certification Inc. (GBCI), com o objetivo de aprimorar o desempenho de ambientes construídos.

O Arc Skoru é um painel com um gráfico dinâmico onde são mostrados em tempo real se as diretrizes estão sendo seguidas, qual sua pontuação e a relação aos outros empreendimentos certificados LEED. A plataforma contempla as seguintes categorias: água, energia, resíduos, transporte e experiência humana e que serão abordadas abaixo. Para cada categoria de monitoramento, os dados da Japan House demonstraram uma grande pontuação nesses requisitos. Para melhor compreensão do atendimento dessas categorias, suas relativas

pontuações e que tornaram essa edificação certificada com o selo LEED Platinum, segue as principais categorias com maiores pontuações: categoria de monitoramento de água, energia e transporte.

2.1 Categoria de monitoramento – Água

A Japan House São Paulo possui além de equipamento hidrossanitários eficientes, um sistema de medição automatizado, fornecido pela Mitsubishi Electric, no qual realiza-se o monitoramento diário do consumo de água das áreas comuns, restaurante e cafeteria. A setorização por uso final e o monitoramento periódico dos dados e do indicador de intensidade de uso de água, foi fundamental para a identificação de vazamento pontual no sistema de irrigação. Ações corretivas foram tomadas em um curto intervalo de tempo, evitando desperdícios diários, por um período continuado, na ordem de 3.000 litros.

Entre os diferenciais do empreendimento, que garantiram um desempenho de 58% na categoria, encontram-se a instalação de dispositivos hidráulicos da fabricante Toto, o sistema de irrigação por gotejamento e controlador automático. As torneiras de lavatório apresentam vazão de 1,9 litros por minuto e acionamento via sensor de presença. Os vasos sanitários apresentam vazão de 3,0 litros por acionamento, para líquido, e 4,8 litros por acionamento, para sólido. A tecnologia instalada garante uma economia de 35%, se comparado a dispositivos de acionamento único, e 13% se comparado à dispositivos de duplo acionamento de 3 litros e 6 litros.

2.2 Categoria de monitoramento – Energia

A Japan House São Paulo apresentou um excelente desempenho energético alcançando 95% na categoria Energia. Todo o local foi projetado para operar com os sistemas de refrigeração, automação e medição da Mitsubishi Electric.

Como características do projeto, pode-se citar a instalação de um ar-condicionado de alta eficiência da Mitsubishi Electric que possui um sistema que modula a vazão de gás refrigerante de acordo com a demanda térmica dos ambientes em tempo real. O insuflamento de ar externo para o interior do edifício é realizado por equipamentos do tipo self-contained que são capazes de pré-resfriar o ar, sendo o monitoramento global do sistema integrado ao sistema de automação, no qual possibilita a variação das temperaturas de cada evaporadora bem como a realização de programação horária.

Outro ponto importante para o excelente desempenho, foi a medição setorizada dos principais sistemas consumidores do edifício, monitoradas em tempo real, pelo sistema de automação e sendo possível o armazenamento do histórico de dados. O sistema também apresenta outras funcionalidades como o envio de alertas em casos de

ocorrências imprevistas. A Iluminação 100% LED com lâmpadas dimerizáveis, além do controle de acionamento das lâmpadas integrado à automação e os sensores de presença também contribuíram para o alto desempenho.

A grande inovação foi o conversor regenerativo da Mitsubishi Electric instalado nos elevadores que permite a conversão da energia mecânica resultante da operação da tração dos elevadores em energia elétrica, sendo esta transmitida de volta ao transformador de distribuição do edifício.

2.3 Categoria de monitoramento – Transporte

Os eixos territoriais conformam um espaço de geometria linear que permite a circulação de pessoas a pé ou em veículos e permite acesso aos edifícios que comportam as funções urbanas. Esses caminhos são utilizados para o deslocamento de um lugar a outro em grande parte das atividades cotidianas nas grandes cidades. Os eixos constituem os canais de movimento com grandes fluxos e costumam atrair equipamentos importantes, atividades urbanas e pessoas de diferentes origens, além de acolher uma complexa rede de espaços compartilhados, públicos e privados. Por esse motivo tem também grandes possibilidades de se converterem em lugar central.

A Japan House, por estar localizada na Avenida Paulista e com facilidade de acesso por meio de modais de transporte alternativos garantiu um excelente desempenho (92%) na categoria Transporte. O acesso ao empreendimento, é garantido pelas linhas de ônibus existentes no entorno, além da estação Brigadeiro do metrô, localizada a 350 metros a pé, e da ciclovia, de 2,7 km de extensão, com início na Praça Oswaldo Cruz e término na Avenida Angélica. O uso de ônibus, bicicletas e a pé, também é significativo aos domingos e feriados, período no qual a Av. Paulista torna-se de uso exclusivo para pedestres e ciclistas.

