

# PRÊMIO

**ADEMI** BAHIA

de inovação  
acadêmica

ISBN: 978-65-999483-2-9



CSL

9 786599 948329

## EDITORIAL

Estamos vivendo um momento de profundas transformações, especialmente com a crescente integração dos princípios ESG (Ambiental, Social e de Governança) e a busca por práticas sustentáveis. Esses novos paradigmas têm moldado a maneira como temos concebido e construído nossos espaços, refletindo uma consciência coletiva sobre a responsabilidade que temos com o meio ambiente e as comunidades.

É bom ver que os estudantes de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo estão ativamente atentos a essas mudanças, trazendo um olhar inovador e comprometido com soluções que respeitam tanto as necessidades do mercado quanto os desafios sociais e ambientais da atualidade.

Desde a criação da categoria Inovação Acadêmica, em 2018, a ADEMI-BA tem se empenhado em promover uma conexão entre a academia e o mercado imobiliário, antecipando-se às necessidades do amanhã. Esta iniciativa visa estreitar laços entre os estudantes e as demandas do setor, ressaltando a importância da formação prática e teórica.

Na sua 27ª edição, o Prêmio ADEMI-BA reafirmou seu papel fundamental ao aproximar o mercado e a academia, revelando talentos nas áreas de Arquitetura, Urbanismo e Engenharia. O olhar atento dos jovens profissionais demonstra que eles estão sintonizados com as necessidades contemporâneas da sociedade. Neste e-book, celebramos os projetos inovadores de estudantes e seus orientadores, proporcionando visibilidade aos futuros profissionais do mercado imobiliário. Este reconhecimento é vital para aqueles que trazem novas perspectivas sobre o setor, incorporando valores de sustentabilidade e inovação nas práticas atuais.

Que os projetos aqui apresentados sirvam de inspiração para fomentar boas práticas e promover ainda mais segurança e qualidade em construtoras, incorporadoras e em todas as partes envolvidas.

Estendemos nossas congratulações a todos os estudantes, corpo docente e instituições de ensino que buscam essa troca enriquecedora entre teoria e prática. O compromisso da ADEMI-BA com a valorização do setor é sólido; acreditamos que reconhecer o esforço acadêmico é essencial para o desenvolvimento contínuo da nossa indústria. O Prêmio Inovação Acadêmica já se consolidou como parte da nossa história e continuará a abrir novos caminhos nas próximas edições.

Contamos com todos vocês no 28º Prêmio ADEMI-BA!

E-book Melhores Trabalhos - Coletânea

# PRÊMIO ADEMI DE INOVAÇÃO ACADÊMICA 2024

Salvador - Bahia  
2024

Copyright © ADEMI-BA  
Todos os direitos desta edição reservados.

**Coordenação Editorial**

Camilla Oliveira

**Projeto Gráfico**

Toca Comunicação

**Comissão Julgadora do Prêmio Ademi**

Ana Gabriela Saraiva – Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Carlos Bomfim – Centro Universitário SENAI-CIMATEC

Elton Goes – Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC)

Júlia Neves – Universidade Católica de Salvador (UCSAL)

Paula Erica Berton Lima – Universidade de Salvador (UNIFACS)

Tatiana Dumet – Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Ficha Catalográfica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Prêmio ADEMI Bahia de Inovação Acadêmica 2024

[Livro eletrônico]: e-book melhores trabalhos: coletânea / [Coordenação Camilla Oliveira]. --

1. Ed. -- Salvador: ADEMI-BA, 2025.

PDF

Vários autores.

ISBN: 978-65-999483-2-9

1. Arquitetura 2. Divulgação científica 3. Engenharia 4. Trabalhos acadêmicos 5. Trabalhos científicos - Coletâneas 6. Urbanismo I. Oliveira, Camilla.

25-260436

CDD 501

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Divulgação científica 501

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Brasil  
Brazil

# SUMÁRIO

## PROJETOS DESTAQUE

- Integração de Ferramentas HBIM para Monitoramento das Etapas do Ciclo de Vida do Patrimônio Histórico – Um Estudo de Caso das Patologias da Igreja de Santana, Salvador-Ba** **7**  
Aluna: Anie Meirelles Bergemann  
Orientador: Bruno Falcón Silveira  
Curso: Master in Business Innovation em Building Information Modeling (MBI BIM) | Instituição: Centro Universitário Senai Cimatec
- Proposituras Tecnológicas de Gestão Inteligente dos Recursos Naturais e dos Resíduos em Habitações de Interesse Social: Um Protótipo de Desenvolvimento Sustentável** **18**  
Aluna: Renata Brito de Oliveira  
Orientador: Andre Luiz Andrade Simões  
Curso: Engenharia Civil | Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia
- Red Line - Centro Cultural e Artístico** **32**  
Aluna: Chayenne Holanda Pereira  
Orientador: Manoel Messias Teixeira Júnior  
Curso: Arquitetura e Urbanismo | Instituição: UNIFACS - Universidade de Salvador
- Alvarás Digitais: Modelo para Gerenciamento do Processo de Digitalização em Municípios Brasileiros** **45**  
Aluno: Douglas Malheiro de Brito  
Orientador: Emerson de Andrade Marques Ferreira  
Curso: Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil | Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia
- Calla: O Despertar do Conhecimento - Complexo Empresarial** **53**  
Aluna: Fernanda Helen Silva Santos  
Orientador: Manoel Messias Teixeira Júnior  
Curso: Arquitetura e Urbanismo | Instituição: UNIFACS - Universidade Salvador
- Cidade Esmeralda - Centro de Cultura, Lazer e Acolhimento** **65**  
Aluno: Gabriel Victor Pedreira da Silva  
Orientadora: Alessandra da Silva Arduim  
Curso: Arquitetura e Urbanismo | Instituição: UNIFACS - Universidade Salvador
- Escola Waldorf Caminhos - Pedagogia Waldorf Aplicada do Ensino Infantil ao Fundamental** **71**  
Aluna: Júlia Hughes Cafezeiro Baião Souza  
Orientadora: Cristina Filgueiras de Araújo  
Curso: Arquitetura e Urbanismo | Instituição: UCSAL - Universidade Católica do Salvador
- OPENMAPS: Uso de Dashboards como Mecanismo para Tomada de Decisão de Negócios Imobiliários de Salvador** **85**  
Aluna: Lívia Aguiar Oliveira Andrade  
Orientador: Reymard Savio Sampaio de Melo  
Curso: Engenharia Civil | Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia
- Sistema de Medição de Maturidade para Transformação Digital na Fase de Construção Sob uma Perspectiva Sociotécnica** **95**  
Alunas: Luara Lopes de Araujo Fernandes  
Orientadora: Dayana Bastos Costa  
Curso: Doutorado em Engenharia Civil | Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia
- BIMLEDGER: Protótipo de Contrato Inteligente para Pagamento Semiautomático de Concreto** **115**  
Aluno: Matheus Gomes Martins  
Orientador: Reymard Savio Sampaio de Melo  
Curso: Mestrado em Engenharia Civil | Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia
- Centro de Computação da Bahia** **125**  
Aluno: Paulo Victor Matos Leite de Ávila  
Orientador: Roberio do Nascimento Coêlho  
Curso: Arquitetura e Urbanismo | Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia
- Modelagem Baseada em Agentes para Gestão da Segurança em Canteiros de Obras: Validação do Modelo** **137**  
Alunos: Vanessa Cruz Pacheco e Guilherme dos Santos Bonfim  
Orientadora: Elaine Pinto Varela Alberte  
Cursos: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPEC) e Engenharia de Computação | Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia
- INTEGRAÊ - Centro Terapêutico Multidisciplinar para Pessoas no Espectro Autista** **149**  
Aluno: Victor Hugo Teixeira Miranda  
Orientadora: Cristina Filgueiras de Araújo  
Curso: Arquitetura e Urbanismo | Instituição: UCSAL - Universidade Católica do Salvador

# PROJETOS **Destaque**



# Integração de Ferramentas HBIM para Monitoramento das Etapas do Ciclo de Vida do Patrimônio Histórico – Um Estudo de Caso das Patologias da Igreja de Santana, Salvador-Ba



**Aluna: Anie Meirelles Bergemann**

**Orientador: Bruno Falcón Silveira**

**Curso: Master in Business Innovation em Building Information Modeling (MBI BIM)**

**Instituição: Centro Universitário Senai Cimatec**

## 1. Resumo

Preservar o patrimônio cultural é vital para manter a história e fomentar o desenvolvimento econômico sustentável. Diante disso, este trabalho propõe um aprimoramento para a gestão do patrimônio material através de uma abordagem inovadora de monitoramento do ciclo de vida utilizando o HBIM. O método foi aplicado no estudo de caso da Igreja de Santana localizada em Salvador/BA, onde foram reunidos dados tridimensionais com a captura por VANT processados em softwares, possibilitando a modelagem da edificação, o mapeamento de patologias, elaboração de relatórios e a confecção de um modelo informacional HBIM. Os resultados evidenciam que a geração de modelos 3D paramétricos fornece uma representação segura da edificação, otimizando projetos de conservação e restauro. Paralelamente, o estudo revelou desafios técnicos, como interoperabilidade entre softwares, refinamento na captura de dados e a criação de sistemas específicos para gestão. A pesquisa contribui para uma abordagem eficiente e colaborativa na manutenção do patrimônio, permitindo um monitoramento preciso e hábil e projetos de restauro eficientes a partir de novas tecnologias.

## 2. Palavras-chave

Patrimônio cultural. Monitoramento. HBIM. Conservação. Tecnologias.

## 3. Introdução

O presente estudo propõe unir tecnologias do restauro e tecnologias digitais para o monitoramento do ciclo de vida de edificações históricas. Deste modo, utiliza ferramentas BIM de processamento de nuvem de pontos, modelagem, visualização e gestão, de modo integrado, para levantamento cadastral e gestão de edificações históricas e estado da arte. Para tanto, realizou-se um estudo de caso de uma edificação histórica da cidade de Salvador, a fim de legitimar a viabilidade da proposta e provocar discussões para o aprimoramento na implementação do sistema designado. Com o fito de alcançar o propósito mencionado, foi necessário o cumprimento de objetivos específicos, a saber:

- Definir escopo, edificação histórica, softwares e equipamentos que serão utilizados para a realização do estudo de caso;
- Sistematizar informações da edificação definida, sobretudo relacionadas à historicidade e às patologias construtivas, incluindo possíveis causas e consequências, locais de manifestação e intervenções associadas;
- Capturar informações por meio de varredura a laser (3D laser scanning), Fotogrametria digital – Dense Stereo Machine (DSM) através de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT);
- Realizar processamento da nuvem de pontos, extração de informações e limpeza;
- Construir modelo informacional HBIM e, para isso, definir o nível de informação necessário (Level of Information Needed – LOIN) apropriado;
- Investigar interoperabilidade, operacionalidade e aperfeiçoamento para o monitoramento almejado, o que inclui manipulação de softwares e testagens sucessivas.

O último objetivo específico mencionado, resulta em uma inovação importante: a identificação de possíveis softwares para a visualização das informações referidas, juntamente com a discussão e o interesse na democratização do conhecimento sobre o Patrimônio. Isso se deve ao propósito forte e compromisso ético de preservar, o Patrimônio Histórico ao máximo, como recomendado pelos tratadistas [1] e de modo mais eficiente possível. Afinal, a máxima “conhecer para preservar”, cuja autoria é desconhecida, é altamente aplicável nos campos da conservação e restauro, bem como na educação. É crucial democratizar o acesso à informação nesses contextos, a fim de promover uma compreensão mais ampla e participativa do patrimônio cultural.

## 4. Fundamentação Teórica

A preservação do patrimônio arquitetônico é um desafio constante e de grande importância social e cultural, uma vez que abriga em si a história e identidade de um povo. Nesse contexto, o Building Information Modeling (BIM) emerge como uma tecnologia para auxiliar no monitoramento do ciclo de vida das edificações históricas, especificamente o denominado Historic Building Information Modeling (HBIM). Assim, o HBIM é uma extensão do BIM, que objetiva a documentação, a operação e a manutenção de construções históricas [2]. Estas são as etapas do ciclo de vida que acometem efetivamente as edificações antigas. O HBIM é, portanto, uma abordagem especializada do BIM que visa lidar com os desafios específicos relacionados à preservação e gestão de edifícios históricos e sítios de patrimônio.

O HBIM, então, adapta as ferramentas e metodologias BIM para atender às necessidades de Conservação e Restauro do Patrimônio. Utiliza, para tanto, técnicas como a digitalização 3D a laser, a fotogrametria e o Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para capturar com precisão apropriada as características físicas dos edifícios históricos e criar modelos digitais adequados para a finalidade almejada. Desse modo, tornou-se essencial estabelecer o LOIN adequado para traduzir a complexidade do projeto e seu objetivo. Trata-se, portanto, de definir o nível de informações a serem extraídas e inseridas em termos de quantitativos e qualitativos, incluindo geométricas, textuais, numéricas ou de qualquer outra ordem.

Conhecendo o uso do BIM para o ciclo de vida das construções [3], do HBIM para a documentação, operação e manutenção de construções históricas [2] e da fotogrametria como ferramenta poderosa para o levantamento de informações [5], enxergou-se um potencial para preencher uma lacuna na conservação e gestão do patrimônio histórico. Existe um espaço para que a aplicação de uma metodologia que integre tecnologias avançadas, como a captura de dados tridimensionais, processamento por softwares especializados e a modelagem da edificação evolua a ponto de disponibilizar esses dados de forma sistemática em uma plataforma de visualização.

Atualmente, existe uma plataforma digital desenvolvida pelo Instituto Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), denominada Sistema Integrado de conhecimento e Gestão (SICG), que compila dados sobre bens culturais tombados e registrados. O SICG representa um avanço institucional como ferramenta de conhecimento e gestão, elaborado para se tornar um sistema de informações e cartografia integrado [3]. A plataforma utiliza tecnologias livres (open-source) como JAVA, Javascript, GeoJSON, Openlayers, GeoServer, PostgreSQL com extensão PostGIS e Hibernate Spatial, mas não contempla informações construtivas das edificações listadas em seu banco de dados, como condições de operação e manutenção, estado de conservação e outras informações que fazem parte do ciclo de vida das edificações. Também não existe, nesse ambiente, tecnologia para abrigar modelos 3D com as informações citadas acima [2]. Outra lacuna evidenciada durante a pesquisa foi a inexistência, até o momento, de uma infraestrutura que que uma tecnologias especializadas como o HBIM para a preservação do patrimônio arquitetônico brasileiro.

Em 2001, a pesquisadora Maria Elena Castore realizou um estudo com o foco na identificação, mapeamento e recomendações no tratamento de patologias na Igreja de Sant’ana, construção antiga estimada do século XIX, localizada no Largo de Santana, no bairro do Rio Vermelho, Salvador (BA), Brasil. A igreja, estima-se, foi construída entre 1817 e 1848, tendo importância inestimável para a memória da cidade. O presente estudo utiliza dados fornecidos por Castore – em que a autora utilizou tecnologias do restauro reconhecidamente importantes – e implementa tecnologias digitais, por meio de aplicações práticas, na abordagem do Patrimônio Histórico. Nesse contexto, defende-se a integração de tecnologias antigas e modernas para alcançar resultados promissores e efetivos na busca por uma preservação mais eficiente do patrimônio.

A abordagem interdisciplinar deste estudo culmina na proposição de um sistema de monitoramento inteligente, combinando conhecimentos e práticas das áreas de Arquitetura, Engenharia, Conservação e Restauro e Tecnologia da Informação. Assim, a implementação do HBIM, com tecnologias como nuvem de pontos e fotogrametria, corrobora significativamente para uma documentação precisa e detalhada das edificações históricas, preservando sua autenticidade e fornecendo informações essenciais para projetos de restauração, conservação e gestão do patrimônio. Diante disso, este trabalho propõe um aperfeiçoamento da gestão do patrimônio histórico através de uma abordagem pioneira de monitoramento do ciclo de vida utilizando tecnologias digitais.

## 5. Método de Pesquisa

A metodologia adotada para o trabalho foi o estudo de caso da Igreja de Sant'Ana, desenvolvido conforme a Figura 1.



Figura 1: Delineamento da pesquisa  
Fonte: Autoral (2023)

### 5.1 Etapa 01 – Investigação do Problema

A investigação do problema se inicia com a Revisão da Literatura, a definição da edificação e a seleção dos softwares e equipamentos apropriados. Nesse contexto, a Fundamentação Teórica, delineada no tópico anterior, sintetiza o entendimento da necessidade do estudo. A escolha da edificação histórica foi baseada na análise das variáveis: a) importância histórica; b) localização; c) disponibilidade de dados. Além disso, durante a seleção dos softwares e equipamentos para o levantamento de campo e processamento do estudo de caso, foram examinadas na literatura as abordagens adotadas em estudos similares.

### 5.2 Etapa 02 – Levantamento de Campo

Para a coleta de dados em campo, foi escolhida a técnica da fotogrametria, método que utiliza fotografias para gerar modelos 3D detalhados e precisos [5]. Além de possibilitar a criação de modelos 3D, a fotogrametria apresenta uma série de vantagens se comparada às formas tradicionais de levantamento de informações para a confecção de um modelo 3D, como redução de custos, rapidez [5][6], produtividade e maior precisão nos resultados [5]. Além disso, é de extrema importância destacar que a fotogrametria possibilita a obtenção de informações sem a necessidade de contato físico direto com as edificações históricas, reduzindo significativamente o risco de danos durante o processo de coleta de dados em campo. A Figura 2 ilustra as etapas de planejamento e operação da fotogrametria seguidas no presente estudo.



Figura 2: Planejamento e operação da fotogrametria  
Fonte: Autoral (2023)

Para a coleta das fotos foi necessário utilizar um veículo aéreo não tripulado (VANT), da marca DJI, modelo Spark (Figura 3). Este equipamento apresenta alcance de 2km e autonomia de voo de 25 minutos e captura fotos em Full HD.



Figura 3: VANT DJI Spark utilizado no projeto  
Fonte: Autoral (2023)

## 5.3 Etapa 03 – Processamento e Análise de Dados, Compartilhamento e Gerenciamento

A partir da fotogrametria, foi realizada uma seleção das melhores imagens devido a limitação da quantidade máxima de fotos aceita pelo software de processamento. A sobreposição de imagens utilizada foi lateral de aprox. 65% e longitudinal de aprox. 75% embasada em pesquisas correlatas. Como exemplo, o estudo conduzido por Wang et al. (2022), que concluiu que uma sobreposição de imagens de 50% na direção lateral e 66,7% na direção longitudinal é a configuração ideal para a reconstrução de diversos componentes de pontes e edifícios, resultando em um número mínimo de imagens e otimizando o tempo total da missão para a aquisição e processamento das imagens [7].

O Autodesk ReCap Photo foi o software escolhido para o processamento e geração do Modelo Texturizado Fotorrealista, devido à interoperabilidade deste com outros softwares selecionados para o prosseguimento do estudo. O modelo, então, passou por um tratamento de limpeza de áreas que excedem o objeto de estudo e por uma conferência de escala dos elementos, objetivando um arquivo limpo, organizado e acurado. Em seguida, foi necessário a exportação do modelo em formato “.pts” para a sua posterior importação pelo software Autodesk ReCap Pro. Isto porque este é capaz de reconhecer arquivos de pontos gerados e criar o arquivo de Nuvem de Pontos propriamente. Além disso, é convertido para um formato compatível com o Autodesk Revit, software de modelagem utilizado na sequência.

Antes de se iniciar a modelagem e digitalização do objeto de pesquisa, houve a necessidade de definir o LOIN (Level of Information Need) para atender às necessidades do projeto. Para tanto, estabeleceu-se a quantidade de informações que o modelo deveria conter em relação quanto a:

1. Geometria (quantidade, tamanho, forma, localização e orientação do elemento): as informações geométricas foram trabalhadas/exibidas conforme o edifício existente, sem referência a informações e sem representação de ornamentações complexas, modeladas genericamente a fim de garantir a forma geral da edificação.
2. Informações alfanuméricas, dados históricos e físicos foram inseridos no modelo a partir da geração dos seguintes parâmetros para identificar cada instância do elemento: identidade da patologia; localização; data da identificação; estado de conservação; sintomas; causas; mecanismos; origem; e possível solução.
3. Documentação: necessidade de ambiente comum de dados para o compartilhamento e gerenciamento das informações aos stakeholders do projeto.

## 6. Resultados

### 6.1 Etapa 01 – Investigação do Problema

A edificação escolhida para o estudo de caso foi a Igreja de Sant’ana, localizada no Largo de Santana, no bairro do Rio Vermelho, Salvador (BA), Brasil. A razão dessa escolha se baseou em três pontos principais:

- a. Importância Histórica: Com data estimada de construção entre 1817 e 1848, a Igreja de Sant’Ana é um símbolo do sincretismo religioso em Salvador, refletindo a interação entre o catolicismo e o candomblé. Desde 1824, a igreja tem sido um ponto focal para pescadores locais e veranistas, marcando eventos significativos na comunidade, como a criação da Paróquia de Sant’Ana em 1913.
- b. Localização: A igreja possui fácil acesso por diversos meios de transporte e, por situar-se distante de grandes edificações, facilita o uso de drones. Além disso, as edificações costeiras acometidas pelo vento sudeste vindo do oceano, sobretudo nas proximidades do bairro, têm alta incidência de cloreto de sódio [8]. Não diferente, a construção em estudo apresentava-se degradada pela umidade e sal.
- c. Disponibilidade de dados: Há um relatório produzido por Maria Elena Castore, em 2001, contendo dados históricos, espaciais, arquitetônicos e patológicos da construção, o que facilita o estudo de caso.

Os softwares adotados foram Autodesk ReCap Pro, Autodesk ReCap Photo, Autodesk Viewer, Autodesk Navisworks e Autodesk Revit, devido à sua reconhecida aplicação em contextos similares e à facilidade de acesso e manuseio pelos autores.

### 6.2 Etapa 02 – Levantamento de Campo

O levantamento foi conduzido no dia 13 de junho de 2023, no Largo de Santana, onde está localizada a Igreja de Sant’Ana. Considerando as condições climáticas, de luminosidade e o espaço em torno da edificação favoráveis à execução do voo, o evento foi iniciado e durou cerca de 20 minutos, durante os quais foram capturadas 122 fotos. A Figura 4 apresenta um dos registros do levantamento, destacando a igreja em estudo.



Figura 4: VANT em uso no projeto  
Fonte: Autoral (2023)



Figura 5: Coleta de medidas de elementos de referência da edificação  
Fonte: Autoral (2023)

O levantamento em campo foi finalizado com a tomada de medidas físicas (Figura 5) com trenas manuais e a laser. Esse procedimento é essencial para assegurar dimensões e escalas corretas na geração de nuvem de pontos e, portanto, no modelo 3D subsequente.

## 6.3 Etapa 03 – Processamento e Análise de Dados, Compartilhamento e Gerenciamento

Foram identificadas, por meio de pesquisas e simulações, duas opções de compartilhamento, gerenciamento e visualização que demonstram eficácia em termos de interoperabilidade com os softwares utilizados durante todo o processo: Autodesk Navisworks (Manage e Freedom) [9] e Autodesk Viewer.

### I. Autodesk Navisworks

Primeiramente, o modelo paramétrico HBIM foi importado no Autodesk Navisworks Manage, onde é possível a coordenação avançada, detecção de conflitos (clash detection) e ferramentas de simulação. Neste software foi testada a possibilidade de adicionar hiperlinks nos elementos importados, indicando os dados históricos e físicos (perícia e inspeção das patologias), possibilitando a visualização das informações individuais de cada elemento da edificação.

A expectativa era de que os stakeholders do projeto com acesso ao software Autodesk Navisworks Freedom fossem capazes de navegar pelo modelo, visualizar, clicar nos hiperlinks criados e serem direcionados aos documentos técnicos. No entanto, foi constatado que esta primeira opção não era a mais adequada devido a alguns fatores: a) Necessidade de instalação de software Autodesk Navisworks Freedom por parte dos stakeholders do projeto; b) Necessidade de outra plataforma para visualizar os dados nos hiperlinks gerados, pois não foi encontrada solução para apresentar os dados físicos e históricos no modelo do Navisworks; c) Dificuldade de compatibilizar o Modelo Paramétrico HBIM do Revit com o Modelo Texturizado Fotorrealista dentro do Navisworks.

### II. Autodesk Viewer

Em seguida, foi conduzida uma simulação com o Autodesk Viewer, visando expor todos os dados gerados. Assim, verificou-se a interoperabilidade requerida com os softwares utilizados anteriormente, o Viewer é uma plataforma online da Autodesk que se mostrou valiosa por facilitar o compartilhamento de exibições de projetos e a colaboração remota.

Dessa forma, tornou-se viável a visualização do Modelo Paramétrico HBIM e do Modelo Texturizado Fotorrealista, assim como as indicações das patologias com seus devidos parâmetros preenchidos. Diferentemente da primeira simulação utilizando o Navisworks, a plataforma Viewer possibilitou a unificação de todos os dados gerados, além de proporcionar facilidade na navegação por parte dos stakeholders.

Após as simulações mencionadas, foi possível a exibição de todos os dados em uma única plataforma: o Modelo Paramétrico HBIM e suas respectivas identificações parâmetros das patologias no Autodesk Viewer. Não foi possível, no entanto, unir o Modelo Paramétrico HBIM e Modelo Texturizado Fotorrealista em um único arquivo de visualização do Autodesk Viewer. Como solução para esta inconsistência, utilizou-se a função “Comentários” da plataforma Autodesk Viewer, indicando o parâmetro “ID da Patologia” nos dois arquivos criados, garantindo, assim, a unidade das informações.

## 7. Discussão

A utilização de novas tecnologias no levantamento cadastral contribuiu positivamente para tornar as coletas mais precisas e otimizadas. A trena a laser possibilitou a medição mais acurada dos elementos individualmente, já o VANT causou um impacto maior pois foi possível mapear todas as faces externas da edificação rapidamente, além de capturar imagens de elementos de difícil acesso como, por exemplo, os detalhes dos ornamentos no nível da cobertura e a cobertura propriamente dita.

No início da etapa de processamento da nuvem de pontos no ReCap Photo, verificou-se que a precisão geométrica da edificação estava adequada. Desse modo, a nuvem de pontos poderia ser utilizada para as etapas de Modelagem e Digitalização. Além disso, observou-se que o Modelo Texturizado Fotorrealista atingiu um alto padrão de qualidade gráfica e visual.

Apesar de resultados iniciais promissores com a fotogrametria, tornaram-se evidentes falhas gráficas em algumas formas geométricas e em determinadas representações de texturas. Para entender e solucionar esses defeitos foram diagnosticadas possíveis causas e soluções:

- Para evitar as imperfeições nas formas, identificamos a importância de realizar um planejamento prévio antes do voo do VANT. Isso envolve a definição de altitudes, espaçamentos entre as capturas fotográficas e distâncias para as imagens, além de seguir um padrão de voo “sequencial e circular” ao redor da edificação. Esse método permite que o ReCap Photo identifique pixels correspondentes entre diferentes imagens, contribuindo para a construção de um modelo mais fiel (Figura 6).



Figura 6: Sequência de “takes” por vôo contínuo e circular à edificação  
Fonte: Autoral (2023)

Para evitar as imperfeições nas texturas, além do planejamento mencionado, é crucial atentar para o horário e as condições climáticas do local. Dependendo da posição do sol, podem ocorrer áreas com incidência luminosa adequada e outras com sombras excessivas. Em dias com clima instável com alternância entre sol e nebulosidade, como neste estudo, é desaconselhável realizar a captura de imagens, pois diferentes iluminações resultam em cores (pixels) variadas, ocasionando erros nas texturas. Isso pode levar a interpretações equivocadas sobre o estado de conservação do edifício (Figuras 7 e 8).



Figura 7: Sequência de "takes" para a fotogrametria com iluminações distintas.  
Fonte: Autoral (2023)



Figura 8: Modelo 3D texturizado fotorrealista com erros de representação de texturas  
Fonte: Autoral (2023)

O grande desafio da modelagem de edificações históricas reside na sua intrincada complexidade, decorrente da profusão de formas ornamentadas e elementos que não seguem as diretrizes construtivas contemporâneas. Diferentemente das construções atuais, as edificações históricas foram erigidas de forma mais artesanal, devido às técnicas, materiais e culturais do contexto e apresentam elementos cuja uniformidade não é garantida. Isto resulta em variações nas espessuras e alinhamentos das paredes e em desvios nos eixos e níveis dos elementos, que muitas vezes não seguem um padrão ortogonal. Dessa forma, a nuvem de pontos gerada possibilitou uma maior precisão e rapidez na modelagem existente, obtendo resultados que não seriam possíveis sem o modelo tridimensional para usar como referência. Além disso, também permitiu uma visualização evidenciada dos aspectos mencionados em relação ao alinhamento e prumos.

Este estudo, então, alcançou um novo patamar na etapa do Compartilhamento e Gerenciamento, pois nesse aspecto há poucas referências literárias. Por fim, ainda que em fase primária, esta pesquisa, através da integração dos modelos com o Autodesk Viewer, conseguiu apresentar um material satisfatório para os stakeholders do projeto, fornecendo acesso ao Modelo Paramétrico HBIM e ao Modelo Texturizado Fotorrealista, juntamente com os dados necessários para a visualização e gerenciamento do patrimônio histórico em questão. Além disso, inaugura a possibilidade de inserção contínua de dados no modelo por parte dos responsáveis, deixando, portanto, um caminho promissor para o monitoramento das etapas do ciclo de vida do patrimônio histórico de modo acessível e democrático. Os ambientes digitais, afinal, devem proporcionar maior transparência tanto nos conceitos fundamentais quanto nas estratégias de implementação [10].

## 8. Conclusão

Este projeto destaca a importância de preservar o patrimônio arquitetônico, que enfrenta desafios cada vez mais complexos. Os resultados obtidos para o monitoramento do ciclo de vida das construções históricas utilizando tecnologias digitais colaboram para uma documentação eficiente da edificação. Isto contribui para a conservação do patrimônio, colabora nas decisões em projetos de intervenções restaurativas.

Como sugestão para pesquisa futura tem-se a criação e evolução de ferramentas como a plataforma SICG do IPHAN, introduzindo modelos 3D refinados e interativos para melhorar a gestão e divulgação do patrimônio histórico material. As possibilidades ampliadas por tecnologias digitais e métodos avançados prometem uma gestão de dados mais eficiente e uma visualização arquitetônica meticulosa. Esta inovação não só auxilia na conservação e restauração de edifícios históricos, mas também potencializa a educação e a divulgação do valor histórico, motivando profissionais e pesquisadores a explorar ainda mais essas ferramentas para a preservação do legado cultural brasileiro.

## 9. Referências

1. CARTAS PATRIMONIAIS. In: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). Brasília, c2014. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>>. Acesso em: 25 mar. 2023.
2. TOLENTINO, Mônica Martins Andrade. A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico. 2018. 332 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
3. CAVALCANTI NETO, José Rodrigues; CARNEIRO, Fernanda Gibertoni; GIANNECCHINI, Ana Clara. Avanços e Desafios na Preservação do Patrimônio Ferroviário pelo Instituto Do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. In: Vi Colóquio Latino Americano Sobre Recuperação E Preservação Do Patrimônio Industrial, 6., 2012, São Paulo. Colóquio. São Paulo: Ticcih, 2012. p. 1-18. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI\\_coloquio\\_t6\\_avancos\\_desafios.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI_coloquio_t6_avancos_desafios.pdf). Acesso em: 22 jul. 2023.
4. EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2011.
5. CONDE, A. J. L., CALCEDO, J. G.S., RODRIGUEZ, A. M. R. Use of BIM with photogrammetry support in small construction projects. Case study for commercial franchises. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vilnius, 26(6):513-523, jun 2020. DOI:10.3846/jcem.2020.12611 Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/342012593\\_Use\\_of\\_bim\\_with\\_photogrammetry\\_support\\_in\\_small\\_construction\\_projects\\_Case\\_study\\_for\\_commercial\\_franchises](https://www.researchgate.net/publication/342012593_Use_of_bim_with_photogrammetry_support_in_small_construction_projects_Case_study_for_commercial_franchises)>. Acesso em: 20 mar. 2023.
6. MORENCY, L.-P., RAHIMI, A., & DARRELL, T. Fast 3D model acquisition from stereo images. In: Proceedings of the First International Symposium on 3D Data Processing Visualization and Transmission. Padova, Italy, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1109/TDPVT.2002.1024057> . Disponível: < <https://ieeexplore.ieee.org/document/1024057>>. Acesso em: 20 mar. 2023.
7. WANG, F.; ZOU, Y.; DELREY CASTILLO, E.; LIM, J. B. P. (2022). Optimal UAV Image Overlap for Photogrammetric 3D Reconstruction of Bridges. Paper presented at the CIB World Building Congress (WBC2022), Melbourne, Australia. Department of Civil and Environmental Engineering, the University of Auckland, Auckland, New Zealand.
8. COSTA, E. A. L. Determinação do potencial de agressão dos sais marinhos sobre as argamassas de revestimento na região metropolitana de Salvador. 2001. 135 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/117749>> . Acesso em 9 de set. 2023.
9. LÓPEZ, F. J.; LERONES, P. M.; FERNANDEZ, J. L.; GARCÍA-BERMEJO J. G.; ZALAMA, E. A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). *Multimodal Technol. Interact.* 2 (2018): 21.
10. FASOULAKI, E. Integrated design: a generative multi-performative design approach. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Architecture Studies) – Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2008.

# Proposituras Tecnológicas de Gestão Inteligente dos Recursos Naturais e dos Resíduos em Habitações de Interesse Social: Um Protótipo de Desenvolvimento Sustentável



**Aluna: Renata Brito de Oliveira**  
**Orientador: Andre Luiz Andrade Simões**  
**Curso: Engenharia Civil**  
**Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia**

## RESUMO

A humanidade convive com a emergência climática que requer atitudes imediatas. Nesse panorama, é possível aplicar as expertises da construção civil ao setor imobiliário, alinhando-as com os princípios da sustentabilidade. O presente trabalho propõe um modelo inovador de habitações de interesse social (HIS), com uma gestão otimizada dos recursos naturais e um eficiente gerenciamento dos resíduos sólidos, visando o desenvolvimento sustentável. A pesquisa tem o objetivo de promover o uso e a aplicação de tecnologias em quatro eixos principais: resíduos, água, energia e educação ambiental, contribuindo para uma reconfiguração socioeconômica e ambiental. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, aplicada e quali-quantitativa, por meio de um estudo de caso para demonstrar as tecnologias disponíveis, com ênfase na viabilidade técnica e operacional. Além disso, foram detalhadas estimativas comprovadas de dimensionamentos, estudos e implementações anteriores para fundamentar as sugestões do protótipo de gerenciamento inteligente dos recursos naturais e dos resíduos domésticos. Os resultados indicaram que algumas tecnologias já estão em uso, enquanto outras foram propostas como sugestões, apresentadas em um conteúdo detalhado com plantas e layouts comparativos entre o projeto original e o sugerido. Por fim, desenvolveu-se um aplicativo para os beneficiários do programa social, integrando inovações que podem envolver o setor público, parcerias empresariais, profissionais, o meio acadêmico e a comunidade.

**Palavras-chaves:** Habitação de interesse social; Desenvolvimento sustentável; Resíduo; Água; Energia; Educação ambiental

# 1. INTRODUÇÃO

Ao abordar sobre o aquecimento global, pelas ocorrências de chuva ácida, ilha de calor, rarefação da camada de ozônio, percebe-se que esses problemas estão intrinsecamente ligados ao lançamento de gases nocivos à atmosfera. Além disso, a impermeabilização do solo, processo relacionado diretamente ao desmatamento e à verticalização, tem ocasionado as enchentes nas cidades, gerando transtornos em diversos locais no mundo. Como se não bastassem, outras preocupações adicionais incluem a volumetria de lixo, a contaminação dos rios e o desafio da disponibilidade hídrica. Essas questões citadas são efeitos colaterais da conjuntura urbana não embasada no planejamento sustentável (MATOS, COSTA, 2018). Desta forma, em 2015, a Assembleia Geral da ONU elaborou a Agenda 2030, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Globais e estipulando o ano de 2030 como o prazo para que a humanidade alcance os compromissos. Em paralelo, no mesmo ano de 2015, ocorreu a Conferência das Nações Unidas, resultando no Acordo de Paris: um documento que visa frear o aquecimento global, limitando o aumento da temperatura a 1,5°C em relação ao século 19 (PEIXOTO, LUCCHESI, 2021). Nessa premissa, a expressão desenvolvimento sustentável ganha destaque. Ela se distingue da mera sustentabilidade - que muitas vezes é conceituada de forma utópica. Enquanto a sustentabilidade ecológica é o conjunto de ideias para salvaguardar os recursos naturais e proteger a biodiversidade; o desenvolvimento sustentável é a forma de instrumentalizar essas premissas e valores no cotidiano das comunidades e setores empresariais, como também inclui sua adoção na gestão de autoridades governamentais. Isso significa que o desenvolvimento sustentável abrange uma multidimensionalidade, contemplando os aspectos socioeconômicos, culturais, ambientais e políticos (SILVA; GONÇALVES, 2021). Outrossim, cabe mencionar uma expressão que surgiu em 1994 pelo sociólogo britânico John Elkington, o "Triple Bottom Line" - Tripé da Sustentabilidade (FERREIRA, 2019). Tal conceito foi disseminado com a proposta de avaliar as corporações sob o ponto de vista social, ambiental e econômico, para assim haver uma harmonia convergente ao desenvolvimento sustentável. Em adição, convém citar o sociólogo alemão Ulrich Beck, que disseminou o slogan: "pensar globalmente, agir localmente", afim de envolver cada indivíduo, setor de produção e Estado, com o objetivo comum de reduzir os impactos ambientais. Assim, essa convocação também alcançou o cenário das construções habitacionais de interesse social, pelo nítido desafio, cada vez mais latente, da governança adaptar os projetos em um respaldado paradigma que fomente uma positiva representatividade do Brasil. Além disso, é notória a amplitude espacial e quantitativa das ações a serem realizadas nas HIS, visto que "a sociedade brasileira registra um déficit habitacional de 6 milhões de domicílios" (FUNDAÇÃO JOSÉ PINHEIRO, 2024).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 EIXO 1 – ÁGUA

#### 2.1.1 REUSO DE ÁGUA CINZA

A água cinza é o fluido residual proveniente do chuveiro, lavanderia e lavatórios domésticos. De acordo com a norma brasileira NBR 13.969 (ABNT, 1997), quando se trata do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características semelhantes, esse resíduo pode ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura. Alguns exemplos de uso da água cinza incluem a lavagem de veículos automotivos e de pisos, a descarga dos aparelhos sanitários, a irrigação de jardins, campos agrícolas e pastagens, bem como a manutenção paisagística de lagos e canais.

#### 2.1.2 DRENAGEM SUSTENTÁVEL

Diante da constante expansão das cidades, as obras no sistema de drenagem não comportam a demanda e sempre precisam ser refeitas, ficando cada vez mais caras e insustentáveis economicamente, gerando uma sobrecarga. Para o enfrentamento desses impactos, cidades do mundo inteiro investem na implementação do Sistema de Drenagem Sustentável, que é uma concepção alternativa para amenizar dos problemas oriundos das enchentes e otimizar a qualidade do recurso hídrico, baseado na tentativa de imitar o ciclo hidrológico natural, apoiando-se nas funções ecossistêmicas da paisagem (WANG et al., 2017; WOODS-BALLARD et al., 2015). Assim, por meio dos processos de evaporação e evapotranspiração, devolve-se parte da água para atmosfera e, pelo armazenamento temporário, possibilita-se o reuso da água, ou descarte lento, após a chuva (DIAS e ANTUNES, 2010).

## 2.2 EIXO 2 – ENERGIA

Com o crescente consumo de energia, os impactos ambientais causados pelas fontes tradicionais, como os combustíveis fósseis, também aumentaram. Por isso, a busca por outras opções para obter recurso energético está ganhando mais visibilidade. Essas fontes alternativas produzem energia de maneira menos agressiva ao planeta Terra e contribuem para a redução das emissões de gases de efeito estufa (AGUILAR et al., 2012; SANTOS, 2015). Nesse contexto, o uso da energia solar em condomínios tem se destacado como uma solução inteligente e vantajosa. Em adição, também é relevante a obtenção de energia proveniente da biomassa, obtida por meio de biodigestores que geram gás e material de compostagem. Por fim, adotar acessórios dentro do próprio conjunto habitacional é uma outra medida conveniente à economia energética. Nesse quesito, cita-se: a utilização de luminárias de alta eficiência, de sensores de presença nas áreas comuns, além da exploração máxima da iluminação e da ventilação natural por meio de manejos da arquitetura passiva.

## 2.3 EIXO 3 – RESÍDUOS

No cenário atual, a geração de resíduos sólidos atinge proporções alarmantes, em que cerca de 60% desses resíduos poderiam ser reaproveitados, desde que coletados de forma seletiva, articulando o reaproveitamento e reciclagem. Essa prática não apenas poupa recursos naturais, mas também reduz o impacto ambiental na saúde pública e diminui a necessidade de investimentos significativos em aterros sanitários. Além disso, promove-se a geração de trabalho e renda (BUQUE, 2015). Assim sendo, surgem expressões, como a logística reversa, que consiste nos meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos e embalagens ao setor empresarial, para reaproveitamento ou outra destinação final ambientalmente adequada. Ainda, ressalta-se que o Princípio da Responsabilidade Compartilhada, expresso na Lei 13.205 (2010), deve ser difundido, já que envolve município, consumidor, comerciante, distribuidor, importador e fabricante, devendo, todos, colaborar no gerenciamento mais racional dos resíduos.

## 2.4 EIXO 4: EDUCAÇÃO AMBIENTAL

No paradigma da adoção de dispositivos tecnológicos, da mudança de mentalidade e ações, a educação ambiental pode ser consolidada pela comunicação como ferramenta basilar. As estratégias mais abrangentes de difusão da informação envolvem, sobretudo, a produção e a divulgação de conteúdos e materiais destinados aos condomínios participantes, integrando, desta forma, a comunidade, estudantes, além dos profissionais necessários. Por esta razão, acredita-se na importância do desenvolvimento do aplicativo Condomínio Sustentável.

# 3 MÉTODO DE PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos por este trabalho, aplicou-se as seguintes abordagens de pesquisa: (I) pesquisa exploratória, por meio da revisão de publicações; (II) pesquisa do tipo aplicada, pormenorizando os exames no estudo de caso, visando desenvolver o conhecimento, método, produto e soluções sustentáveis que podem ser expandidas na prática; (III) pesquisa quali-quantitativa: ora firmando o tratamento qualitativo das informações que caracterizam os modelos, ora utilizando os dimensionamentos que quantificam e reiteram a viabilidade.

A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica para coletar informações sobre as inovações sustentáveis já implementadas no Brasil, com foco em comunidades de baixa renda, visando identificar oportunidades para o programa de Habitação de Interesse Social (HIS). Na segunda etapa, foram coletadas informações específicas do condomínio estudado, incluindo projetos arquitetônicos, de instalações, além de visitas ao local e entrevistas com moradores. Com base nesses dados, adotou-se uma abordagem quantitativa para analisar a coleta seletiva e o sistema de biodigestão, avaliando a implementação desses sistemas interconectados de gestão de resíduos e energia. Para as demais tecnologias, devido às limitações da pesquisa e de acesso aos dados, optou-se por uma abordagem qualitativa, que foi suficiente para demonstrar a aplicabilidade das inovações. Na terceira etapa, os aspectos de água, energia, resíduos e educação ambiental foram integrados, a fim de harmonizar a circularidade dos recursos. Ainda avançou-se no desenvolvimento do app Condomínio Sustentável na linguagem Python com adição de PyQt5. Essas escolhas são justificadas pela simplicidade, robustez e compatibilidade multiplataforma, permitindo um desenvolvimento rápido e escalável, sendo o PyQt5 o conjunto de ligações que permite usar o framework Qt, originalmente escrito em C++, para desenvolver interfaces gráficas em Python.

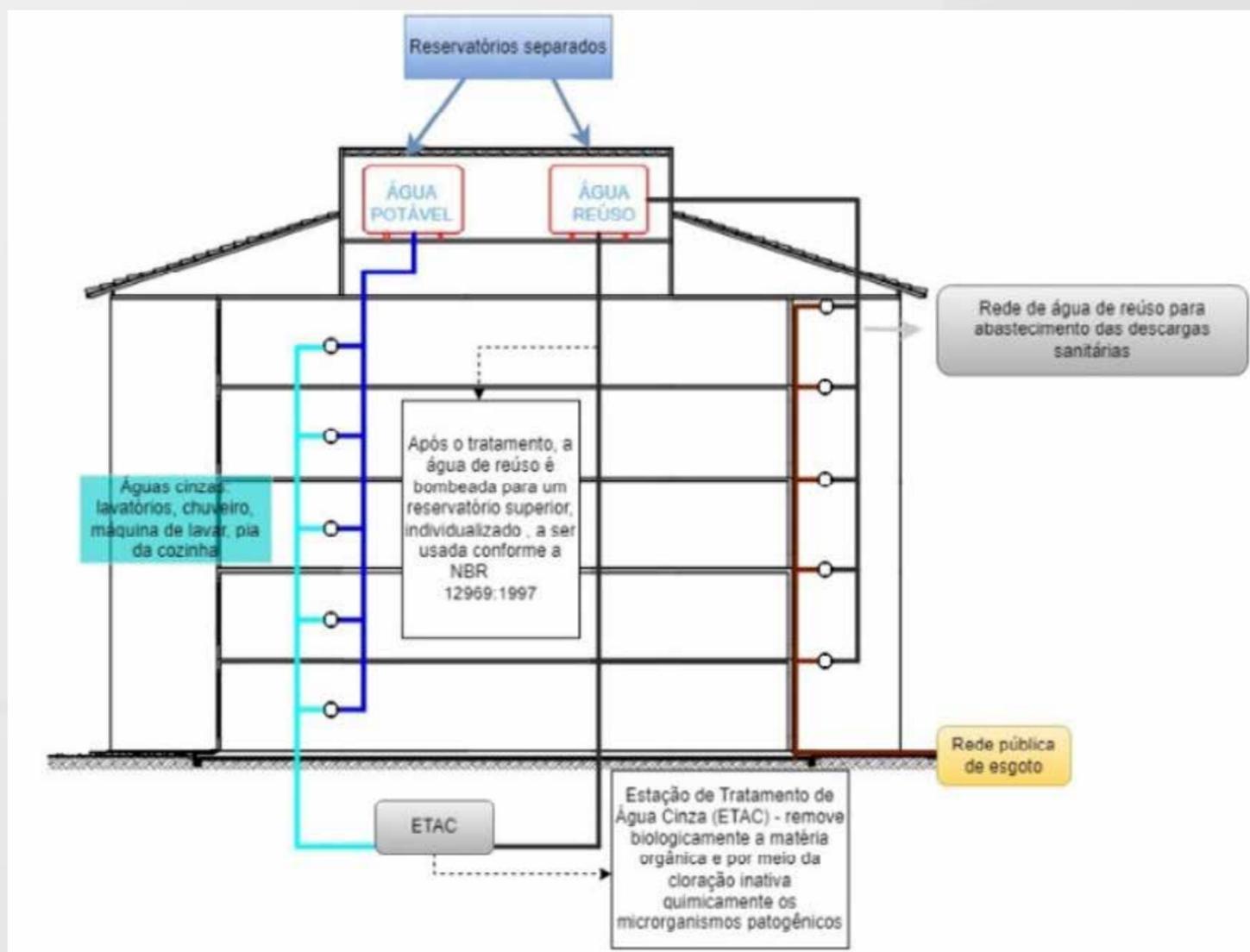
## 4 O ESTUDO DE CASO

O citado protótipo sustentável foi detalhado no condomínio multirresidencial de interesse social: o Vila Barro Branco. Localizado em Salvador-Ba, o conjunto possui quatro prédios e 116 unidades habitacionais.

### 4.1 REÚSO DA ÁGUA CINZA

Sem dúvidas, o modelo de reaproveitamento de água cinza resulta em ganhos comprovados. Assim, é possível estabelecer um exemplar de reaproveitamento de forma circular, sem utilizar tecnologias complexas. Como exemplo concreto, BERTUZZO (2018) analisou o sistema de reuso de águas cinzas, realizando um estudo de caso para implantação em um condomínio residencial de baixo padrão com 140 apartamentos e estimou o payback (retorno financeiro) em 15 meses e 7 dias. Então, sugere-se essa implantação nas HIS, cujos processos ocorrem nas seguintes etapas: (1) coleta das águas cinzas geradas a partir do efluente da máquina de lavar, chuveiro, pia da cozinha e pia do banheiro); (2) Disposição no tanque séptico para detenção e desinfecção; (3) Filtros verticais: que realiza a máxima floculação dos sólidos dissolvidos para decantar-se ao final; (4) Filtros lentos: que promove o polimento à água de reuso garantindo aspectos e padrões da água potável; (5) Cisterna para água de reuso: acumulando toda água de reuso o qual será submetido a cloração por pastilhas acopladas no sistema hidráulico; (6) Caixa d'água de reuso: reservatórios onde o efluente será disposto. Ressalva-se que o reservatório é individualizado, sendo que a água de reuso será encaminhada por bombeamento para distribuição, por meio de rede específica aos pontos de abastecimentos determinados em cada unidade habitacional. Nessa proposta, tem-se o modelo esquematizado no prédio em análise, conforme Figura 1.