2.4 Categoria de monitoramento – Resíduos

Na categoria Resíduos, a performance alcançou a totalidade de pontos e um desempenho de 96%, sendo muito superior à média global. Na realização da auditoria de resíduos foram contemplando todos os espaços da Japan House São Paulo exceto o restaurante. Foi constatada uma média de geração diária de resíduos de 15,75 kg, além da taxa de desvio dos aterros sanitários alcançar o valor de 46%. Os resíduos classificaram-se como rejeito (53%), seguido pelo papel (32%), plástico (14%) e orgânico (1%).

3 CONCLUSÃO

Sendo uma pesquisa exploratória e tendo como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto a investigar, possibilitando sua

definição e seu delineamento, foram utilizados como fontes de pesquisa: a regulamentação da legislação vigente, as normas brasileiras regulamentadoras para o tema tratado, a documentação da certificação ambiental LEED tanto nacional quanto internacional, assim como publicações, artigos, dissertações e teses referentes ao tema.

No estudo da certificação ambiental LEED, foi possível analisar o processo da certificação, a estrutura da certificação, as tipologias, e por fim, a classificação quanto ao processo integrativo, localização e transporte, terreno sustentável, eficácia hídrica, energia atmosférica, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno, inovação e processos e prioridade regional.

Para a análise do estudo de caso, foram realizadas 3 visitas monitoradas ao empreendimento Japan House em São Paulo, onde foi possível fotografar o local, verificar o ambiente construído e o seu entorno.

A Japan House-São Paulo, instalada na Avenida Paulista, foi projetada a partir de uma estrutura pré-existente, um antigo edifício que abrigava uma agência bancária. Funciona em um bloco único e independente e durante o processo de retrofit e reforma do espaço, obteve a certificação ambiental LEED, na tipologia Manutenção e Operação. LEED O+M.

A partir das análises verificou-se que a Japan House recebeu a certificação LEED Platinum, com atendimento à 80% da pontuação total do LEED O+M. Suas maiores pontuações ocorreram nas categorias de monitoramento de água e energia, onde apresentou um excelente desempenho energético alcançando 95% na categoria energia.

Percebeu-se ainda que a certificação também poderia atuar:

- como ferramenta para as iniciativas sustentáveis no setor da construção civil no Brasil;
- incentivar a busca pela qualidade;
- avaliar o desempenho sustentável de uma construção;
- ser amplamente difundido.

No entanto, sua adequação para a realidade brasileira deveria ser revista, visto que, por ser uma certificação internacional, por vezes não é adequada ao cenário regional e nacional.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M.; GOLDEMBERG, J. (Coord.) **O Desafio da sustentabilidade na construção civil**. 1 ed. (2 reimpr.) São Paulo: Blucher, 2011.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1987.

CABRAL, M. **A certificação ambiental de edifícios em Portugal: O caso da reabilitação da arquitetura vernácula em área protegidas.** 374 f. Dissertação (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura de Lisboa. Lisboa, 2009.

DARDENGO, BRUNO C. **Vantagens e impactos de certificações ambientais para a construção civil.** Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

DEGANI, C. M. **Modelo de Gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas.** 235 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

GBC BRASIL, **Green Building Council Brasil** <<https://www.gbcbrazil.org.br/sobre-nos/>> acesso em 15 de maio de 2021.

GIMENES, LOURENÇO FGMF Arquitetos - **Case Japan House**, disponível em: <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/fgmf-arquitetos_kengo-kuma-and-associates_/japan-house/4227> acesso em 15 jun. 2021

JAPAN HOUSE **Perspectiva da Japan House**, 2021 disponível em: <<https://www.japanhouse.jp/pt/what/>>, acesso em 18 set. 2021

LOPES, A.A. **Construção Sustentável: Medidas Construtivas Sustentáveis que Buscam Aumentar a Eficiência no Uso dos Recursos e Minimizar os Impactos ao Meio Ambiente.** 2013. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, V. G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica.** Finep 2386/04. São Paulo, 2007.

SILVA, V. G; SILVA, M. G; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade.** Ambiente Construído, v. 3, n. 3, p. 7-18, 2003.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e bases metodológicas.** 2003. 302 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL Leed v4.1 **Building design and construction** April 9, 2021, disponível para download em: <https://www.usgbc.org/leed/v41>



Revista Gestão & Gerenciamento

Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Editor Convidado para edição CIRMARE:

João Carlos Gonçalves Lanzinha

Comitê Editorial:

Ana Carolina Badalotti Passuelo, UFRGS

Bruno Barzellay, UFRJ/Macaé

Carlos Alberto Pereira Soares, UFF

Clara Rocha da Silva, NPPG/UFRJ

Elaine Garrido Vazquez, POLI/UFRJ

Isabeth da Silva Mello, NPPG/UFRJ

Liane Flemming, UNIASALLE, Brasil

Maurini Elizardo Brito, NPPG/UFRJ

Nikiforos Joannis Philyppis Jr., FACC/UFRJ

Jornalista Responsável:

Denise da Silva Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

Edição e Diagramação:

Amanda Vieira Guimarães

Periodicidade da Publicação:

Bimestral

Contato:

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – NPPG

Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, sala D207

Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909

revistagestaoegerenciamento@poli.ufrj.br

(21) 3938-7965