Figura 1: Esquema do sistema de reuso de água cinza

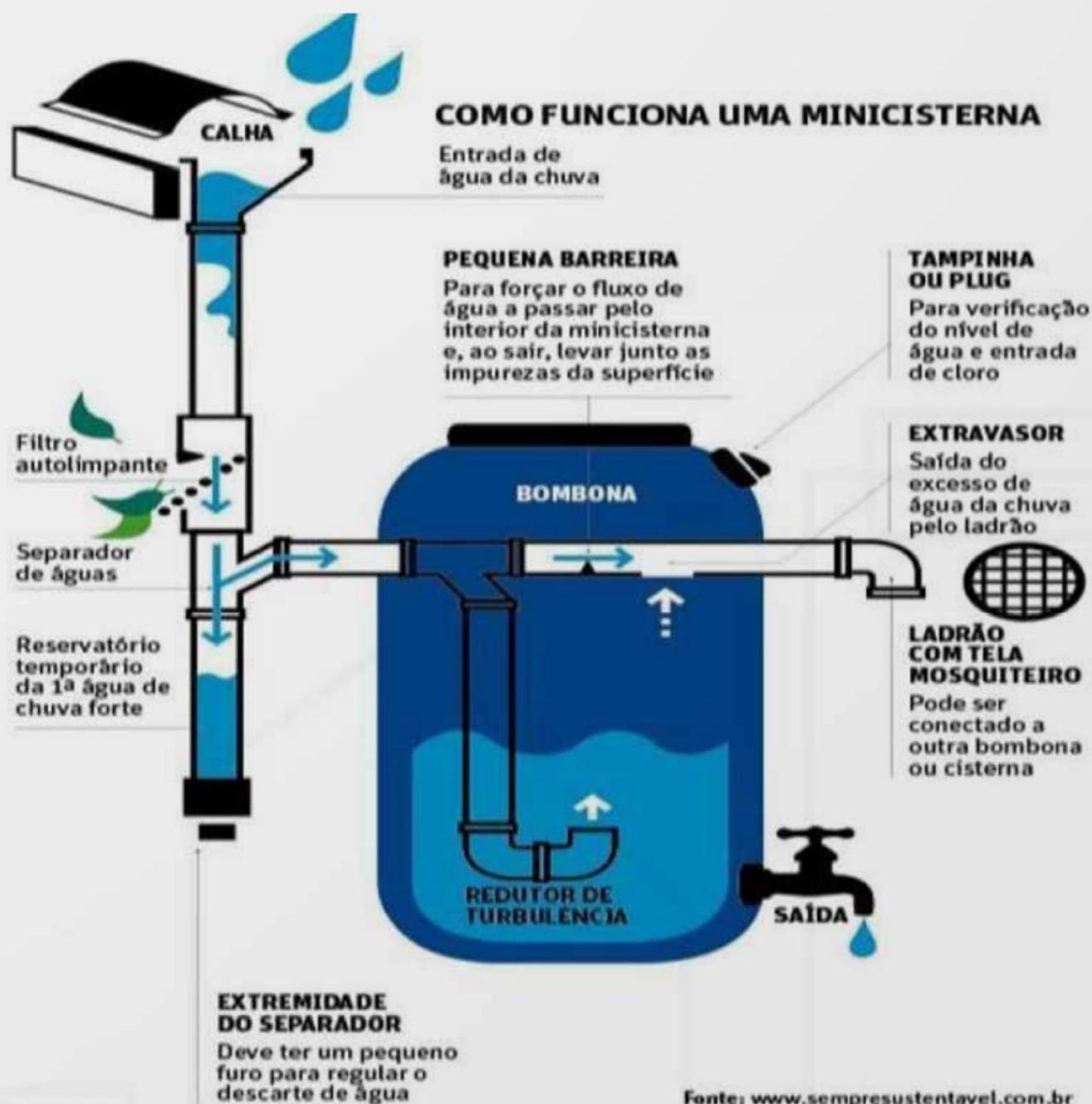


Fonte: Autora (2024).

## 4.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

A captação de água pluvial por meio de calhas e condutores oferece benefícios significativos, especialmente como uma medida adaptativa às mudanças climáticas. Na Vila Barro Branco, embora esse sistema não tenha sido implementado, pode-se explorar um layout sugestivo com base no detalhamento desenvolvido por Urbano (2014). O funcionamento é simples e eficaz: primeiro, a água da chuva é coletada na área de captação. Em seguida, ela é conduzida para as calhas e, posteriormente, aos condutores. Por fim, a água é direcionada à minicisterna. A Figura 2 ilustra esses elementos. É importante considerar o correto dimensionamento das calhas e condutores, levando em conta a área de captação e a intensidade das chuvas. Além disso, a instalação de filtros ajuda a manter a qualidade da água armazenada.

Figura 2: Funcionamento da minicisterna



Fonte: Sempre Sustentável (2014).

### 4.3 DRENAGEM COM PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

Neste empreendimento, empregou-se a pavimentação com cimento afagado e composição impermeável na quadra poliesportiva, área infantil, de lazer, de ginástica e nos quintais ao redor dos blocos; assentando-se, por fim, a camada de material sintético (Figura 3a). No entanto, do ponto de vista da drenagem sustentável, o sistema tornou-se ineficiente devido ao substrato impermeável. Assim, poderia ser utilizado concreto permeável, isto é: leito compactado de brita, pedrisco, areia ou emulsão asfáltica, possibilitando que a água seja absorvida de forma mais eficiente pelo solo. Como recomendação extra, menciona-se a utilização de lajotas ecológicas feitas a partir da reciclagem de pneus triturados na camada superior, para minimizar a problemática do volumetria dos pneus descartados. Enquanto que, nos quintais do prédio, onde também concretou-se (impermeabilizando a área), poderiam ser aplicadas placas drenantes, de acordo com a Figura 3b.

Figura 3: (a) Modelo de piso impermeável na área de ginástica; (b) Placas permeáveis que poderiam ser utilizadas nas áreas de fluxo de pedestres



Fontes: (a) Max Haack/Secom Prefeitura de Salvador; (b) Salvador pré-moldados.

Relativo ao estacionamento, utilizou-se pisos intertravados em 20% das vagas (Figuras 4a e 4b), porém poderia ser empregado em toda a extensão referente ao fluxo de veículos (conforme Figura 4c).

Figuras 4: (a) e (b) Disposições do estacionamento em Vila Barro Branco; (c) Modelo idealizado de pavimento permeável em todo estacionamento.



Fonte: (a) e (b) Autora (2024) ; (c) ABCP (2016).

## 4.4 DRENAGEM COM JARDINS DE CHUVA

Na cidade de Salvador, a implantação dos jardins de chuva começou a fazer parte da gestão municipal para minimizar os impactos das mudanças climáticas na rotina dos soteropolitanos, que nos dias atuais sofrem com enchentes e alagamentos cada vez mais frequentes (SALVADOR, 2023). Idealiza-se que essa intervenção torne-se parte dos projetos das habitações de interesse social. Todavia, mesmo o condomínio Vila Barro Branco apresentando espaços suficientes, não explorou-se as premissas dos jardins de chuva (rebaixamento do nível do solo, intercalando as camadas drenante, filtrante com a utilização de brita e areia, além da seleção das plantas autóctones). Em comparação com um gramado convencional, os jardins de chuva permitem que 30% a mais de água penetre no solo, além de filtrar em até 90% a poluição difusa. Assim, como esponjas no ambiente urbano tão impermeabilizado, são apontados por especialistas como um pertinente paliativo à problemática da drenagem urbana (JORNAL DA USP, 2021).

Figura 5: Jardim de chuva sendo implantado no Bairro Pituba, em Salvador-Ba



Fonte: SALVADOR (2023).

## 4.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Como medidas assertivas, o condomínio dispõe de sensores de presença nos corredores de acesso aos apartamentos, aplicação da ventilação cruzada e estudo preliminar de iluminação natural, sendo os ambientes de cores brancas, além de janelas venezianas de alumínio de três folhas, permitindo a adequação da entrada de luz. Ainda, houve um projeto-piloto de painéis solares, em que cada uma das quatro torres recebeu 7 painéis de 335 W. Implementado o sistema completo, com 9,38 kWh, estimou-se gerar anualmente 13.500 kWh de energia limpa e renovável, a representar um alívio de R\$ 10 mil reais por ano para as famílias beneficiadas (SDB SOLAR, 2020). Entretanto, na etapa de visitação ao condomínio, três anos após entrega do empreendimento, tornou-se conhecido que o sistema não foi ativado.

Figura 6: Placas solares aplicadas nas torres do Vila Barro Branco



Fonte: SDB solar (2020).

Uma outra aplicação sugerida é o biodigestor: um equipamento que realiza a decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos, gerando dois subprodutos: o biogás e biofertilizante. Reitera-se a viabilidade dessa implementação para fins residenciais, visto que BORNE (2016) instalou o sistema de biodigestão em um condomínio residencial localizado no centro de Foz do Iguaçu/PR, em que todo o biogás produzido seria utilizado pelos 720 moradores como gás de cozinha ou, ainda, para aquecimento térmico. Segundo as pesquisas de BORNE (2016), o biodigestor chegou a fornecer uma quantidade de biogás por dia, significando uma economia anual de até R\$ 10,8 mil na conta de energia. Em adição, cita-se os 100 biodigestores instalados em prédios públicos, unidades escolares, associações comunitárias e unidades de valorização de recicláveis entre os anos de 2022 e 2023, também em Foz do Iguaçu, como parte do Programa de Gestão Integrada de Resíduos, cuja autoridade política afirmou que: “Promover a implantação do sistema de biodigestão é unir o avanço tecnológico e o gerenciamento de resíduos orgânicos a temas como educação, saúde, economia, desenvolvimento social e meio ambiente, além de atender a 13 dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da ONU” (BRASILEIRO, 2022). Assim, a implantação de biodigestores pode fazer parte das HIS, o que fomentou o dimensionamento na Vila Barro Branco.

Por meio dos métodos consolidados por Nazaro e Nogueira (2016) e Rocha (2016), os resultados mostraram que, da conversão de matéria orgânica em biogás na Vila Barro Branco, é possível manter a chama de 1 queimador acesa, 1 hora e 12 minutos por dia, em 40 unidades, ou manter 50 lâmpadas a gás acesas 6 horas e 12 minutos por dia, todos os dias. Além disso, dimensionou-se os diâmetros das circunferências das câmaras de entrada (= 0,96 m), câmara de digestão 1 (= 1,44 m) e câmara de digestão 2 (= 2,28 m). Dessas dimensões, percebeu-se que o biodigestor especificado poderia ser perfeitamente alocado no espaço do condomínio, sem comprometer o projeto arquitetônico, conforme está representado em escala na Figura 7.

Figura 7: Área do biodigestor



Fonte: Autora (2024).

O chuveiro Rewatt é mais uma sugestão às HIS que representa um sistema que recicla energia térmica da água usada no banho, demandando menos potência da resistência do chuveiro. Ainda, essa inovação economiza água, visto que funciona com uma vazão de apenas 3 litros por minuto, enquanto o sistema de aquecimento a gás necessita de uma vazão de 7 litros por minuto e o aquecimento solar de 10 a 12 litros. O invento foi testado na PUC Minas, a pedido da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e, depois, a companhia gerenciou a distribuição gratuita de um lote de 7.000 peças desse modelo para pessoas carentes da Região Metropolitana de Belo Horizonte (CICLOVIVO, 2010). A proposição nas HIS seria com a associação entre esse sistema e o de reuso de água cinza (proveniente do banho), obtendo, desta forma, a comunicação entre os eixos água e energia.

Figura 8: Modelo esquemático do chuveiro economizador



Fonte: CICLOVIVO (2010).

## 4.6 COLETA SELETIVA

Após análise nos anos de 2023 e 2024, constatou-se que o condomínio Vila Barro Branco não possui coleta seletiva. Dessa forma, com base no Programa de Coleta Seletiva proposto por Guimarães (2020), foram sugeridas medidas relacionadas à formação da equipe, elaboração do projeto, implementação e escoamento (o destino final dos resíduos). Para dimensionar a viabilidade espacial, calculou-se o volume semanal estimado de resíduos gerados no condomínio Vila Barro Branco. Esse volume totaliza 13.676 litros, equivalente a 13,676 m<sup>3</sup> de espaço necessário para armazenar os materiais recicláveis durante uma semana, considerando que não haja compactação. Assim, visto que o depósito atual possui dimensões de 2,40 m x 8,40 m, totaliza-se 20,16 m<sup>2</sup>. Então, dividindo o volume estimado (13,676 m<sup>3</sup>) pela área do depósito (20,16 m<sup>2</sup>), obteve-se uma altura de 67 cm de resíduos armazenados no interior do abrigo. Esse resultado é totalmente viável para a coleta seletiva. Portanto, pode-se denominar esse espaço como “Estação de Reciclagem Vila Barro Branco”.

Figura 9: Local para abrigo do lixo (sem coleta seletiva) e modelo sugerido da Estação de Reciclagem Vila Barro Branco



Fonte: Autora (2024).

## 4.7 O APLICATIVO “CONDOMÍNIO SUSTENTÁVEL”

Na última década, os aplicativos gráficos se destacaram como ferramentas essenciais, oferecendo resultados visualmente atraentes e amplamente aceitos pelos usuários. Essa tecnologia também pode alcançar o uso e operação nas HIS, promovendo responsabilidade compartilhada, sustentabilidade, eficiência e melhor gestão condominial. Assim, desenvolveu-se o aplicativo Condomínio Sustentável, que integra a economia circular com a educação ambiental de forma dinâmica e interativa, contemplando 16 das 17 ODSs. O app possui as seguintes funcionalidades: (1) Manuais: do síndico, sobre as placas solares, coleta seletiva, entre outros; (2) Jornal CS: Os beneficiários serão tanto agentes, quanto receptores de informações por meio desse canal de notícias. Paralelamente, de forma similar a uma rede social, será possível postar, comentar e compartilhar; (3) Cadastro e capacitação dos síndicos; (4) Empreendedorismo Sustentável: Oferecerá instruções para estímulo de trabalho e renda, como oficinas para a confecção de sofás, vassouras e luminárias utilizando materiais recicláveis, como garrafas PET e óleo de cozinha saturado para a produção de sabão. Além disso, instruirá sobre a compostagem na horta comunitária; (5) Balanço de consumo: o aplicativo apresentará medidas, conclusões gráficas e reflexivas acerca do excesso ou economia para o padrão consumo de água, energia e gás; (6) Gamificação: com jogos interativos com diferentes níveis de dificuldade para obter envolvimento de todas as faixas etárias e promover a inclusão digital aos idosos; (7) Apoio técnico: aproximando a solicitação os moradores ao suporte técnico do escritório de engenharia e arquitetura da Secretaria de Infraestrutura e Obras Públicas da respectiva cidade do empreendimento; (8) Academia envolvida: aproximação com a comunidade acadêmica das redes federais, estaduais e privadas de ensino, sob a supervisão de docentes coordenadores. Isso pode ocorrer pelo envolvimento de empresas juniores e, também, da integralização curricular da disciplina ACCS (Ação Curricular em Comunidade e em Sociedade). Além dessas alas, também planeja-se: feira de trocas, avaliação da pegada de carbono, mapa de pontos de coleta de eletrônicos, baterias e medicamentos vencidos, divulgação de cursos e oportunidades de trabalho, apoio de empresas parceiras (que terão seu serviços divulgados e deverão disponibilizar bonificações e/ou prêmios para os moradores destaques) e desafios sustentáveis para entreter os moradores com missões diárias e/ou mensais.

Figura 10: Sugestão ao layout do aplicativo



Fonte: Autora (2024)

## 5. CONCLUSÃO

Considerando os processos supracitados neste trabalho, percebe-se a definição de desenvolvimento sustentável aplicada nos quatro eixos (resíduos, água, energia e educação ambiental) e associada aos três pilares (econômico, social e ambiental). Assim, respaldado no embasamento teórico e nos resultados da pesquisa empírica no estudo de caso, conclui-se que o condomínio residencial vertical possui algumas iniciativas com viés sustentável que poderiam ser melhor consideradas, enquanto são ausentes outras tecnologias citadas, expostas como possíveis implementações futuras. Paralelamente, concorda-se que os empreendimentos com características sustentáveis, convergem à adesão de certificações, como LEED, AQUA-HQE, Selo Casa Azul, PBE Edifica Brasil. Adicionalmente, pode-se obter incentivos fiscais, a depender das políticas municipais. No caso de Salvador, tem-se o IPTU Verde e o IPTU Amarelo. Isso é válido por angariar respaldo público e internacional, além dos moradores obterem desconto nas taxas. Então, a proposta deste artigo apresenta o desenvolvimento potencial para incorporar selos para um maior número de habitações de interesse social. No entanto, como desafios futuros tem-se as questões mercadológicas, financeiras, técnicas, institucionais relacionadas à adesão governamental, além da necessidade de investidores, pesquisadores, universidades e empresas interessadas na implementação de projetos-pilotos. Em resumo, infere-se que o presente trabalho cumpriu o objetivo proposto, que foi a sumarização dos processos, na sugestão de tecnologias de abordagem sustentável, de forma a recomendar condutas e aplicações que sejam economicamente viáveis e que satisfaçam as necessidades específicas de cada situação. Outrossim, é possível presumir a execução não apenas em um condomínio, mas ao apropriar-se de uma visão otimista, essas aplicações replicadas em diversos empreendimentos do programa social alcançará um impacto excelente.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] AGUILAR, R.S; OLIVEIRA, L.C.S; ARCANJO, G.L.F. Energia Renovável : Os Ganhos E Os Impactos Sociais , Ambientais E Econômicos Nas Indústrias Brasileiras. In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Producao. Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2012
- [2] BERTUZZO, GUILHERME. Sistema de reuso de águas cinzas: fazendo um estudo de caso para implantação em um condomínio residencial de baixo padrão em fase de projeto. 2018. Disponível em:< <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6171/1/reusoaguascinzas.pdf>>. Acesso em: 10/01/2024.
- [3] BORNE, Kelly. Dimensionamento de um biodigestor: Aproveitamento de resíduos urbanos para a geração de biogás. 2016. Trabalho contemplado no Prêmio Inova Sanepar. In: Eficiência Energética no Saneamento . Curitiba, 2017. 1ª ed, Cap.6.
- [4] BUQUE,L.I.B.; RIBEIRO, H. Panorama da coleta seletiva com catadores no município de Maputo, Moçambique: desafios e perspectivas. Saúde Soc. São Paulo, v.24, n.1, p.298-307, 2015.
- [5] Condomínio residencial do PR tem biodigestor que transforma lixo orgânico em gás de cozinha para os moradores. Sou resíduo zero, 2016. Disponível em: < <https://souresiduozero.com.br/2016/11/condominio-residencial-do-pr-tem-biodigestor-que-transforma-lixo-organico-em-gas-de-cozinha-para-os-moradores/>>.
- [6] DIAS, Fernanda Spitz; ANTUNES, Patricia Tainá da Silva Correa. Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos. 2010. 98 f. Projeto (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010
- [7] FERREIRA, Kellison. Triple Bottom Line (Tripé da Sustentabilidade): como unir planeta, pessoas e lucro na gestão empresarial. Disponível em:< <https://rockcontent.com/br/blog/triple-bottom-line/>> .
- [8] Fundação José Pinheiro. Déficit habitacional no Brasil. Belo Horizonte, 2024.
- [9] GUIMARÃES, Flávia . Dicas para a implantação de coleta seletiva. 2020 . Disponível em: <[https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/15\\_12\\_2010\\_11.56.18.dd87c55ac6fda9fb98f68aeb421cca13.pdf](https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/15_12_2010_11.56.18.dd87c55ac6fda9fb98f68aeb421cca13.pdf)>. Acesso em: 20/12/2023.
- [10] WOODS-BALLARD, B.; WILSON, S.; UDALE-CLARKE, H.; ILLMAN, S.; ASHLEY, R.; KELLAGHER, R. The SUDS manual. Londres: Ciria, 2015. Disponível em: <https://ciria.org>. Acesso em:25/10/2023
- [11] MATOS, Ana Cristina. COSTA, Carlos Augusto. Cidades inteligentes: O desafio do planejamento sustentável. Cadernos: FGV Projetos, Rio de Janeiro, Ano 13, N° 32, 168-185, março de 2018.
- [12] PEIXOTO, Bruno Teixeira; LUCCHESI, Camila Kososhi. ESG e o impulso à Agenda 2030 e ao Acordo de Paris. 2021. Disponível em:< <https://www.conjur.com.br/2021-jun-17/lucchese-peixoto-esg-impulso-agenda-2030-acordo-paris/>>. Acesso em 24/12/2024.
- [13] SALVADOR. Secretaria Municipal de Sustentabilidade, Resiliência, Bem-estar e Proteção Animal (Secis). Cartilha de infraestrutura verde para drenagem sustentável. Salvador: Prefeitura Municipal de Salvador, março de 2023. Disponível em: < <https://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2023/06/Cartilha-JardimdeChuvas.pdf>>. Acesso em: 18/01/2024
- [14] SILVA, Antônio W.C.; GONÇALVES, Eduardo A. Capucho. Educação ambiental, étnico racial e em direitos humanos por uma reconstrução social. ADONIS. Americana/SP. 1ed, p.22.
- [15] URBANO, E. Projeto experimental de aproveitamento de água da chuva com a tecnologia da minicisterna para residência urbana. 2014. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4148202/mod\\_resource/content/1/GRUPO%20F\\_RELATORIO\\_FINAL.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4148202/mod_resource/content/1/GRUPO%20F_RELATORIO_FINAL.pdf)> . Acesso em: 02/07/2023.

# Red Line

## Centro Cultural e Artístico

**Aluna: Chayenne Holanda Pereira**  
**Orientador: Manoel Messias Teixeira Júnior**  
**Curso: Arquitetura e Urbanismo**  
**Instituição: UNIFACS - Universidade de Salvador**



Figura 1: Perspectiva Centro Cultural e Artístico "RED LINE" pela autora.

O terreno para estudo do Centro Cultural Artístico está localizado no Loteamento Parque Bela Vista em Brotas, Salvador - BA, 40201-155 e possui como principal acesso a Av. Antônio Carlos Magalhães. O terreno tem 4.681,15 m<sup>2</sup>, com poucas curvas de nível, deixando o terreno mais plano também devido a ser o antigo estacionamento da Bradesco.

Em relação a poligonal, ela foi definida a partir de uma distância de 500 metros para cada rua próxima ao terreno. Ele fica cercado por dois edifícios empresariais, Ed. Fernandez Plaza e o Ed. Empresarial que possui o Banco Bradesco. E tem como principais pontos de referência o novo BRT e o mercado Atacadão.



Figura 2: Localização do terreno com Google Maps e alterações pela autora.

## CONCEITO

Identidade é uma palavra simples, mas com um conceito complexo, que abrange como uma pessoa se percebe, se reconhece e se relaciona com o mundo. Formada por valores, crenças, características e experiências, a identidade é fundamental na arte e cultura, que constroem o senso de pertencimento, valorizam raízes e fortalecem laços comunitários. O Centro Cultural e Artístico se destaca na arte contemporânea, criando espaços de lazer e contemplação, especialmente em cidades históricas como Salvador. Seu objetivo é dinamizar a arte além dos principais centros culturais da cidade, utilizando tecnologia para trazer tendências atuais e mostrar que a arte está presente no cotidiano e no ambiente ao nosso redor. Para preencher a lacuna na educação artística, o centro planeja introduzir diversas atividades, incluindo oficinas de dança, artes visuais, artes cênicas, música, artes plásticas, costura, tricô, artesanato, escultura e design gráfico, promovendo a criatividade e expressão pessoal dos indivíduos da comunidade.

## PARTIDO

O partido arquitetônico do centro combina solidez e harmonia ao utilizar concreto aparente branco, madeira e pintura vermelha nas passarelas, criando um contraste marcante que acrescenta uma atmosfera contemporânea. A arte se manifesta também no exterior, com grafites que atraem e inspiram os passantes. A cor vermelha, além de destacar visualmente o centro, simboliza a passarela que conecta os dois edifícios, representando conceitualmente uma grande veia de um coração, essencial para manter a continuidade entre os espaços.



Figura 3: Texturas.

## VOLUMETRIA

A volumetria do projeto foi inicialmente concebida para “abraçar” o terreno, mas foi ajustada para manter uma praça central com vegetação natural, utilizando formas orgânicas nas fachadas para facilitar a visualização e oferecer espaço de lazer. A volumetria foi desenvolvida considerando estudos de sombra, ventilação e exposição ao sol, garantindo que a praça receba mais ventilação e sombra ao longo do dia, dividindo os dois edifícios, que inicialmente seriam conectados estruturalmente.

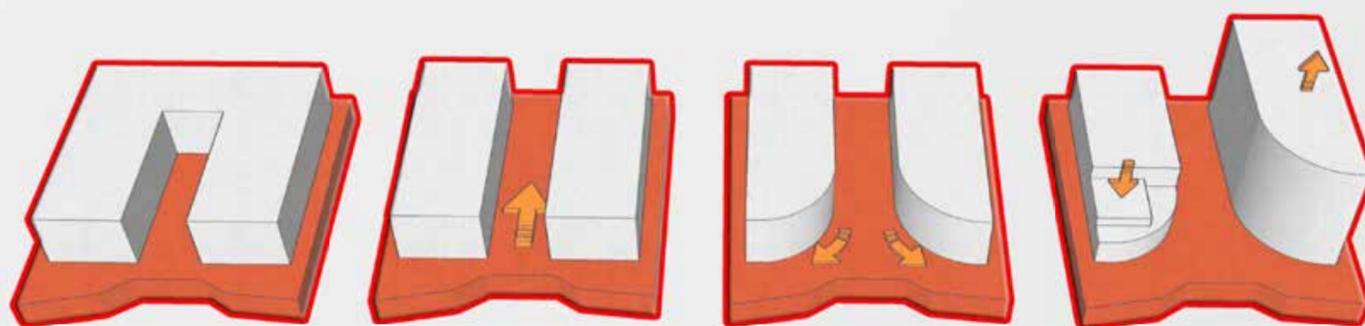


Figura 4: Evolução da volumetria com estudos do terreno pela autora.



Figura 5: Perspectiva da área da praça.



Figura 6: Perspectiva da área interna da praça.



Figura 7: Perspectiva da passagem pedestres.



Figura 8: Exposição Fixa de Galeria.



Figura 9: Exposição Temporária Térreo.



Figura 10: Auditório.



Figura 11: Café e Foyer do Auditório.

Seus fluxos bem planejados e acessos facilitados através da Avenida Antônio Carlos Magalhães, incluindo a garagem, são destacados na volumetria explodida.

No térreo, há uma praça central localizada entre os dois prédios. Para acessar o “prédio I” pela praça, chega-se primeiro ao foyer, pois no térreo deste edifício, encontram-se o auditório, café, recepção, bilheteria e banheiros, além de áreas privadas como camarins e depósitos, que também têm saídas de emergência. Já o “prédio II” abriga no térreo atividades estimulantes e artísticas, como exposições fixas, galeria, exposições temporárias, café e sala multiuso, além de um acesso lateral para a área de funcionários.

No primeiro pavimento, uma passarela interliga os dois prédios, onde o “prédio I” oferece áreas expositivas e espaço para apresentações e exposições temporárias, enquanto o “prédio II” conta com uma sala de workshop, exposições temporárias, interativas e de arte colaborativa.

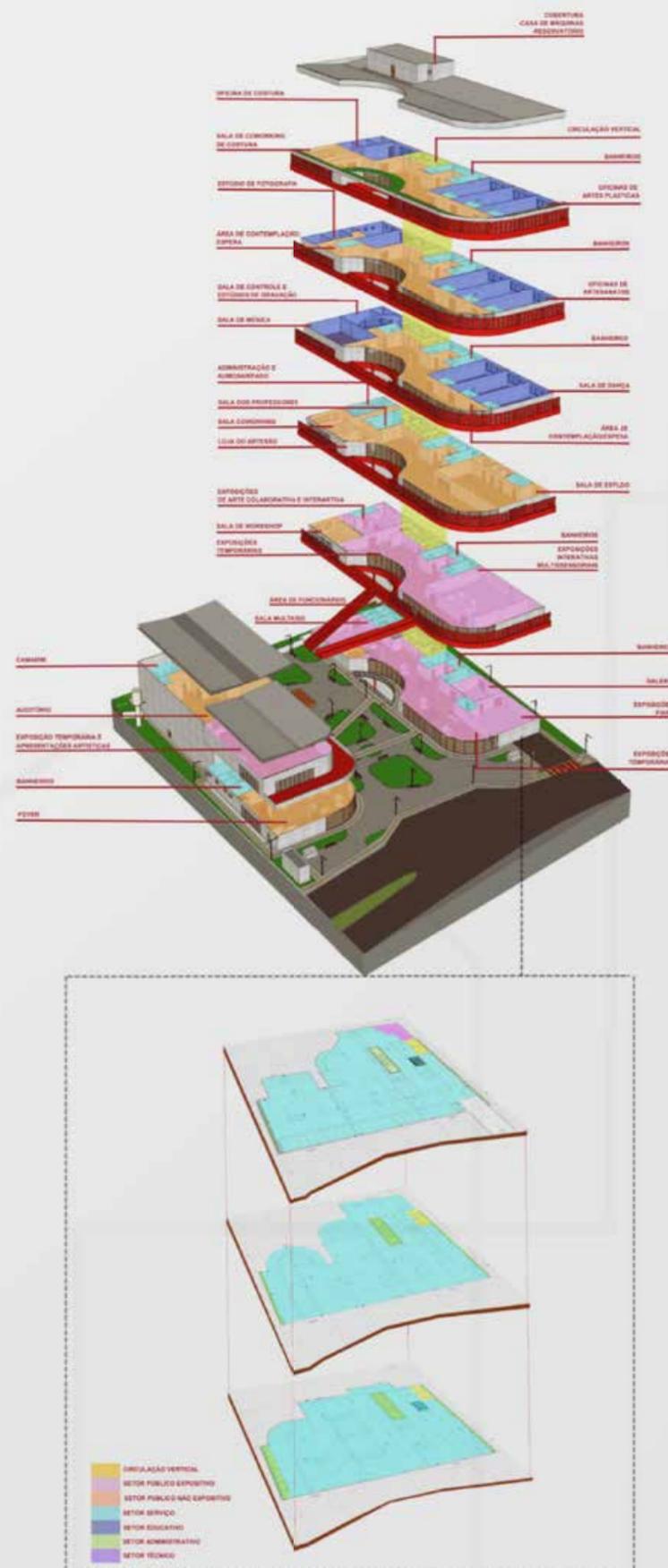


Figura 12: Volumetria Explodida

Os pavimentos do centro oferecem diversas atividades e áreas específicas: No segundo pavimento, há uma área contemplativa, loja de artesanato com artigos de artistas locais, sala de estudo, coworking para artistas, área administrativa, almoxarifado e sala dos professores. No terceiro pavimento, estão as salas de oficinas de música e dança, incluindo aulas de música clássica, samba, hip hop, rap, trap, controle de gravação, estúdio, isoroom, sound lock, depósito de instrumentos, e aulas de dança como ballet, dança contemporânea, dança do ventre, samba, zumba e fitdance.



Figura 13: Exposições Multisensoriais.



Figura 14: Oficina de Artes Plásticas.



Figura 15: Exposições Multisensoriais.

O quarto pavimento é dedicado às artes visuais e artesanato, com laboratórios de fotografia e design gráfico, estúdios de fotografia, câmara escura e salas de escultura, tricô e outras oficinas artesanais. No quinto pavimento, há áreas de costura/moda e artes plásticas, com laboratório de criação de roupas, aulas de costura, coworking com máquinas de costura, e oficinas de pintura, desenho, grafite e arte de rua.

Quando se fala no uso da tecnologia o centro não deixa a desejar, explorando esse mundo principalmente através das suas áreas de exposições interativas e multissensoriais em que o público pode mergulhar no mundo artístico de uma forma completamente diferente. Além disso, não se pode deixar de pontuar sobre suas oficinas que oferecem espaços com experiência de aprendizado através de computadores.



CORTE A'  
Escala: 1/500

Figura 17: Corte A'' pela autora.



Figura 18: Corte B'' pela autora.



Figura 19: Corte C'' pela autora.

A cobertura possui como elemento o telhado de fibrocimento com rufo e calha de metal em uma laje impermeabilizada com manta líquida, teto verde - que será detalhado- com a presença da planta clúsia e por fim a passarela vermelha que conecta os prédios que fica em vista. Seu acesso é feito através da circulação vertical em que se encontra também a casa de máquinas e o reservatório superior.

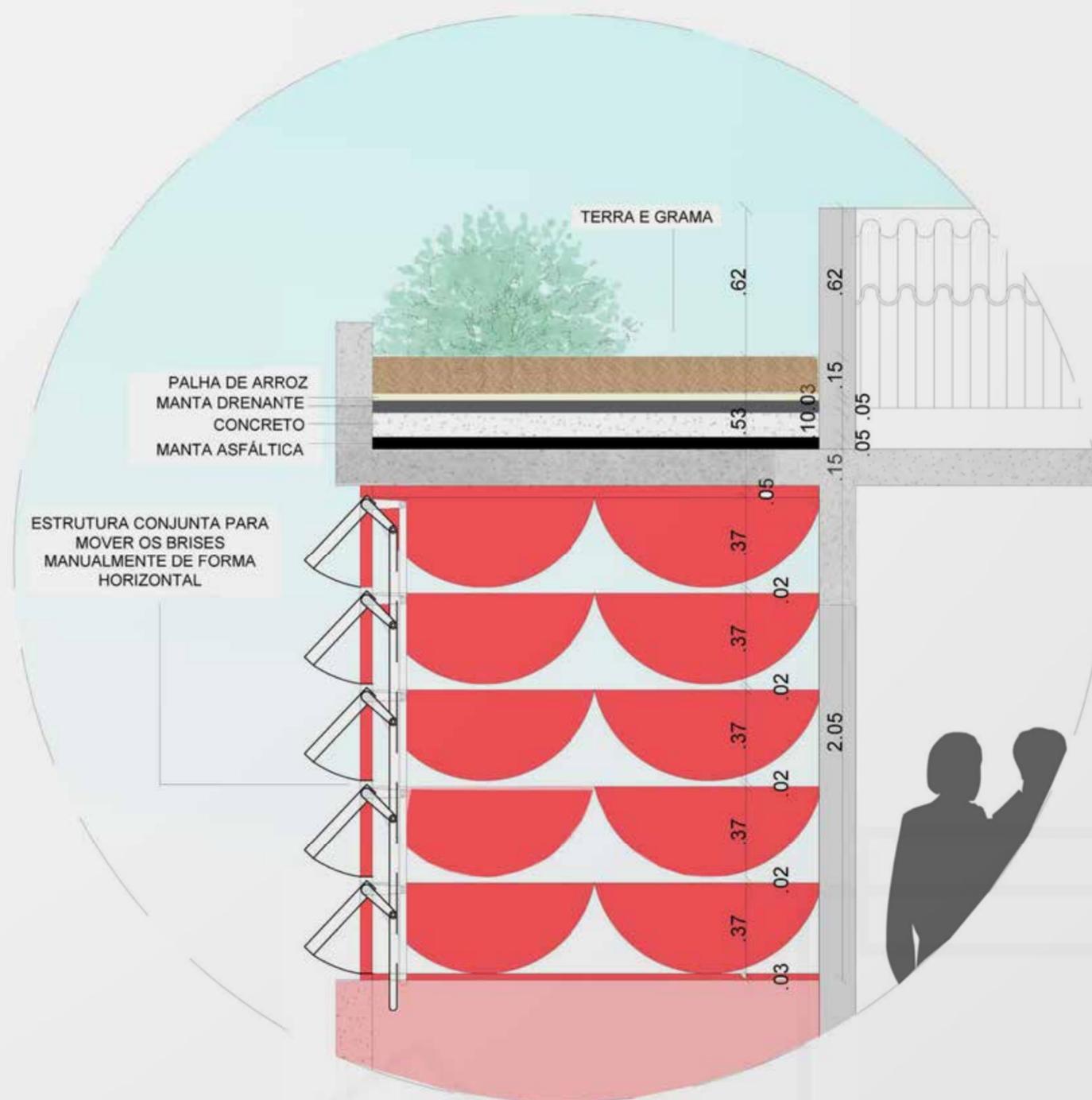


Figura 20: Detalhamento Teto Verde pela autora.

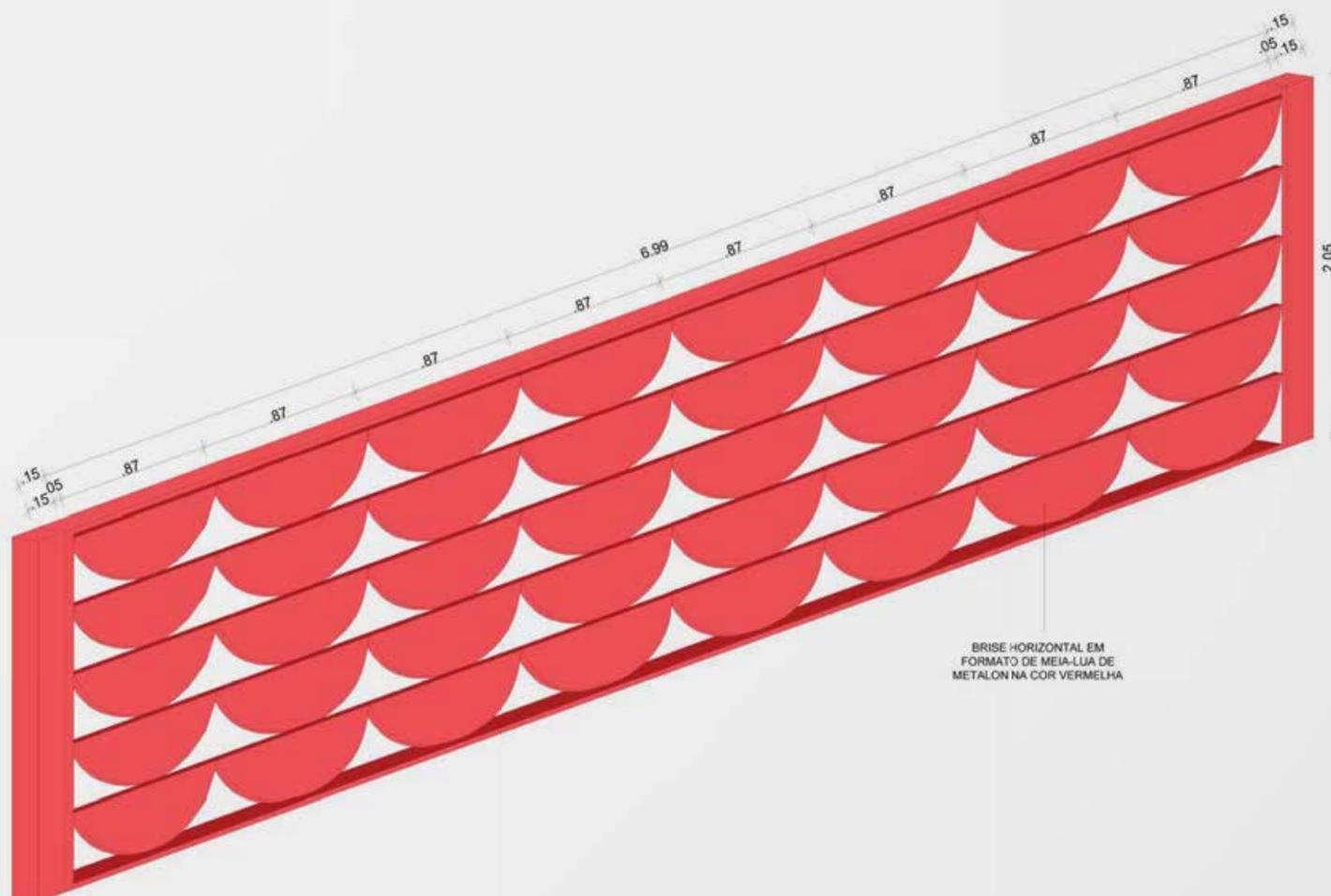


Figura 21: Detalhamento Brise pela autora.

Os brises, em formato de meia-lua e feitos de metalon com pintura vermelha, estão presentes em apenas um edifício pois além de contribuir esteticamente deixando o centro mais vibrante e com uma sensação de movimento, eles servem principalmente para evitar a incidência direta do sol da tarde nas áreas de exposição, contemplação e oficinas que ficam nos andares superiores.

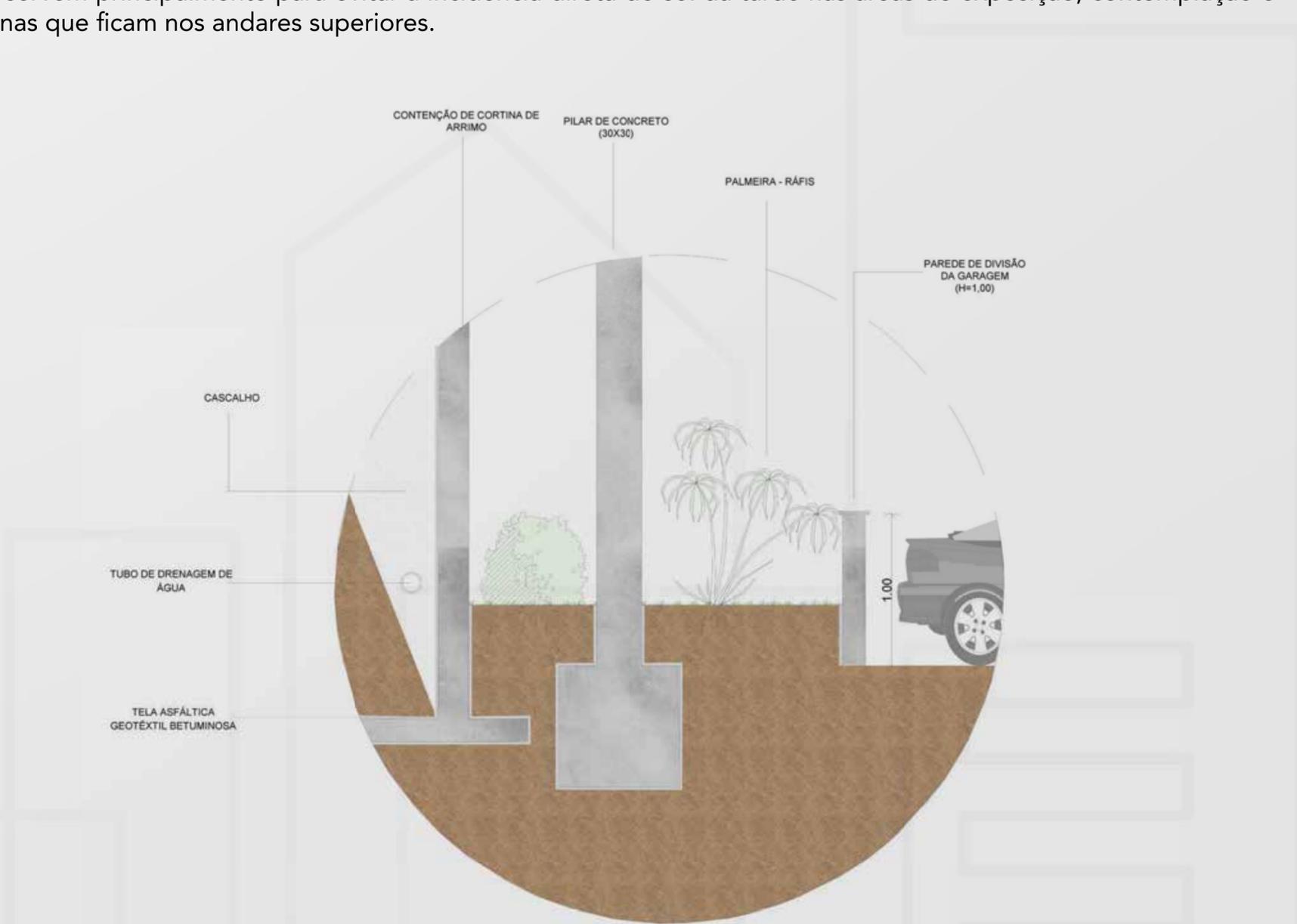


Figura 22: Detalhamento Jardim Interno pela autora.

O Centro Cultural Artístico possui um teto verde na passarela, que melhora a estética, reduz a poluição e a temperatura, promove a biodiversidade e oferece isolamento térmico, contribuindo para a economia de energia e proporcionando um ambiente mais saudável. Além disso, o estacionamento preserva árvores existentes e adota ventilação natural, com aberturas no último andar que melhoram a circulação do ar e reforçam o compromisso com a sustentabilidade.

# Alvarás Digitais: Modelo para Gerenciamento do Processo de Digitalização em Municípios Brasileiros

**Aluno: Douglas Malheiro de Brito**

**Orientador: Emerson de Andrade Marques Ferreira**

**Curso: Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil**

**Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia**

## RESUMO

O alvará para construção é um dos documentos mais importantes para determinar o início de uma obra, possuindo também influência na viabilidade e no custo dos empreendimentos. Embora alguns municípios tenham iniciado a digitalização do licenciamento de obras, a literatura revela que poucas iniciativas têm aumentado a automatização das checagens dos projetos através da utilização de modelos BIM, especialmente no contexto dos países em desenvolvimento. O objetivo principal é propor um modelo para gerenciamento do processo de digitalização da concessão de alvarás em municípios brasileiros de médio a grande porte. O método adotado envolveu etapas de conscientização, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão, incluindo a coleta de dados baseada em uma revisão de literatura, estudo de caso no município brasileiro de Salvador e simulação da aplicação para fins de avaliação. O resultado desta pesquisa compreende a formalização de um modelo para analisar as tipologias de alvarás consideradas prioritárias, acessar documentos orientadores e monitorar métricas recomendadas, possibilitando avançar até que haja o reinício de uma nova etapa de digitalização. A principal contribuição teórica é a proposição de um modelo que possibilita a compreensão, implementação e o monitoramento da digitalização, e como contribuição prática, o modelo poderá orientar os profissionais envolvidos na digitalização no desenvolvimento de estratégias para avanço.

**Keywords:** Digitalização, Licenciamento de Obras, Alvará, BIM, Municípios.

## Introdução

Uma pesquisa recente do Banco Mundial mostrou que o licenciamento de obras exige prazos longos (152,7 dias em média) associados a muitos procedimentos (12,7 em média), mesmo em países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Este problema é ainda mais agravado nos países latino-americanos e, especialmente, no Brasil, onde o prazo (323,1 dias) e o número médio de procedimentos (21,9) superaram substancialmente a média da OCDE (Banco Mundial, 2021).

Beach et al. (2020) ressaltam que as checagens atuais são manuais, demoradas, caras e propensas a erros. Além disso, esses processos costumam demandar grandes quantidades de papel, são pouco transparentes e envolvem uma ampla gama de agências regulatórias responsáveis pelo licenciamento (Shahi et al., 2019). No âmbito brasileiro, o projeto Construa Brasil (2022) identificou como os principais problemas: a complexidade da legislação urbanística de cada município; a tramitação dos processos de forma física sem apoio de análises automatizadas; e a falta de padronização dos fluxos, processos e procedimentos do licenciamento.

A digitalização do licenciamento de obras no Brasil é ainda incipiente, de forma semelhante a grande maioria dos países em desenvolvimento. A exceção a esse panorama brasileiro é o município de Salvador/BA, através de uma iniciativa para desburocratização nomeada como Simplifica, que visa permitir que o cidadão e o empreendedor possam, de forma online, ter acesso a procedimentos como o licenciamento de obras (Salvador, 2020). Salvador finalizou a fase interna da primeira etapa de sua digitalização para automatizar a checagem das análises para concessões de alvarás utilizando BIM, iniciada em 2016. A primeira tipologia de alvará digital disponibilizada ao público para submissão em BIM com nível parcial de automação das checagens foi o de empreendimentos residenciais de torre única, iniciada em 2022.

Apesar dos muitos esforços em trabalhos científicos para alcançar níveis mais altos de digitalização e até mesmo alguma automação, a prática comum continua sendo de plataformas digitais para gestão de documentos e não a gestão da informação com modelos BIM (Bloch; Fauth, 2023).

Diante deste cenário, as pesquisas existentes sobre o tema são consideradas compartimentadas, focadas em nichos específicos e geralmente não investigam o fluxo de informações entre as partes interessadas e entre os sistemas dentro do processo como um todo. Enquanto pesquisas top-down de investigação dos processos não possuem o detalhamento necessário para apoiar a digitalização, estudos bottom-up não conseguem generalizar e conectar os esforços individuais em uma solução holística (Bloch; Fauth, 2023)

Neste sentido, existe um interesse crescente na literatura em estudos que desenvolvam artefatos que possibilitem um maior entendimento de como os municípios podem avançar nas etapas de digitalização do licenciamento de obras.

Essa problemática é, especialmente, pouco explorada em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, dada à baixa quantidade de estudos nesse campo emergente. Diante do exposto, esse trabalho é parte de uma tese de doutorado com o objetivo principal de propor um modelo para gerenciamento do processo de digitalização do licenciamento de obras em municípios brasileiros de médio a grande porte na etapa de concessão dos alvarás para construção.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Bloch e Fauth (2023), uma questão crucial pouco abordada em estudos anteriores é uma definição clara dos níveis de automação possíveis, necessários e aceitáveis em cada subprocesso e no processo geral de licenciamento de obras. Em função disso, as referidas autoras propuseram um modelo de maturidade (Figura 1), em que o nível 0 representa o Licenciamento Manual, baseado na documentação em papel, seguido pelo nível 1 do Licenciamento Manual baseado no gerenciamento de documentos digitais com a implementação de sistemas de submissão, mas com análises manuais. Em seguida, o nível 2 de digitalização compreende o Licenciamento Semiautomatizado a partir do gerenciamento de informações com a adoção de sistemas que utilizam modelos desenvolvidos de acordo com a metodologia BIM, integrando informações geoespaciais. Por fim, no mais alto nível 3 de maturidade de Licenciamento Automatizado, o processo digital será integrado com ferramentas de apoio à tomada de decisão, baseadas na verificação automatizada dos códigos.

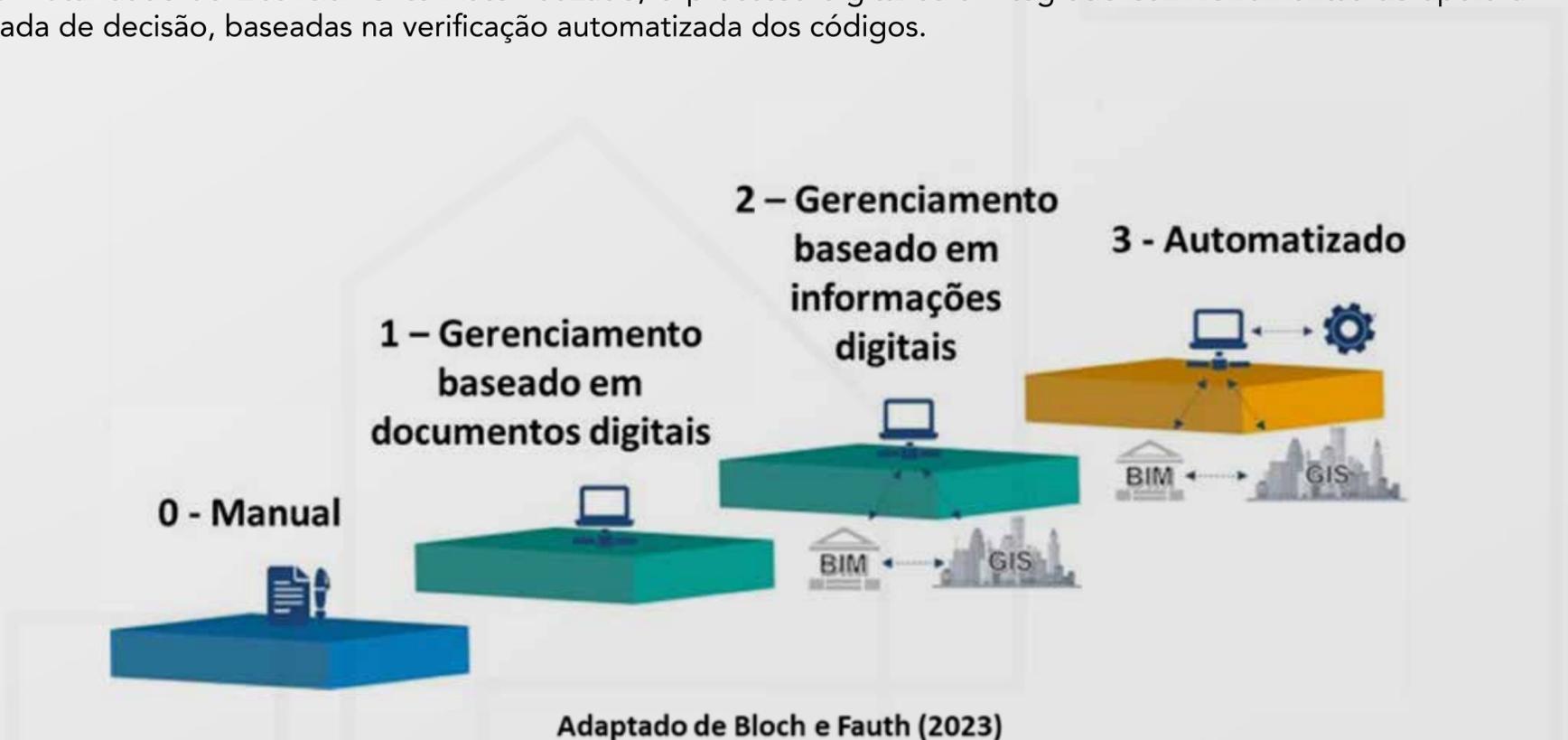


Figura 1: Modelo de Maturidade para o Licenciamento Digital

Em resposta a desafios como esses, que afetam não apenas o processo de licenciamento, a norma internacional ISO-19650 foi estabelecida para definir os requisitos para a gestão das trocas de informação na fase de entrega dos ativos, utilizando o BIM. Entretanto, a quantidade de pesquisas que associam a digitalização do licenciamento de obras com os processos e requisitos contidos na ISO-19650 ainda é pequena.

Os principais stakeholders mapeados nos fluxos propostos pelo Construa Brasil (2022) abrangem o requerente, a partir do representante legal, proprietário ou possuidor do imóvel, os responsáveis técnicos pelos projetos e obra, bem como a equipe municipal. Contudo, os fluxos não foram inter-relacionados com os processos e requisitos estabelecidos na ISO-19650 para a gestão do licenciamento de obras digital.

Nesse sentido, Fauth et al. (2023) enfatizam a necessidade de uma compreensão ampla do próprio processo de licenciamento, incluindo processos, regulamentos e ferramentas utilizadas, ao invés de fornecer soluções autônomas descentralizadas, que não consideram, avaliam e digitalizam todos os subprocessos envolvidos. Os referidos autores destacam ainda que a mensuração quantitativa de parâmetros, como economia de tempo e aumento da satisfação, constitui oportunidades para contribuições por pesquisas futuras.

## MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa adotado é o Design Science Research (DSR), no qual o pesquisador entende uma questão, projeta e avalia uma possível solução (Hevner et al., 2004). A primeira fase abrangeu uma ampla revisão das iniciativas existentes e da literatura sobre licenciamento digital, BIM e o processo de gestão de mudanças.

Além de avaliar artigos científicos, regulamentações (como a ISO-19650) e publicações técnicas, documentos emitidos pela Sala de Regulação da buildingSMART International, projetos em andamento da Rede Europeia de Alvarás Digitais para Construção (EUnet4DBP), e as diretrizes propostas no Projeto Construa Brasil também foram considerados para identificar os fatores que influenciam no sequenciamento e na priorização das etapas de digitalização.

Paralelamente, durante as fases de conscientização e sugestão, foi realizado um estudo de caso no município brasileiro de Salvador, que possui cerca de três milhões de habitantes. A escolha se deu por ser um dos municípios pioneiros no Brasil a iniciar em 2016 o processo de digitalização para submissões em BIM.

A coleta de dados ocorreu por meio de análise documental e entrevistas semiestruturadas in loco e por videoconferência com a equipe responsável do município e a empresa que desenvolveu a plataforma Tekto para licenciamento digital, visando mapear os principais processos, stakeholders e suas inter-relações. Além disso, a coleta também buscou identificar possíveis métricas para estimar e monitorar desempenho e benefícios em relação aos processos tradicionais.

Em seguida, durante a fase de desenvolvimento, com base na identificação de iniciativas internacionais e no estudo de caso, foi explicitado a proposição do modelo para gerenciamento do processo de digitalização. A avaliação ocorreu por meio da definição de constructos como eficiência, facilidade de uso, generalidade e impactos sobre o ambiente e usuários, bem como realização de uma simulação da aplicação do modelo. Por fim, a etapa de conclusão teve como objetivo a discussão dos resultados em termos de impactos e generalidade para aplicação, e a formalização das contribuições teóricas e práticas desta pesquisa, conforme detalhado na Figura 2.

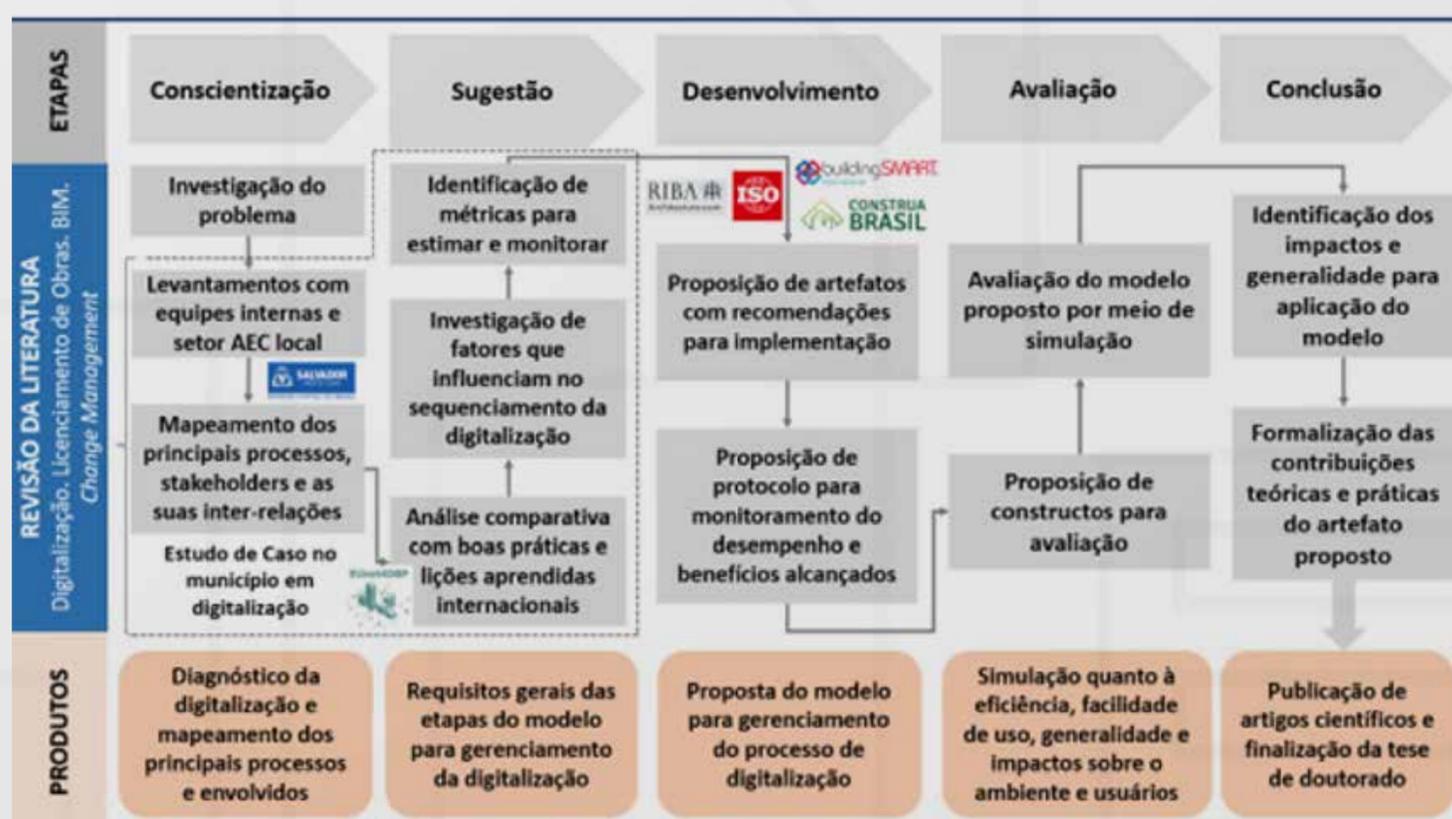


Figura 2: Etapas do método de pesquisa

Uma das questões verificadas durante o estudo de caso na etapa de Sugestão é que o processo de digitalização demanda a sua realização por etapas, como foi o caso de Salvador, que já possui a previsão de expandir, sequencialmente, para outros tipos de alvarás para empreendimentos residenciais, comerciais e de infraestrutura.

O estudo de caso no município de Salvador iniciou em Maio/2021, momento no qual a prefeitura encontrava-se na fase interna de capacitação e treinamento da sua equipe para utilização do sistema desenvolvido (Figura 3). Alguns dos parâmetros urbanísticos que tiveram sua verificação automatizada foram recuos mínimos, gabarito de altura máxima, índices de permeabilidade e ocupação, coeficiente de uso do solo, limite de vedação e proteção passiva.



Figura 3: Digitalização no município de Salvador

Ao longo do estudo de caso foram ainda realizados dois levantamentos sobre a digitalização com dois grupos: os profissionais do município que participam do licenciamento e das checagens dos projetos, e os envolvidos externos do setor local, a exemplo de projetistas, responsáveis técnicos, construtores, e incorporadores envolvidos no licenciamento.

Como o objetivo era obter uma amostra de profissionais locais envolvidos nas etapas do licenciamento, os e-mails foram obtidos junto ao banco de dados de profissionais inscritos nos treinamentos da plataforma, participantes do GT-BIM do Sindicato da Indústria da Construção do Estado da Bahia e dos representantes das empresas da Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário da Bahia (ADEMI-BA).

Um total de 23 profissionais responderam o referido questionário, representando 13 construtoras/incorporadoras e 10 escritórios de projetos envolvidos em empreendimentos a serem licenciados pelo município de Salvador antes da construção. O licenciamento de empreendimentos residenciais com torre única (69,6%) foi o alvará considerado com maior prioridade, o que corrobora com a decisão do município de iniciar a digitalização justamente para essa tipologia. Outros tipos de alvarás com maior destaque foram de empreendimentos residenciais com múltiplas torres (47,8%) e comerciais (39,1%).

Outro resultado a ser destacado é a expectativa de 90% da amostra de requerentes para obtenção dos alvarás para construção em um tempo máximo de até 60 dias, prazo bem inferior ao atual.

Na etapa de desenvolvimento, a fundamentação dos requisitos gerais que compõem o modelo se baseou nas lições aprendidas no estudo de caso, nas iniciativas internacionais, nos requisitos das etapas do gerenciamento de informações da ISO-19650 - Partes 1 e 2, nas práticas recomendadas na ABNT PR/1015, nas diretrizes propostas nos guias para o licenciamento de obras do Projeto Construa Brasil; e nas recomendações contidas em outros documentos para a digitalização.

O modelo foi projetado para que possa ter uma ampla utilização, sejam através de consultores, gestores públicos, ou todos aqueles envolvidos e responsáveis pela digitalização do licenciamento de obras em municípios brasileiros de médio a grande porte. Além disso, é aplicável à etapa de concessão dos alvarás para obras, excetuando-se as modalidades de licenciamento dispensado ou simplificado declaratório, em que não há uma análise prévia do projeto.

O modelo é direcionado para municípios brasileiros de médio a grande porte, assim entendidos aqueles que possuem pelo menos 100 mil habitantes, bem como aqueles cuja digitalização pretendida, envolva, ao menos, a transição de entregas físicas em papel para processos eletrônicos.

Com a avaliação através da simulação foi possível verificar a contribuição do modelo, em conjunto com os demais documentos orientadores e métricas de monitoramento, em promover uma melhor compreensão e um maior potencial em gerenciar o processo de digitalização.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser visto no roadmap a seguir, a aplicação do modelo corresponde as duas primeiras etapas que visam planejar e sequenciar o processo de digitalização, a partir da priorização de quais tipologias de alvarás existentes serão digitalizadas inicialmente.

Para isso, o participante responsável pelo município preenche a aba Dados da Cidade com as informações das tipologias de alvarás para construção existentes e, em seguida, a aba Planejando a Digitalização sobre o nível de digitalização e automatização pretendido, e, por fim, poderá analisar a aba Dashboard de Resultados. Neste dashboard é possível analisar as tipologias de alvarás consideradas prioritárias, acessar documentos orientadores e monitorar métricas recomendadas, possibilitando avançar até que haja o reinício de uma nova etapa de digitalização.

A próxima etapa é a digitalização dos alvarás priorizados no município, que será apoiada pelos documentos orientadores entregues pelo modelo, como a estrutura para definição dos requisitos de informação dos projetos que utilizam BIM e um protocolo de requisitos para desenvolvimento e implementação do Ambiente Comum de Dados para alvarás digitais. A conclusão desta etapa ocorre quando os alvarás disponíveis ficam disponíveis para solicitação pelos requerentes, o que pode gerar uma nova etapa de digitalização ou o monitoramento dos alvarás digitais por meio de protocolo de monitoramento de desempenho e benefícios alcançados disponibilizado.

O acompanhamento ocorrerá até que seja possível a atualização da legislação e do Código de Obras, apoiado em um protocolo de boas práticas de avaliação de códigos, visando possibilitar a retomada de novas etapas de digitalização com mais automatização nas verificações e, conseqüentemente, maiores níveis de maturidade, reiniciando o fluxo do roadmap proposto (Figura 4).



Figura 4: Roadmap do Modelo para Gerenciamento do Processo de Digitalização

Os critérios de priorização do modelo para digitalização do planejamento e sequenciamento envolvem a média histórica do número de solicitações e prazo médio de aprovação de cada tipo de alvará para construção, priorizando aquelas proporcionalmente mais solicitadas ou demoradas. Além disso, o modelo sugere uma abrangência, caracterizada pelo número de tipos de alvarás para construção indicados para serem priorizados simultaneamente na digitalização.

O número de tipologias de alvarás priorizados será proporcionalmente menor à medida que o município pretenda atingir níveis mais elevados de maturidade, que envolvem o uso de modelos BIM e a verificação automatizada de códigos, que demandam um maior esforço no gerenciamento da mudança.

Além da abrangência da digitalização, o modelo recomenda outras categorias de indicadores para monitorar a transição, tais como: redução de prazos e tempo de análise; redução do número de pedidos de esclarecimentos ou alterações de projeto; maior capacidade para emitir licenças e potencial retorno do investimento.

Para realizar a simulação de avaliação, foram adotadas a lista das tipologias em que os alvarás para construção são recomendados para serem divididos nos municípios, de acordo com os guias do Construa Brasil, excetuando-se as modalidades de licenciamento dispensado e simplificado declaratório. Também foram adotadas quantidades fictícias (Figura 5) de alvarás solicitados e durações médias (em dias) até a aprovação no último ano ou período (preferencialmente de doze meses) para cada tipologia. Além disso, foi atribuído um nível de digitalização e automatização atual e um nível pretendido para a etapa da digitalização, a partir de questões sobre o processo de submissão, documentações aceitas, forma de checagem em relação à legislação, a comunicação com os requerentes e o meio de emissão dos alvarás.



Figura 5: Simulação da quantidade dos alvarás solicitados

Baseado nessas informações e no grau de prioridade atribuído a quantidade de solicitações ou duração média até a aprovação, o modelo retornou as tipologias de alvarás para construção com maior prioridade, bem como os documentos orientadores ao processo de digitalização e as categorias dos indicadores com as métricas calculadas, de acordo com essa proposição de tipologias a digitalizar nesta etapa (Figura 6).

Modelo para Digitalização do Licenciamento de Obras		COMECE POR AQUI	DADOS DA CIDADE	PLANEJANDO A DIGITALIZAÇÃO	DASHBOARD DE RESULTADOS
<b>Tipologias de alvará para construção recomendadas para priorização nesta etapa de digitalização</b>					
Quantidade de tipologias a serem digitalizadas			3		
Recomendação pelo nível de digitalização pretendido			Média (acima de 30% até 60% das tipologias de alvarás existentes)		
★ Maior grau de prioridade    ★ Prioritário para o nível pretendido    ☆ Menor grau de prioridade					
★ 1	Construção residencial				
★ 2	Construção de habitação de interesse social				
★ 3	Construção não residencial - acima de 350m <sup>2</sup>				
☆ 4	Construção não residencial - até 350m <sup>2</sup>				
☆ 5	Comercial				
<b>Dashboard do desempenho atual das tipologias de alvarás existentes</b>					
Licenciamento manual baseado em documentação digital sem utilização de modelos BIM					
<b>Documentos orientadores, indicados de acordo com o nível de digitalização e automatização pretendido</b>					
Licenciamento semiautomatizado baseado em documentação digital e modelos BIM					
1	Boas Práticas para avaliação do Código de Obras e Edificações (COE)				
2	Atribuições dos responsáveis pelo gerenciamento das informações no processo de digitalização				
3	Diretrizes para definição dos requisitos de informação dos projetos utilizando BIM				
4	Protocolo de requisitos para desenvolvimento e implementação do Ambiente Comum de Dados (CDE) para concessão de alvarás digitais				
5	Protocolo de monitoramento do desempenho e benefícios alcançados na digitalização				

Figura 6: Priorização dos alvarás e indicação dos documentos orientadores

Dentre as métricas que se destacam como resultado da aplicação do modelo, têm-se: flexibilidade para incorporação das especificidades dos municípios; aplicabilidade aos diversos níveis de digitalização e de automatização que os municípios estejam; reutilização do modelo pelo município em nova etapa após atingimento dos níveis de digitalização e de automatização inicialmente pretendidos; auxílio nas tomadas de decisões gerenciais sobre o processo de digitalização; direcionamento e priorização das etapas a serem percorridas; e compreensão dos fatores influenciadores e da dinâmica da digitalização. A Figura 7 traz os indicadores que podem ser monitorados com utilização do modelo.

Categorias dos indicadores	Simulação de resultados após esta etapa de digitalização
<b>Abrangência desta etapa da Digitalização</b>	
Percentual de tipologias de alvarás que poderão ser concedidos de forma digital com o nível de automatização pretendido no município	60,00%
Percentual de alvarás digitais que poderão ser emitidos com o nível de automatização pretendido em relação aos totais	79,95%
<b>Redução de prazos e durações das análises</b>	
Percentual médio de redução na duração da concessão de alvarás digitais em relação ao processo tradicional	36,22%
<b>Redução da quantidade de pedidos de esclarecimento ou alterações nos projetos</b>	
Percentual médio de redução na quantidade de esclarecimentos ou alterações nos projetos para concessão de alvarás digitais	48,57%
<b>Potencial de aumento da capacidade de concessão de alvarás</b>	
Percentual do potencial de aumento da capacidade da concessão de alvarás	56,79%
<b>Potencial de retorno do investimento</b>	
Potencial de aumento anual na arrecadação em concessão de alvarás digitais	R\$ 3.736.666,67
Tempo mínimo potencial de retorno do investimento na digitalização (em anos)	0,48

Figura 7: Indicadores de monitoramento da digitalização

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e o modelo proposto contribuíram para uma maior compreensão do processo de digitalização e no preenchimento da lacuna da pesquisa na geração de soluções mais holísticas, que considerem abordagens bottom-up e top-down, além de sugerir indicadores quantitativos para monitorar a digitalização.

Como contribuição prática, o modelo pode orientar os profissionais envolvidos na digitalização nos municípios brasileiros e auxiliar no desenvolvimento e avaliação de estratégias para superar desafios e barreiras ao avanço.

As licenças digitais provocam mudanças em processos tradicionais que passam a ser centrados no modelo de informação, além de demandar dos municípios planejamento e preparação na etapa de levantamento das necessidades. O modelo possibilita um maior detalhamento e operacionalização das etapas necessárias, considerando os requisitos aplicáveis da ISO-19650 para gerenciamento de informações utilizando BIM.

As próximas etapas da pesquisa operacionalizarão o modelo para aplicação em municípios brasileiros que estejam iniciando uma etapa de digitalização, visando avaliar a eficiência, a facilidade de uso, generalidade e impactos sobre o ambiente e usuários.



# Calla: O Despertar do Conhecimento - Complexo Empresarial

**Aluna: Fernanda Helen Silva Santos**  
**Orientador: Manoel Messias Teixeira Júnior**  
**Curso: Arquitetura e Urbanismo**  
**Instituição: UNIFACS - Universidade Salvador**

## 1. A PROPOSTA

A cidade de Salvador carece de espaços adequados para o trabalho, salas comerciais e edifícios empresariais quando se trata de cuidados com a saúde humana, (principalmente após o período pandêmico do ano de 2020): prédios sem contato com a natureza, ventilação e iluminação em maioria artificial, distanciamento dos pedestres, morfologia repetitiva, entre outros. O objetivo do projeto é criticar e mudar este padrão verticalizado para dispor salas/escritórios, e sem conexão com vida urbana, dispondo também de um novo lazer contemplativo aos moradores e visitantes, podendo tornar-se um ponto de referência para o bairro.

Imagem 1 - Estudo de área



Fonte: Google earth editado pela autora, 2024

## 2. O CONCEITO

O conceito "CALLA" surge a partir da adaptação do significado que a flor (calla) tem para arquitetura - símbolo da proporção áurea, tão estudada nos princípios do design - adaptado para apresentar proporção entre edificação e vegetação, integração com o "verde", além de inserir o ser humano em uma escala confortável em relação à dimensões e alturas.

Imagem 2 - Croqui de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

## 3. LOCALIZAÇÃO

O terreno escolhido para desenvolver o projeto é acive, considerando a via coletora como principal, contendo 16 curvas de níveis, possui 4.606 m<sup>2</sup>, e está localizado no bairro Costa Azul, ao lado do Jardim da Armação, na cidade de Salvador/BA. Possui acesso pelas vias: R. Professor Isaias Alves de Almeida (via coletora) e a R. Monsenhor Gaspar Sadoc (via local) com vista ao mar.

Imagem 3 - Localização do terreno



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

## 4. IMPLANTAÇÃO

O terreno foi estudado para que a implantação acompanhe as curvas de níveis: locais mais planos dispõem de edificações, e os íngremes dão espaço à flora. Toda terra cortada foi aterrada no próprio terreno, ajudando na proposta de brincar com alturas/níveis diferentes, e seguindo a ideia de uma escada, o pedestre poderá acessar à cobertura verde como uma grande praça com cone visual vista ao mar. Ademais, na parte mais elevada, o edifício foi rotacionado para que seguisse o formato das curvas, não sendo necessário efetuar uma grande retirada ou reposição de terra.

Imagem 4 - Implantação/relação edifício-terreno



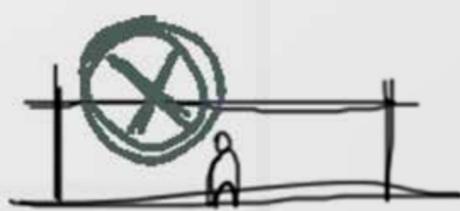
Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Seguindo o Plano Diretor da cidade de Salvador (PDDU-2016), Código de Obras e LOUOS-2016, recuos, gabarito de altura, área construída, demais restrições e escolhas projetuais foram colocadas em prática.

## 5. CONEXÃO EDIFÍCIO-PEDESTRE

A implantação no mesmo nível da rua proporciona conexão com o externo, e, considerando a inexistência de barreiras visuais no projeto (muros, por exemplo), passarelas que dão acesso à "terraços verdes" - dando uma sequência homogênea ao paisagismo escolhido - cria a ideia de "edifício-praça": possuindo o seu uso habitual (por funcionários, empresários, usuários das salas comerciais), ou simplesmente por quem procura apenas um lazer contemplativo meio à natureza, gerando mais movimentação na área e mitigando a sensação de insegurança na rua.

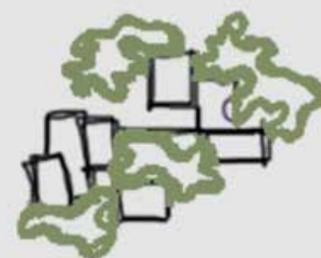
Imagem 5 - Críticas e diretrizes projetuais



Ausência de muro/  
"barreira cega"



Implantação no  
mesmo nível  
do passeio



Equilíbrio entre  
edificação  
e vegetação

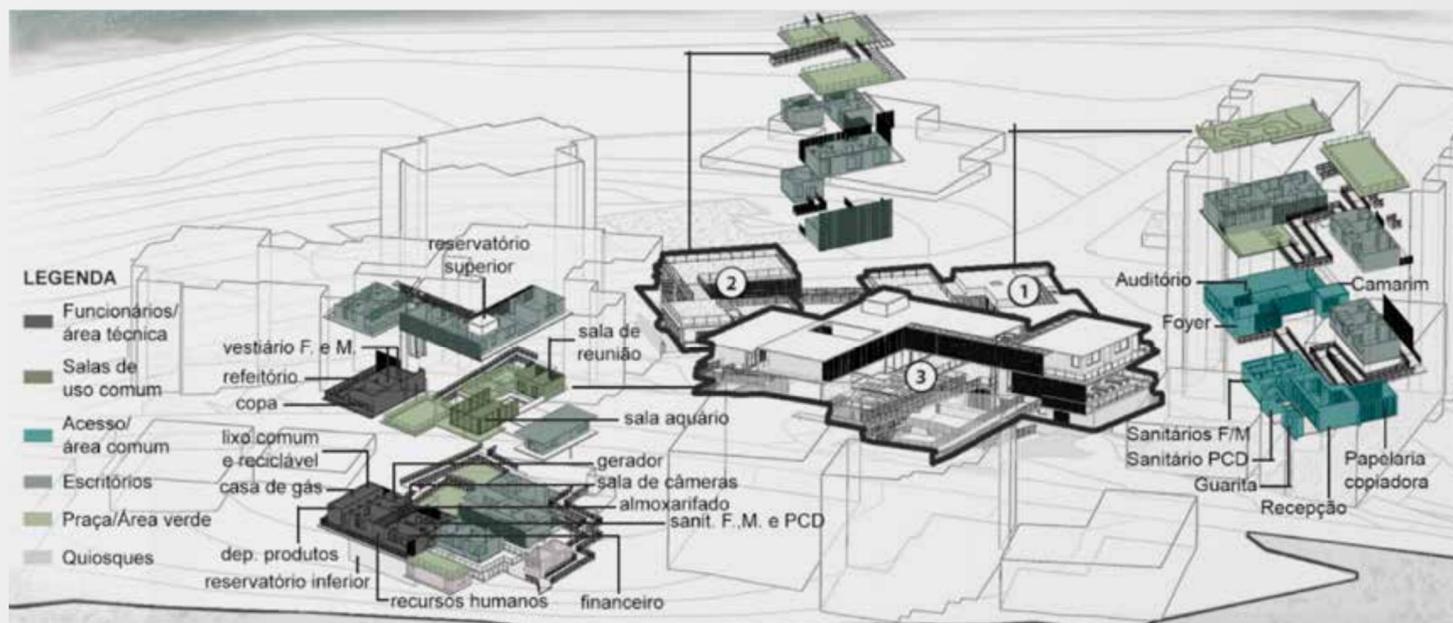
Fonte: Elaborado pela autora, 2024

O início foi a desconstrução do edifício padrão, comumente conhecido como "caixa de sapato", objetivando manter as linhas retas e trabalhar com blocos afastados para dar espaço à vegetação - sem destacar a estrutura - priorizando áreas verdes, promovendo assim um equilíbrio entre plantas e edificação com espaços positivos explorados sendo o ser humano a "escala principal"/ "o protagonista" ao invés dos blocos de concreto.

## 6. SETORIZAÇÃO

A disposição dos ambientes liga edificação com espaços externos positivos, além do uso de passarelas. Ambientes com viés de lazer como auditório, espaço de quiosques e áreas de descanso foram posicionados em diferentes pontos do terreno para que o mesmo seja explorado e movimentado como um todo.

Imagem 4 - Implantação/relação edifício-terreno



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

## 7. FLUXOS E ACESSOS

O complexo abraça um conceito pouco comum na cidade: não haver barreiras sólidas, e apesar da recepção estar disposta ao lado do estacionamento, as pessoas poderão transitar livremente entre os espaços abertos tanto na parte térrea quanto em cima das construções. A ideia é quebrar o pensamento de que as pessoas estão seguras quando são trancadas em um local completamente privado, há perigo em todo lugar, muro não é garantia de proteção, e afastar uma construção da vida urbana só gera mais insegurança nas ruas.

Os acessos principais de pedestres são por meio da Rua Professor Isaías Alves de Almeida (via Coletora), sendo também o de veículos e bicicletas, dando prioridade ao fato de possuir pouca declividade e ser mais acessível. A carga e descarga foi posicionada próximo a área técnica e de funcionários, acessado por uma via local, pouco movimentada - Rua Monsenhor Gaspar Sadoc, solucionado por rotatória martelo, priorizando a facilidade de manobra do veículo, e dimensões padronizadas conforme livro "Loteamentos Urbanos", Mascaró, ano 2008.

## 8. ACESSIBILIDADE

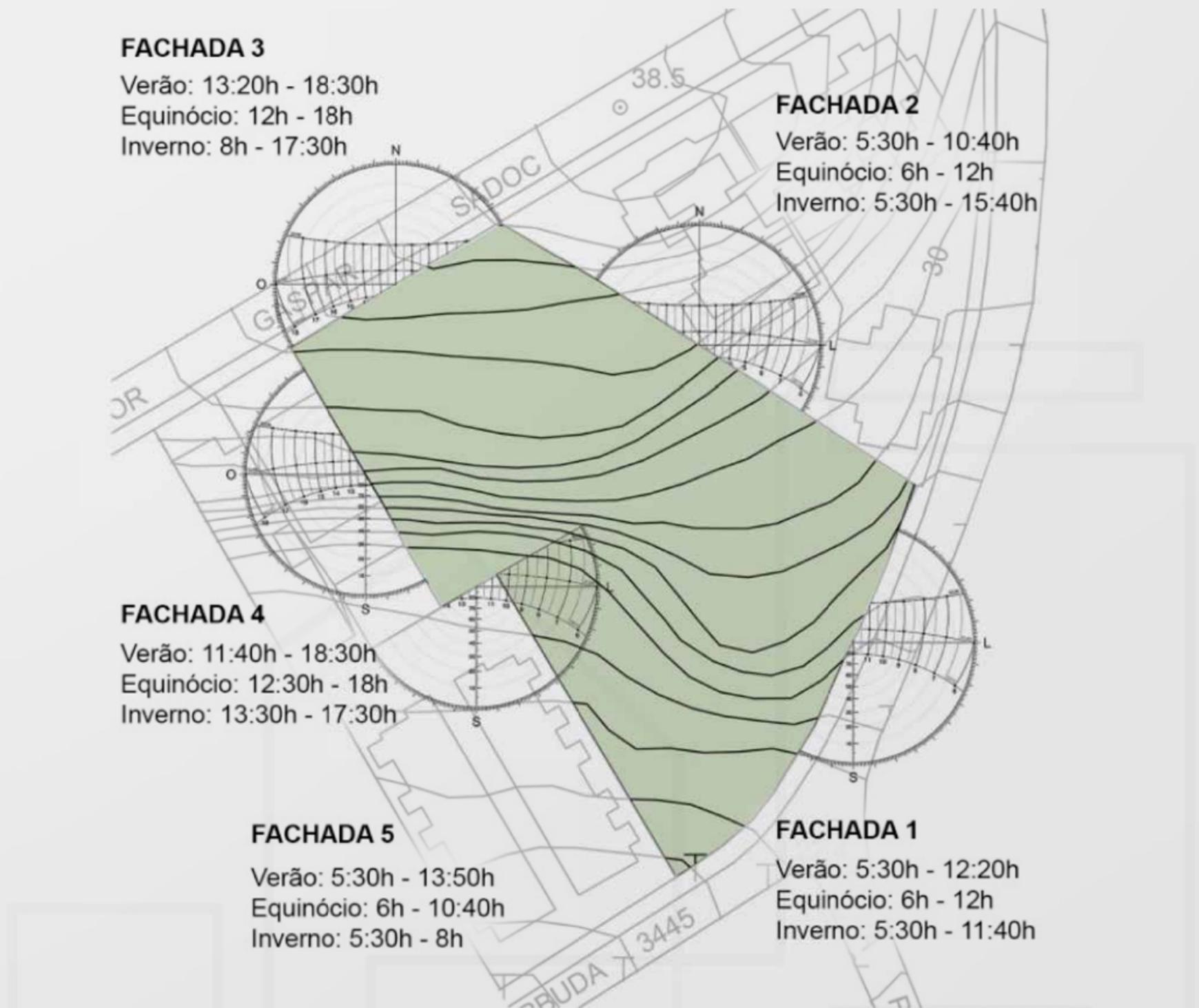
A conexão entre blocos e terraços verdes/praças, foi por meio de rampas e passarelas possuindo no máximo 8% de inclinação junto ao corrimão de aço inox para acessibilidade. Foi necessário uso de escadarias acompanhadas por plataformas elevatórias para ambientes externos, atendendo áreas mais íngremes. Por mais que o terreno possua 16 curvas de níveis e o objetivo seja acompanhar esta inclinação com o edifício implantado em diferentes níveis, todas as áreas foram pensadas e projetadas para qualquer pessoa acessar.

## 9. CONFORTO AMBIENTAL

### 9.1 Estudo de incidência solar no terreno

O estudo de insolação expõe que as fachadas 1, 2 e 5 recebem incidência solar pela manhã, onde na fachada 2 chega ao horário máximo de 15:40h aproximadamente no inverno. Estas fachadas são ideais para posicionar ambientes de longa permanência já que os níveis de calor não são tão intensos. Já as fachadas 3 e 4, estão expostas ao sol da tarde até o anoitecer, devendo receber uma atenção maior quanto a circulação de ar e proteções nas fachadas, proporcionando um conforto térmico mais adequado.

Imagem 7 - Setorização 3D



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

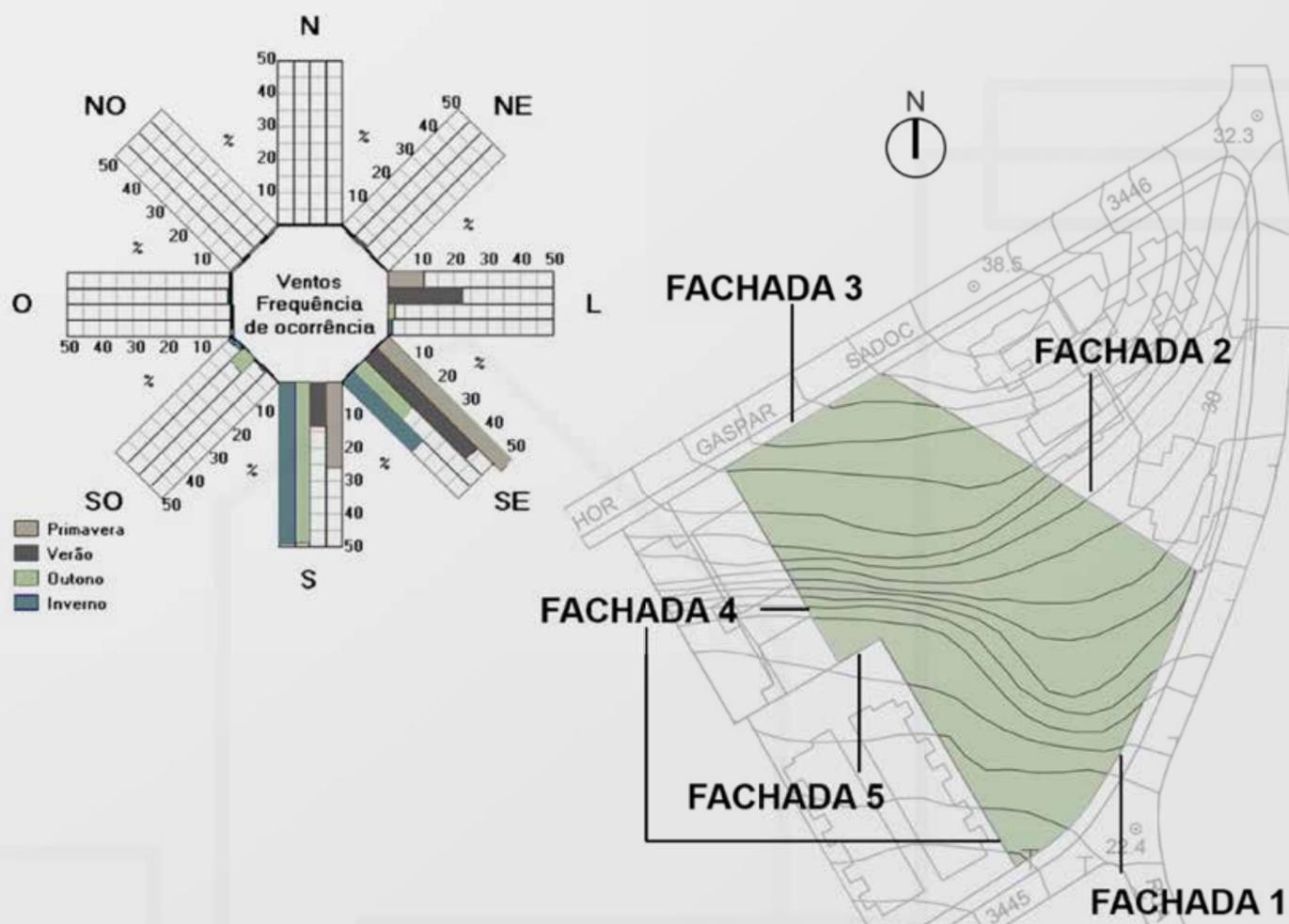
## 9.2 Estudo de ventilação natural

Ao analisar a Rosa dos Ventos de Salvador com o auxílio do programa Sol-Ar, é possível notar que a maior ocorrência dos ventos é proveniente do Sudeste na primavera (23 de setembro a 21 de dezembro), ventos do Sul no inverno (21 de junho a 23 de setembro) e outono (21 de março a 21 de junho), por fim, o verão (21 de dezembro a 21 de março) também recebe incidência do Sudeste. Tendo este veredito, a fachada com maior influência da ventilação é de número 1. Sobre o período do dia, pela noite essa ventilação se concentra mais na fachada 2, enquanto durante a manhã/tarde se trata da fachada 1.

Conforme o mapeamento sobre conforto térmico de Salvador feito pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), a velocidade média da ventilação é de 3,2 m/s no verão e 2,8 m/s no inverno. É importante citar que não há nenhum prédio ou construção em frente ao terreno, não havendo empecilhos da chegada dos ventos com maior intensidade, ademais, o mesmo está situado no ponto mais alto do bairro, chegando a aproximadamente 46 metros do nível da praia.

Decorrente do estudo, é importante a concentração de maiores vãos e aberturas na fachada 1, que ficará em frente a Rua Prof. Isaías Alves de Almeida, além da escolha de posicionar ambiente de longa permanência de forma a aproveitar desta ventilação. Evitar barreiras sólidas sem qualquer permeabilidade ao longo do comprimento do terreno também é uma solução apropriada para que nenhum cômodo fique enclausurado.

Imagem 8 - Estudo da ventilação natural



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

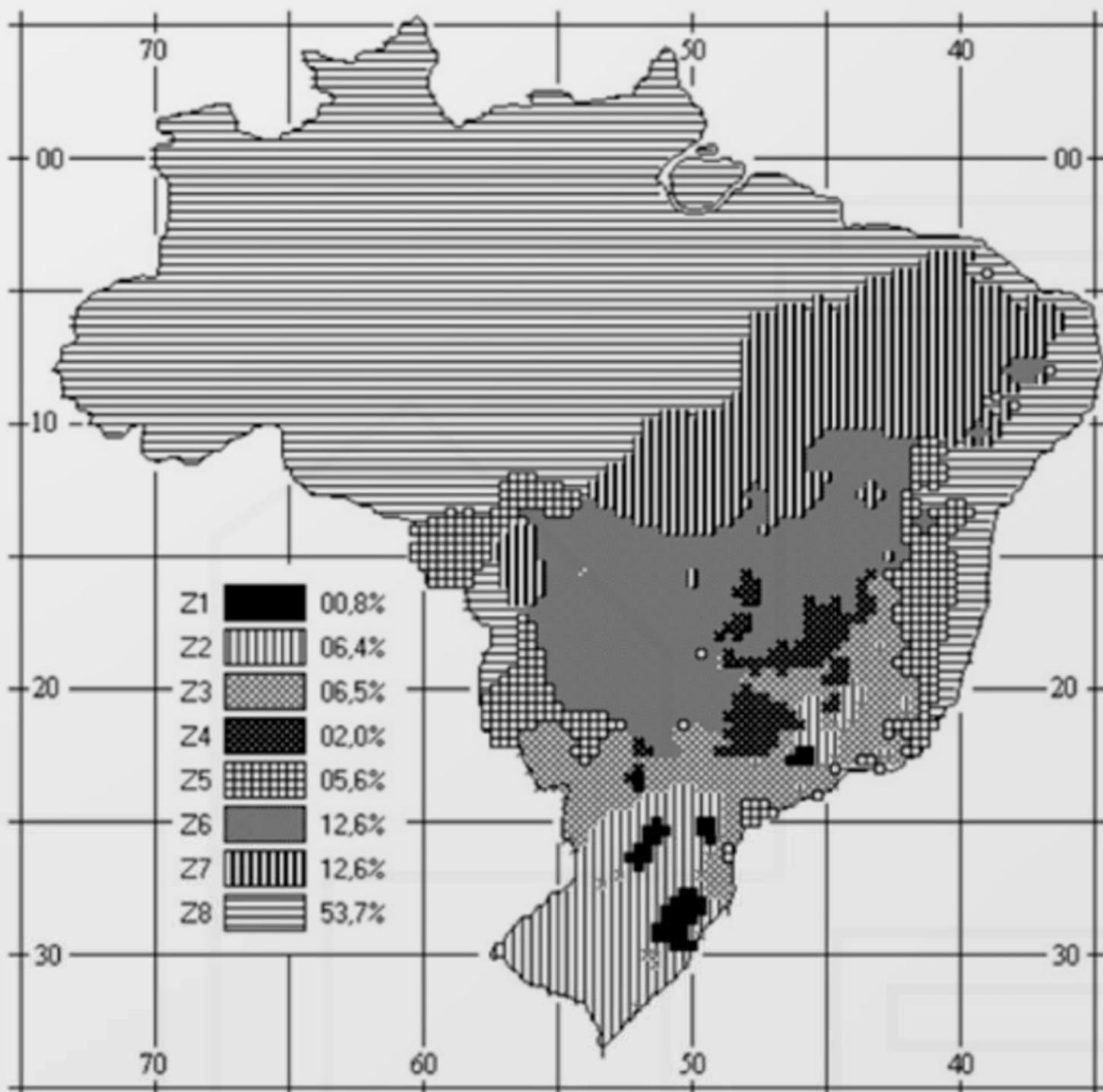
### 9.3 Clima local

Segundo a norma NBR 15220 - Parte 3 demonstra que o Brasil compreende oito tipos de zonas bioclimáticas, observá-las e seguir suas recomendações leva a um projeto com soluções construtivas mais coerentes e eficazes a nível de conforto térmico.

Perante isto, Salvador faz parte da Zona Bioclimática 8 com temperaturas elevadas o ano todo e no inverno a taxa de umidade é alta. Suas diretrizes são grandes aberturas e sombreamento das mesmas, vedações externas leves e refletoras.

Algumas estratégias bioclimáticas recomendadas também podem ser citadas: a desumidificação dos ambientes internos podem promover melhores sensações térmicas (este tipo de solução se dá por meio da troca de ar interno com ar externo), a ventilação cruzada é incentivada dando atenção para a direção dos ventos e, neste caso, como o terreno está posicionado em frente à orla, também possui relevância significativa para as escolhas de soluções projetuais.

Imagem 9 - Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro



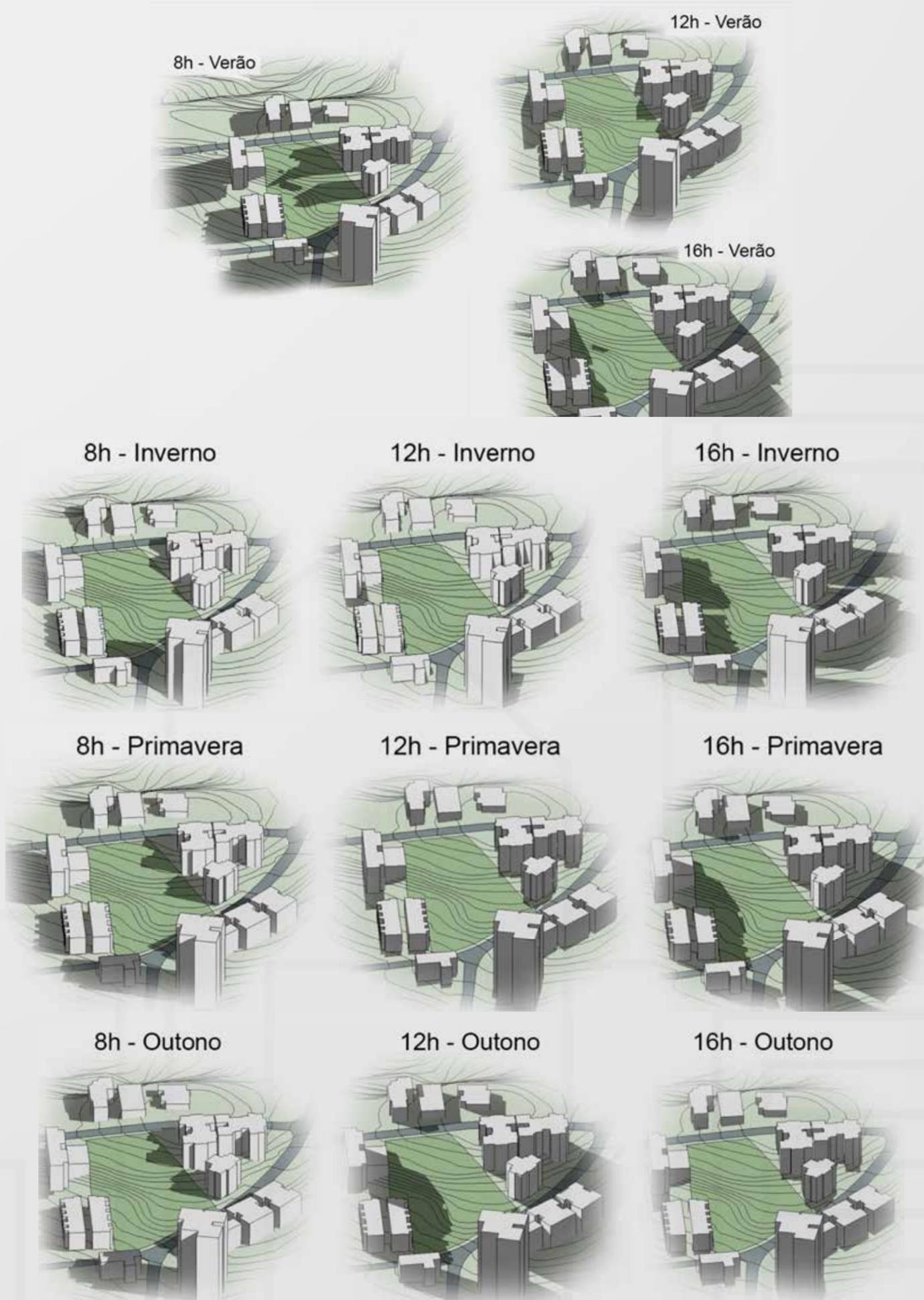
Fonte: Elaborado pela autora, 2024

## 9.4 Estudo de sombras projetadas

O estudo de sombras foi feito com as edificações dispostas no entorno do terreno nos dias característicos de Solstício de Inverno, Solstício de Verão, Equinócio de Primavera e Equinócio de Outono nos horários: 8 horas da manhã, meio-dia e 16 horas.

O veredito é a presença de maior incidência de sombra dos edifícios do lado direito, no período da manhã no verão, tomando parte do terreno quase todo, já pela tarde ocupa somente um pouco da lateral da fachada 4. No inverno o sol é o protagonista durante o dia todo, havendo sombra apenas no período da tarde, algo semelhante também ocorre nos equinócios.

Imagem 10 - Estudo de sombra no terreno



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

É importante observar que, a fachada 4 é a que receberia o sol da tarde, com uma presença térmica de calor mais acentuada, porém, com o estudo das sombras provenientes das construções do entorno, este é um local que igualmente recebe sombreamento no mesmo período do dia, portanto o conforto térmico neste lado, já não é tão prejudicado.

## 9.5 Fonte de ruído urbano

A tipologia de uso das edificações da poligonal de estudo é residencial, e de acordo com a NBR 10151/2019 - Medição e Avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - se enquadra em predominantemente o ruído baixo e baixíssimo com limites dos níveis de pressão sonora entre 55 dB pela manhã e no período noturno de 50 dB. Tendo em vista o conforto acústico para concentração e produção de trabalho intelectual, o nível de decibel (dB) recomendado é de 50, equivalente a uma rua sem tráfego.

Algumas visitas foram feitas pelas ruas do entorno do terreno nos dias 1, 3 e 6 de abril de 2023 no período da tarde e da noite e foi possível notar a pouco movimentação de pessoas ou barulhos relevantes, a predominância era automóvel, enquanto a presença de pedestre foi pouco perceptível, principalmente no período da noite. De qualquer modo algumas medidas projetuais também podem colaborar para amenizar o ruído, a exemplo disso são as massas ou paredes vegetais.

## 10. DECISÕES PROJETUAIS

A escolha dos materiais das fachadas foi visando texturas e cores que se misturasse com o paisagismo proposto - madeira, pintura em cimento queimado e na cor branca, vidro incolor com perfil preto, e pedra ferro irregular.

Imagem 9 - Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Soluções como captação e reutilização de águas pluviais para sistema de irrigação de áreas verdes e descargas dos sanitários, uso de brises e ventilação cruzada com finalidade de diminuir o uso de ar-condicionado - e quando utilizados, haverá aproveitamento da água de condensação do sistema do mesmo - presença de áreas permeáveis maiores do que exigido pelo município, cobertura verde destinada à área de convivência, entre outros, colaboram para a busca da certificação IPTU Verde na categoria ouro.

A segurança dos usuários das salas comerciais foi pensada de forma que não criasse uma barreira visual com os acontecimentos externos - um sistema de porta/brise que é posicionado como uma "segunda camada" (em frente a porta de vidro) para quem está dentro possa deixar as esquadrias da sala abertas sem medo de quaisquer eventualidades, permitindo ventilação cruzada. Ademais, os recuos laterais dispõem de vegetação densa, em especial a planta filodendro ondulado por possuir característica robusta.

Imagem 12 - Circulação entre prédios



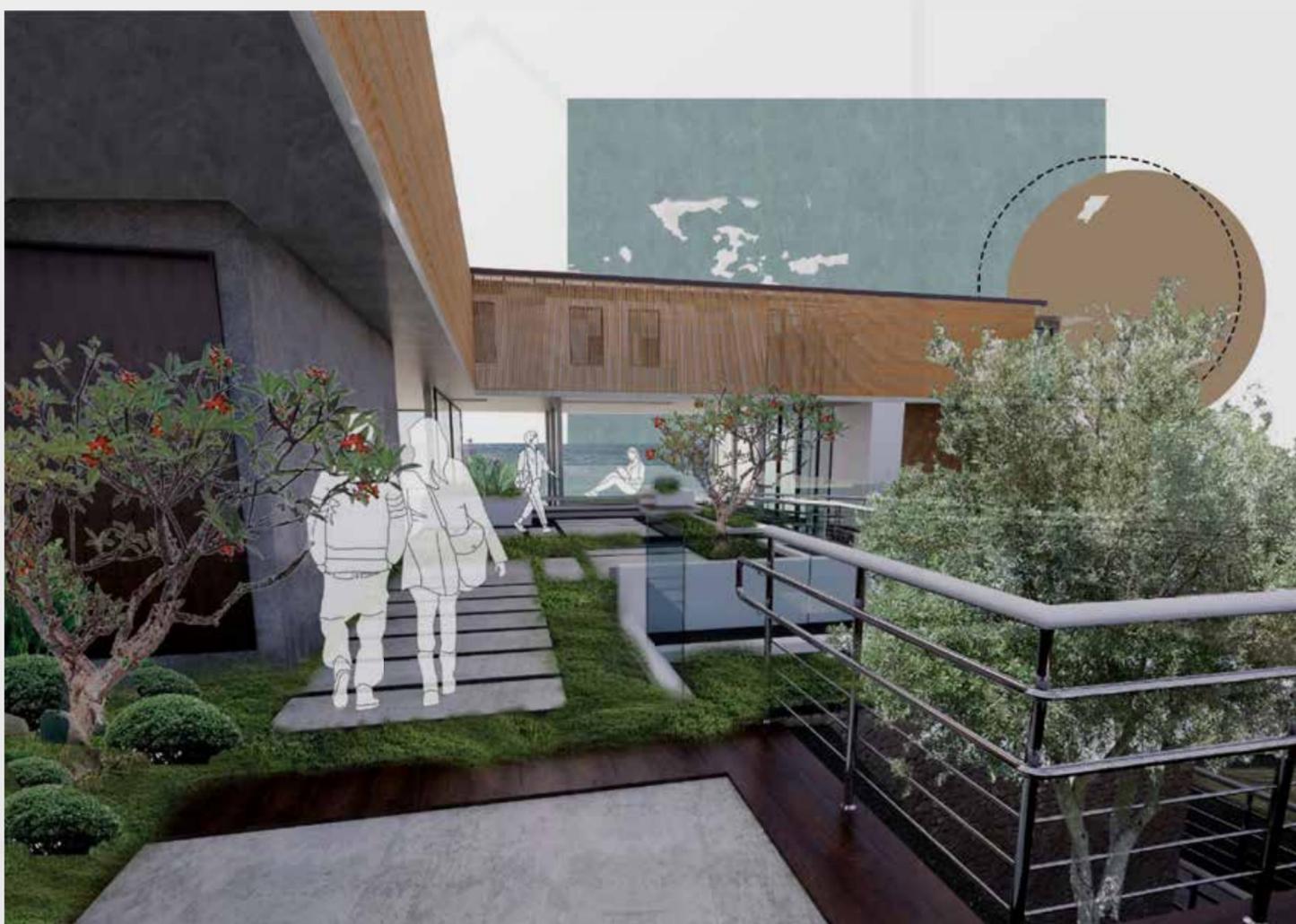
Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Imagem 13 - Acesso aos blocos por meio da passarela



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Imagem 14 - Acesso pela rua local



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

## 11. PAISAGISMO

Após a locação dos ambientes do edifício conforme a existência das árvores já existentes, foi pensado um paisagismo mais denso, rico em cores, texturas e dando prioridade para a vegetação local, conforme o Manual de Arborização Urbana de Salvador.

A ideia com a composição é dar destaque para as árvores finas e compridas, deixando-as isoladas (como no caso das palmeiras); utilizar vegetação de forração (lamabri e grama amendoim) para agrupar árvores mais delicadas, floridas e de troncos menores (como as pluméias e cajueiros) - além do mais, uma característica deste tipo de planta é poder se diferenciar das demais áreas gramadas, consequentemente, dando ênfase na mesma; o filodentro, por se tratar de uma espécie com característica densa, será utilizado nas divisas, em espaços íngremes e ao lado das escadas externas - como se fosse uma cerca viva.

Imagem 15 - 3D complexo CALLA - vegetação como protagonista.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Por fim, por meio de visitas locais, foi percebido um forte odor na área que se encontra o terreno por conta de um rio local (Rio Camarajipe), por isso, optou-se como peça central o arbusto lavanda, onde poderá ser encontrado em todo o terreno, principalmente ao lado de caminhos ou dispostos em grupos perto das árvores existentes - é uma planta que orna tanto com a paleta de cores, quanto com as texturas de cada vegetação, sem contar que naturalmente ela exala um perfume bem leve e agradável.

# Cidade Esmeralda - Centro de Cultura, Lazer e Acolhimento

**Aluno: Gabriel Victor Pedreira da Silva**  
**Orientadora: Alessandra da Silva Arduim**  
**Curso: Arquitetura e Urbanismo**  
**Instituição: UNIFACS - Universidade Salvador**



*"Baby, eu já cansei de me esconder  
Entre olhares, sussurros com você [...]  
Ninguém vai poder querer nos dizer como amar [...]  
Um novo tempo há de vencer  
Pra que a gente possa florescer"  
(Trecho da canção Flutua -  
Johnny Hooker & Liniker)*

O objetivo do estudo é a criação do imaginário. A proposta é pensar sobre uma nova configuração onde corpos LGBTQ+ são celebrados e toda potencialidade artística é incentivada, através de um centro para o público alvo da comunidade da cidade de Salvador-BA, com oferta de: Acolhimento, Cultura e Lazer.

O estudo se embasa nas Diretrizes do Plano Nacional de Promoção da Cidadania e Direitos Humanos de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis e Transexuais:

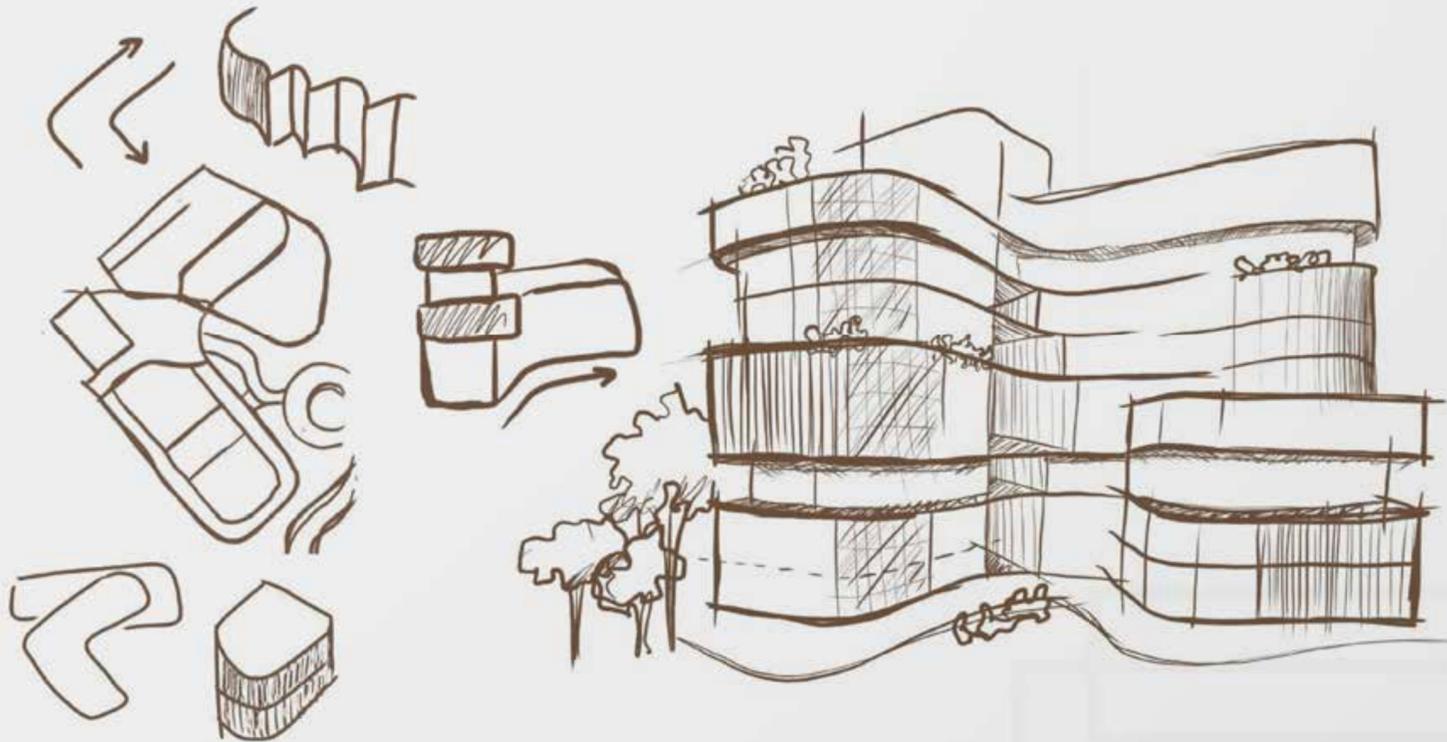
5.27. Produção de conhecimento sobre o tema LGBTQ

5.29. Educação e informação da sociedade

5.37. Formação de redes de proteção social à população LGBTQ

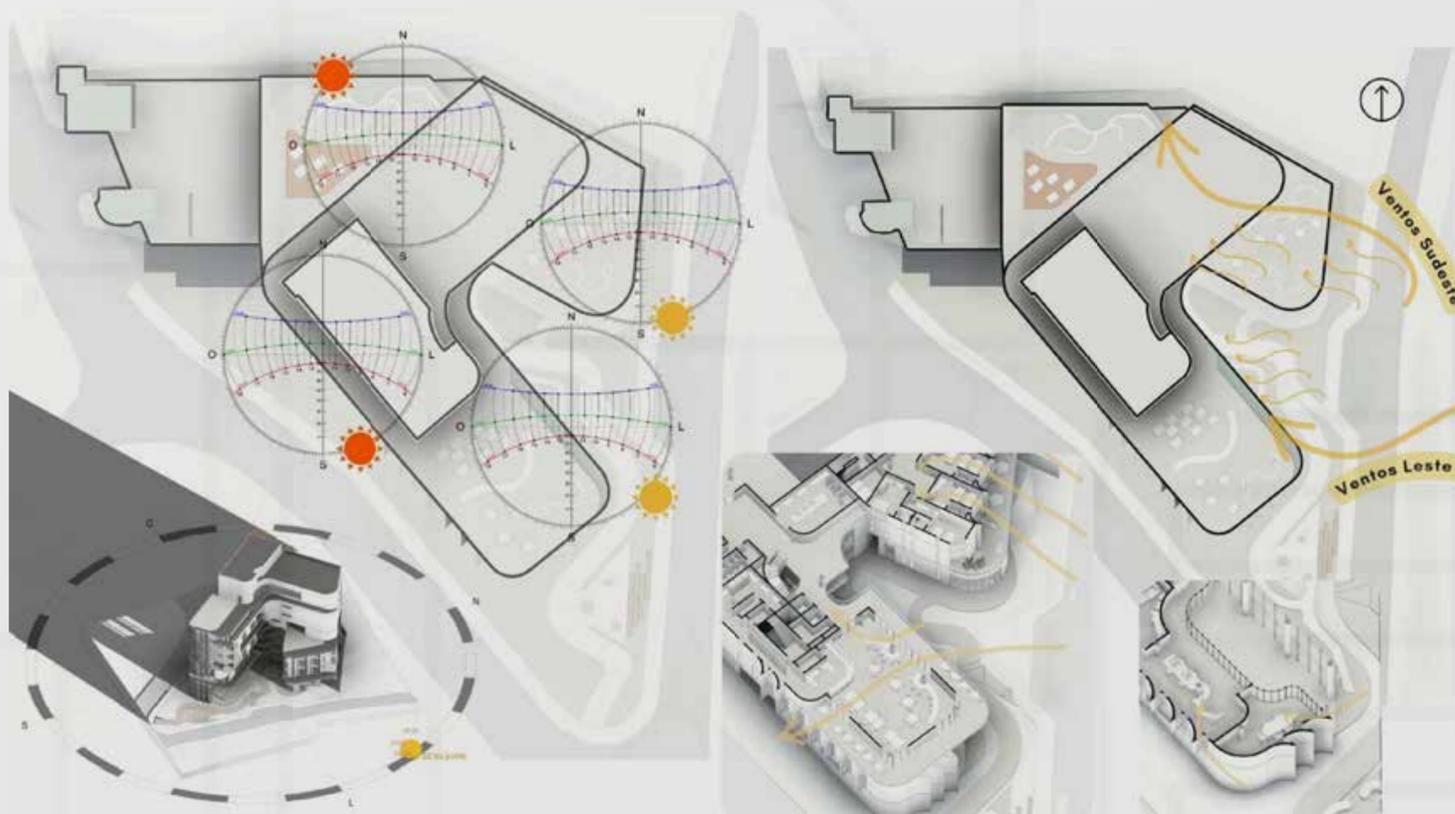
Também, segundo Nelson Carvalho Marcellino, o Lazer é um instrumento social, pois é através dessa vivência, que surgem os processos para mudança da ordem da sociedade e da moral, e por consequência o surgimento de uma nova ordem social. (MARCELLINNO, 2003).

Outro ponto de referência é a filósofa Judith Butler, que em seu texto *Imitation and Gender Insubordination*, traz a discussão das identidades queer existirem a partir da agência; ou seja, o sentimento de “ser” algo surge através não apenas da mera identificação, mas sim de uma série de comportamentos, através da ação (BUTLER, 1993). Assim, Butler nos leva a uma conclusão: a ação é inerente às pessoas; e quando essa ação é perseguida por estruturas da sociedade, o resultado inevitável será a construção de espaços (universos singulares) onde esse movimento de agência é um ponto de celebração e não de opressão.



Croquis de concepção do projeto. Fonte: do autor.

Assim, o conceito do projeto é o movimento: a materialização da evolução cultural, da troca de experiências, do movimento disruptivo de questionar as normas sociais. Um resgate ao movimento queer. O que provoca um programa pensado através das três diretrizes de Lazer, Acolhimento e Cultura. A ideia é criar um polo de produção cultural com espaços para criação musical e audiovisual, e para propagação da história da cultura queer



Fonte: do autor.

No projeto, o conforto foi uma das principais diretrizes, por isso, os ambientes de longa permanência foram implantados voltados para as faces Leste e Sudeste; pois assim houve um melhor aproveitamento da incidência solar e da ventilação natural, baseada nos ventos mais frequentes da cidade; que também são favorecidos pelo posicionamento de esquadrias, volumes e implantação do prédio.



Fonte: do autor.

As principais soluções adotadas no edifício para que se atingisse o objetivo foram:

1. Acesso ao estacionamento e casa de lixo implantados na cota mais alta
2. Cobertura como laje técnica para instalação de placas solares e condensadoras de ar condicionado.
3. Aproveitamento das lajes para espaços de convivência.
4. Forma em L para melhor aproveitamento de ventilação e iluminação.
5. Vazios e uso de vidro para permeabilidade da vista.
6. Acesso de pedestres e embarque e desembarque na região de menor declividade.
7. Uso da declividade do terreno como partido para mimetizar o estacionamento.
8. Estrutura mista com vigas metálicas, para vencer os grandes vãos, revestidas de concreto, para melhor desempenho em relação à salinidade.

No setor de Lazer, foi pensada uma Cafeteria com vista mar, um Boliche Bar, além de um rooftop para eventos exibição de filmes.



Cafeteria. Fonte: do autor.

No setor cultural, é proposto um Salão de Exposições Artísticas, um Museu da história queer, como também diversas salas para cursos/oficinas de costura, gastronomia e informática. Junto a isso, há também um foco na produção cultural, com Salas de Música, Sala de Gravação de Podcast, Estúdios de Filmagem e Fotografia, entre outros.



Salão de Exposições. Fonte: do autor.

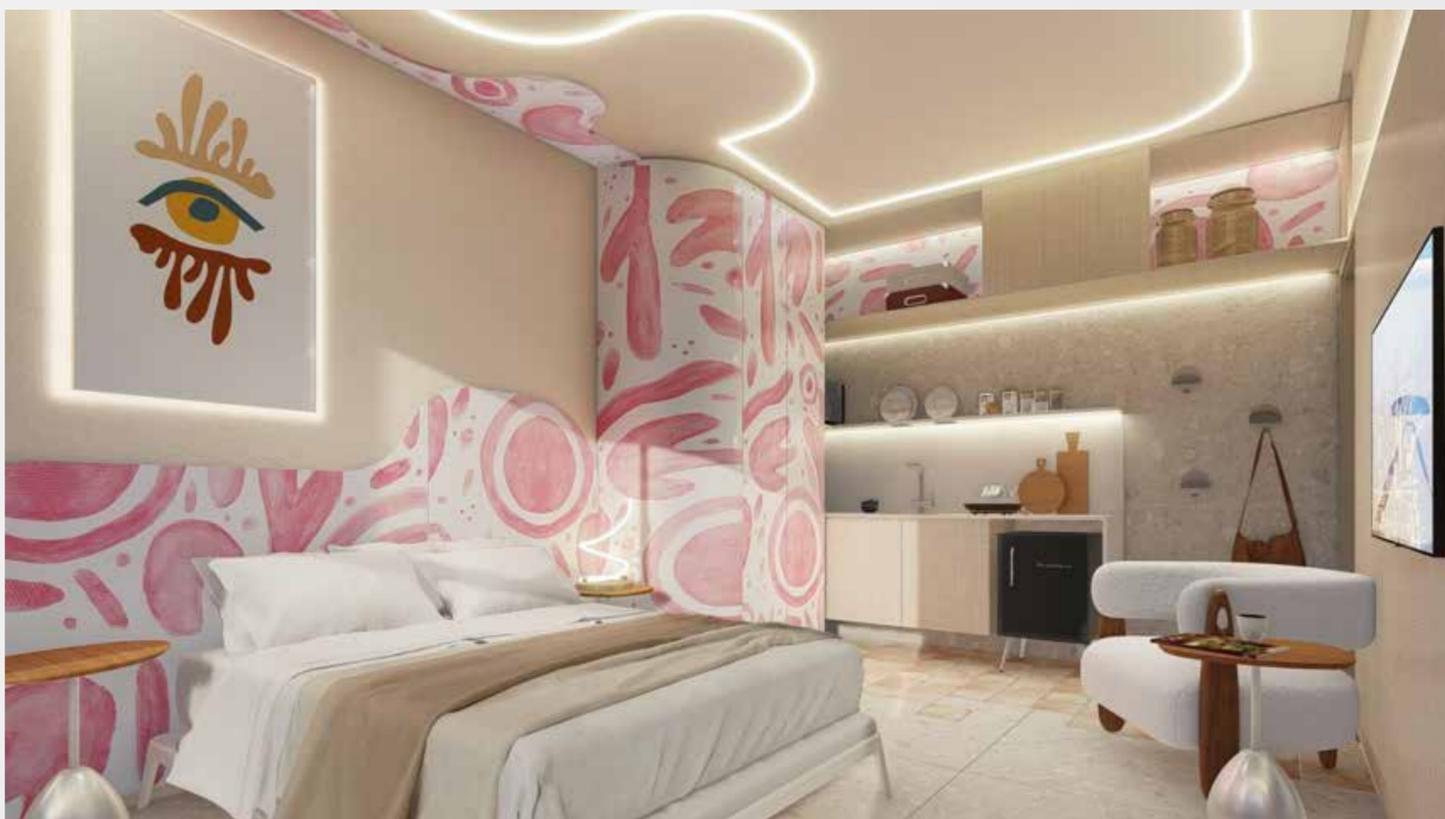


Sala de Oficina de Costura. Fonte: do autor.



Salão de Gravação de Podcast. Fonte: do autor.

No setor de acolhimento, o programa inclui opções de moradia temporária para população LGBT+ em situação de vulnerabilidade, sendo dormitórios tipo Studio, de capacidade para de uma a três pessoas. Também foi pensado Salas para atendimento psicológico e um Setor de Apoio Jurídico.



Studio Solo. Fonte: do autor.

# Escola Waldorf Caminhos - Pedagogia Waldorf Aplicada do Ensino Infantil ao Fundamental

**Aluna: Júlia Hughes Cafezeiro Baião Souza**  
**Orientadora: Cristina Filgueiras de Araújo**  
**Curso: Arquitetura e Urbanismo**  
**Instituição: UCSAL - Universidade Católica do Salvador**

## RESUMO

Na cidade de Salvador, a rede pública sofre com a ausência de escolas que possuam influência da Pedagogia Waldorf em seu currículo acadêmico, tendo em vista que tal abordagem tornou-se bastante elitizada com o passar dos anos. Baseada na antroposofia - filosofia desenvolvida por Steiner - essa pedagogia é centrada na compreensão do desenvolvimento humano, levando em consideração as dimensões físicas, emocionais, intelectuais e espirituais. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver o projeto de uma Escola de ensino público dos níveis infantil ao fundamental, baseada na Pedagogia Waldorf e nos conceitos da arquitetura antroposófica na cidade de Salvador-BA. Através de pesquisa bibliográfica e documental acerca da Pedagogia Waldorf e seus parâmetros projetuais, definição da proposta conceitual condutora e com o auxílio dos estudos de projetos relacionados ao tema, estudos urbanísticos e análises bioclimáticas, foi possível conceber um projeto que se adequasse às necessidades dos usuários. Com isso, propõe-se a criação de ambientes que incentivem ainda mais o desenvolvimento social, cultural e ambiental do estudante, estimulando o pensamento crítico e consciência ecológica.

Palavras-chave: Pedagogia Alternativa; Pedagogia Waldorf; Educação; Integração social; Consciência ambiental; Salvador-BA, Trabalho de Conclusão de Curso I.

# 1. INTRODUÇÃO

A Pedagogia Waldorf surgiu em 1919, na Alemanha, a partir de uma iniciativa do filósofo Rudolf Steiner, com o objetivo de criar uma educação humanizada que contemplasse o desenvolvimento integral do ser humano. Essa pedagogia propõe formar indivíduos com pensamento livre, criativo e responsável. O primeiro colégio foi fundado para atender os filhos dos trabalhadores da fábrica de cigarros Waldorf, cujo diretor, Emil Molt, pressionado por seus funcionários, ofereceu uma alternativa à educação tradicional da época, marcada pelo autoritarismo.

No Brasil, a primeira escola Waldorf foi fundada em 1956, em São Paulo. Desde então, a pedagogia se expandiu, culminando na criação da Federação das Escolas Waldorf no Brasil, em 1998. Apesar do crescimento, a maioria das instituições Waldorf concentra-se na região Sudeste e enfrenta desafios como o uso de edifícios adaptados, o que descaracteriza a arquitetura antroposófica idealizada por Steiner, que prioriza ambientes acolhedores e dinâmicos com formas orgânicas.

O fundamental reside em conseguir um pensamento vivo e global, que permita atuar com independência e capacidade de iniciativa, com competência para uma tomada adequada de decisões e um atuar autônomo sustentado na responsabilidade social. (FEWB, 2023)

O trabalho propõe o desenvolvimento de uma escola pública Waldorf para educação infantil e fundamental em Salvador, BA. A proposta visa criar espaços que estimulem o aprendizado artístico e social, respeitando os princípios arquitetônicos e pedagógicos de Steiner. Além de atender a uma demanda educacional na região, o projeto busca democratizar o acesso a essa pedagogia, que se tornou elitizada ao longo dos anos.

A arquitetura escolar é crucial para o bem-estar e o aprendizado dos estudantes. A Pedagogia Waldorf destaca-se ao integrar aspectos físicos, anímicos e espirituais, promovendo uma educação que une pensamento, sentimento e ação. No entanto, a limitação de escolas Waldorf na rede pública brasileira restringe o acesso à metodologia, especialmente em regiões como o Norte e Nordeste. O projeto proposto visa suprir essa carência, oferecendo uma alternativa de ensino pública e inclusiva com a criação de ambientes que fomentam ainda mais o desenvolvimento artístico do estudante, com salas de música, dança e teatro, além de um grande pátio central para convívio social que será responsável por interligar os principais pontos da Escola.

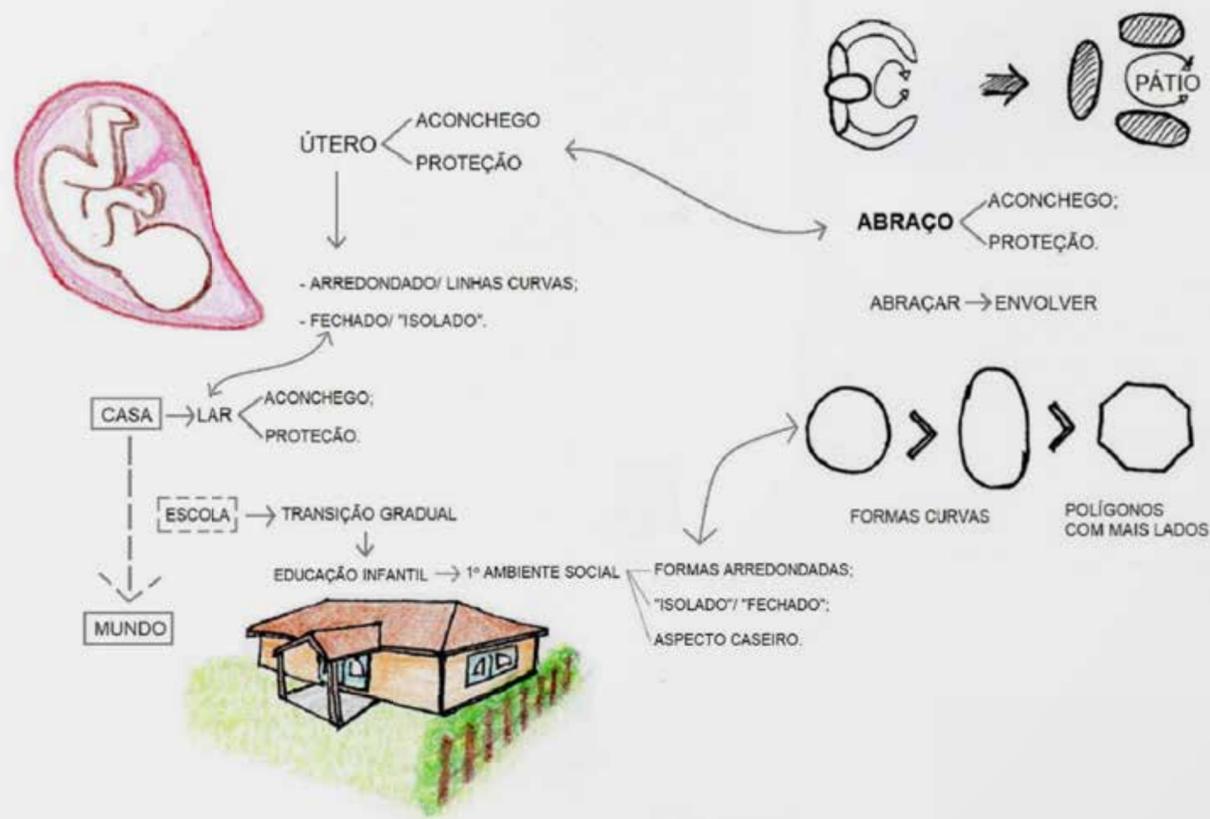
## 2. ESCOLA ACOLHEDORA E ARQUITETURA

A arquitetura exerce grande influência no ambiente escolar, impactando no acolhimento, segurança e desempenho dos alunos. Diferente de escolas convencionais, com construções isoladas por muros, a Pedagogia Waldorf exige uma arquitetura que integre pessoas, natureza e comunidade, promovendo liberdade, bem-estar e pertencimento. Inspirada na Antroposofia, filosofia de Rudolf Steiner, essa abordagem prioriza formas orgânicas, materiais naturais e espaços que harmonizem o bem-estar físico e espiritual.

Tendo conhecimento dos princípios da Pedagogia Waldorf e nas características associadas à Arquitetura Antroposófica, aliado ao acúmulo de estudos das referências bibliográficas deixadas por Rudolf Steiner, estipulou-se um “tipo arquitetônico” para as edificações que seguem sua metodologia de ensino, sendo estes expostos, por meio da classificação de 12 parâmetros, por Imai e Oliveira (2021) e apresentados à seguir.

Escola Acolhedora: Ambientes com formas orgânicas que criam a sensação de “abraço”, reforçando o pertencimento e suavizando a transição para o ambiente escolar (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Imagem 01: Escola e transição da casa para o Mundo



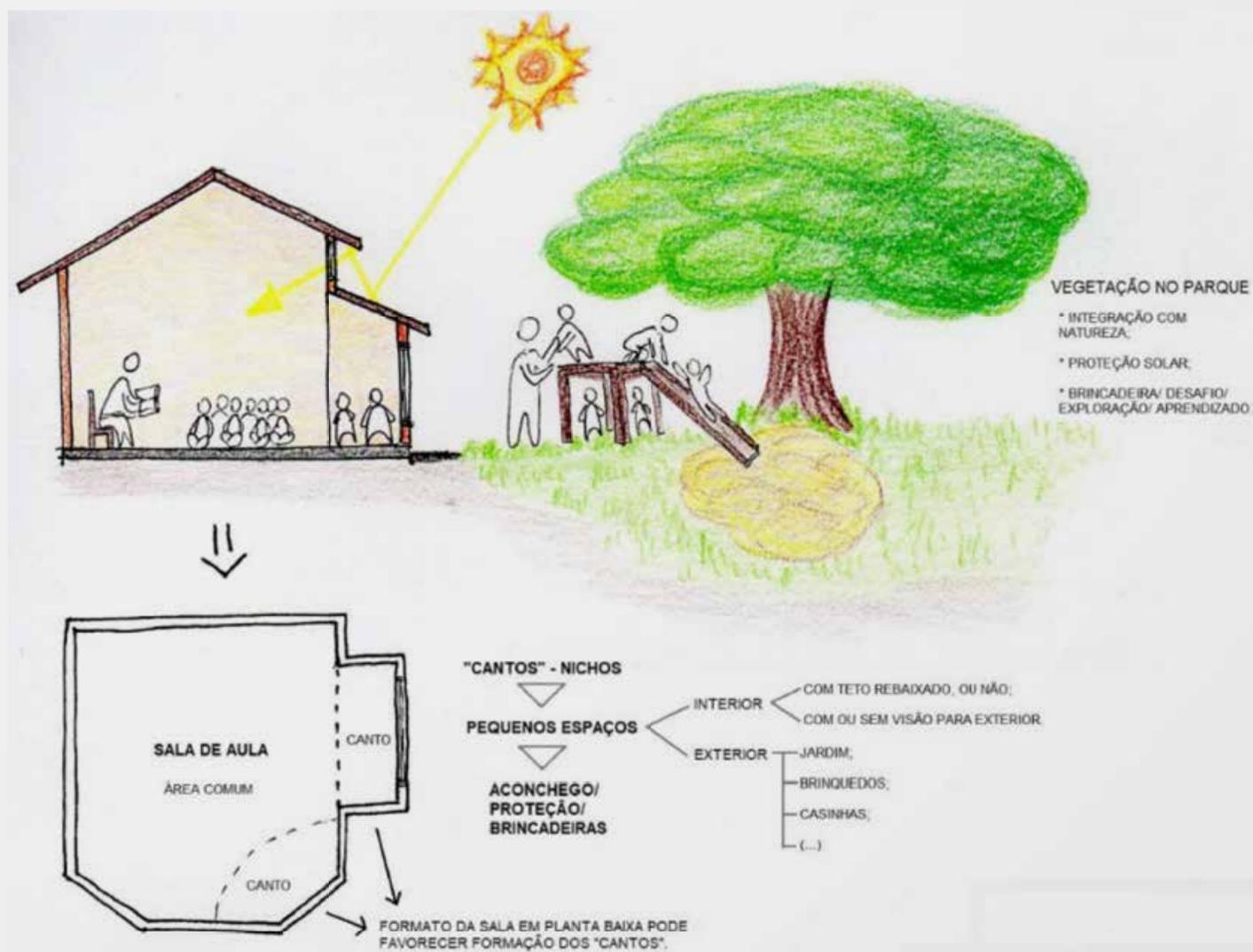
Fonte: IMAI e OLIVEIRA, 2021

Áreas de Aprendizagem Diversificadas: Espaços que atendem às variadas necessidades pedagógicas, como dança, música e atividades ao ar livre (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Sala de Aula e Desenvolvimento Infantil: Ambientes que se adaptam às fases de crescimento, com formas fluidas e escalas adequadas para promover autonomia (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Pequenos Espaços: Cantos e recantos internos e externos que promovem acolhimento e privacidade (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Imagem 02: Cantos dentro e fora da Sala de Aula



Fonte: IMAI e OLIVEIRA, 2021

Ambientes para Artes: Locais que atendem às atividades artísticas e culturais com infraestrutura específica (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Exposição de Trabalhos Escolares: Espaços para valorizar produções estudantis, promovendo reconhecimento e senso crítico (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Espaços Multifuncionais: Áreas flexíveis e integradas para diversas práticas pedagógicas (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Estética: Texturas, Cores e Ritmos: Elementos que estimulam os sentidos e humanizam os espaços escolares, utilizando cromoterapia e padrões rítmicos (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Conexão com a Natureza: Jardins, hortas e trilhas que incentivam a consciência ambiental e o bem-estar (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

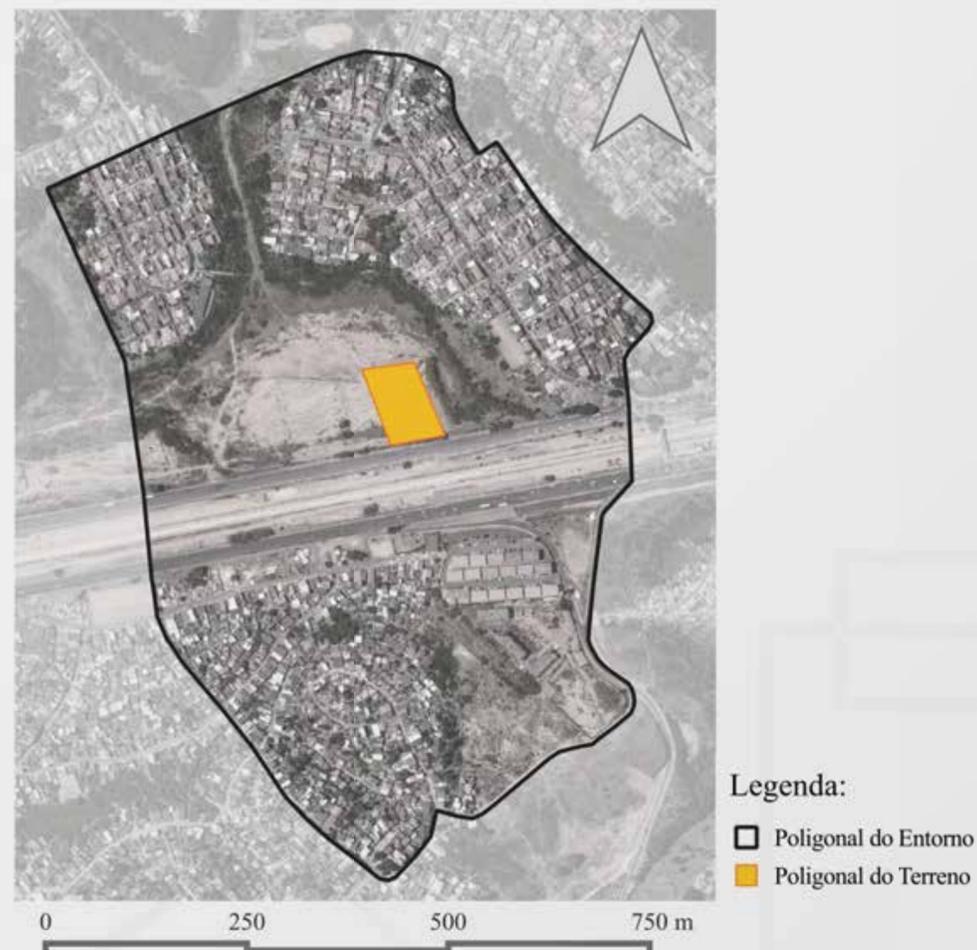
Iluminação e Ventilação Natural: Uso inteligente de recursos naturais para conforto ambiental (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

Arquitetura Responsiva e Sustentável: Construções que minimizam impactos ambientais, utilizando técnicas e materiais sustentáveis (IMAI e OLIVEIRA, 2021).

### 3. ESTUDO DO TERRENO

O terreno localiza-se na Avenida Luís Viana Filho, no bairro de Mussurunga e logo em frente ao Bairro da Paz, tendo sido apontado pela Secretaria da Educação do Estado da Bahia como uma ótima opção devido à carência de equipamentos estruturantes de tal porte e modalidade na região. Levando também em consideração a proximidade das estações de metrô Bairro da Paz e Terminal Mussurunga, a localidade se torna estratégica, garantindo grande facilidade de acesso através de qualquer meio de transporte.

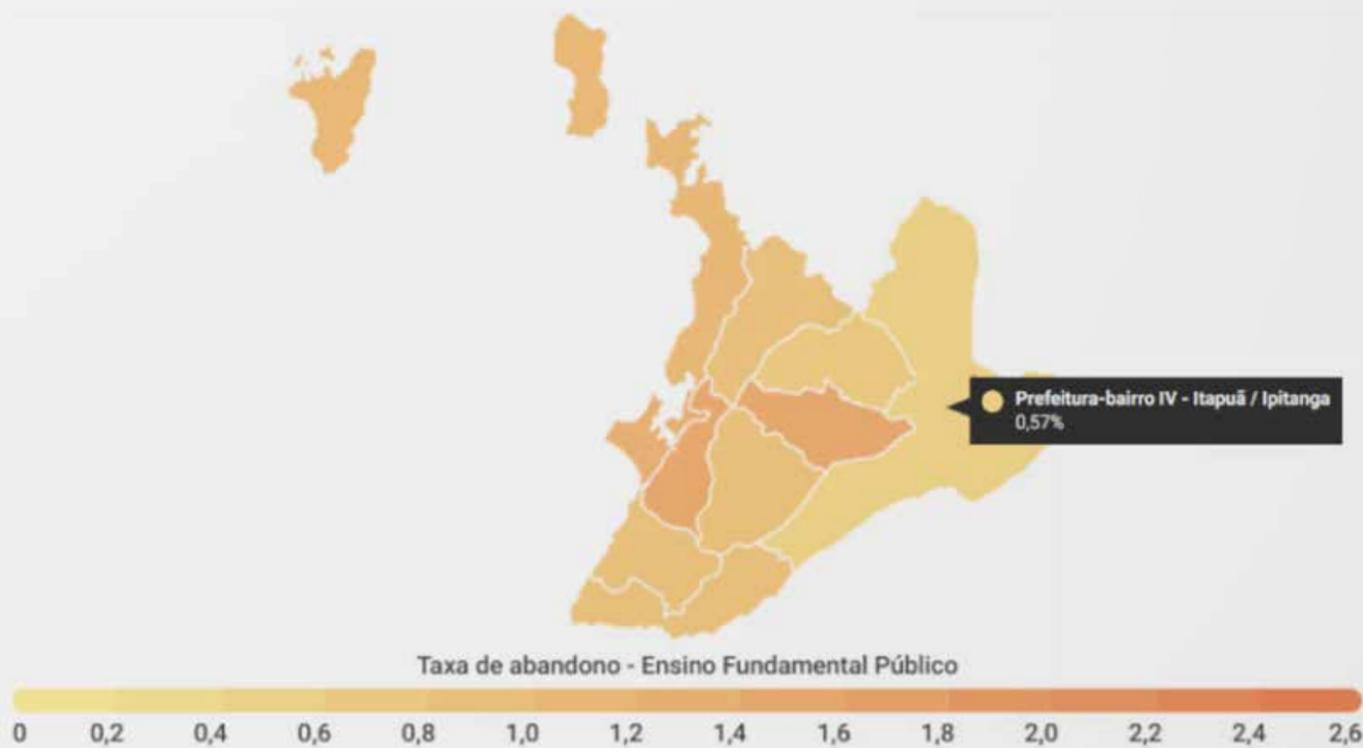
Imagem 04: Mapa



Fonte: Acervo Pessoal

Além disso, a relevância histórica e cultural que a região do Bairro da Paz possui como sendo um dos maiores bairros da cidade de Salvador e com população majoritariamente jovem (CONDER, 2016), foi outro fator que foi fundamental para a escolha do terreno, bem como o crescente avanço do bairro de Mussurunga, que vem ganhando notoriedade dentro do mercado imobiliário por conta da proximidade da Avenida Paralela, um dos metros quadrados mais caros da cidade.

Imagem 04: Mapa de Evasão Escolar



Fonte: Censo Escolar, 2019

Segundo o mapa da exclusão escolar de 2019 (Figura 33), a taxa de abandono entre os alunos do ensino fundamental nas instituições públicas da área de estudo está na faixa dos 0,57%, o que corresponde à, aproximadamente, 19.405 jovens segundo dados do Censo 2010 do IBGE. Considerando a densidade demográfica da região e a disparidade acerca da vulnerabilidade social dos bairros geridos pela Prefeitura-bairro IV - como por exemplo, Stella Maris, Itapuã, Mussurunga e Bairro da Paz -, o valor correspondente é alto e aflige em maior proporção as periferias.

## 4. CONCEITO DO PROJETO

A Pedagogia Waldorf é uma abordagem educacional que enfatiza o desenvolvimento integral do indivíduo, levando em conta sua dimensão intelectual e emocional, além da espiritual. Sendo assim, tendo como norteadora a filosofia "alunos como centro", o projeto tem como princípio conceitual o acolhimento e a socialização da criança, trabalhado através da relação entre a arquitetura escolar e o conforto, fazendo uso de espaços humanizados e flexíveis, que promovam e fomentem a criatividade e imaginação.

Tendo também a sustentabilidade como condutora do projeto, torna-se possível desenvolver a consciência ecológica por meio da imersão em um ambiente que se integra de forma orgânica à natureza, partindo das premissas da Arquitetura Antroposófica e trazendo de forma aberta e fluida a conexão entre a comunidade e o seu entorno, visando a sensação de pertencimento dos seus usuários.

Com todos esses elementos, é possível conceber uma Escola Waldorf que seja não apenas esteticamente agradável, mas também funcional e capaz de proporcionar uma educação de qualidade, tornando sua comunidade social e artisticamente engajada.

Imagem 05: Escola Caminhos



Fonte: Acervo Pessoal

## 5. SUSTENTABILIDADE

A implementação de elementos referentes à Arquitetura Vernacular foi uma escolha pensada levando em consideração as elevadas temperaturas da cidade de Salvador, além da influência que as alterações climáticas provocadas pelo desequilíbrio ambiental podem causar com o passar dos anos. A proposta é ter um espaço que seja acolhedor e, como forma de se manter em harmonia com a natureza, faça o menor uso possível de fonte energética não renovável.

Imagem 06: Fachada Setor Administrativo



Fonte: Acervo Pessoal

Para isso, foram incorporados elementos como cobogós para permitir a ventilação natural, cobertura suspensa para controlar o calor e portas em muxarabi para regular a entrada de luz. Essas estratégias não apenas criam um ambiente confortável para o aprendizado, mas também demonstram o compromisso com a sustentabilidade e a preservação ambiental.

A arquitetura sustentável no ambiente escolar oferece benefícios que vão desde a saúde e bem-estar dos ocupantes até a economia de custos, redução do impacto ambiental e educação ambiental dos alunos. É uma abordagem holística que contribui para a construção de escolas mais eficientes, saudáveis e responsáveis.

Imagem 07: Fachada Setor Educacional

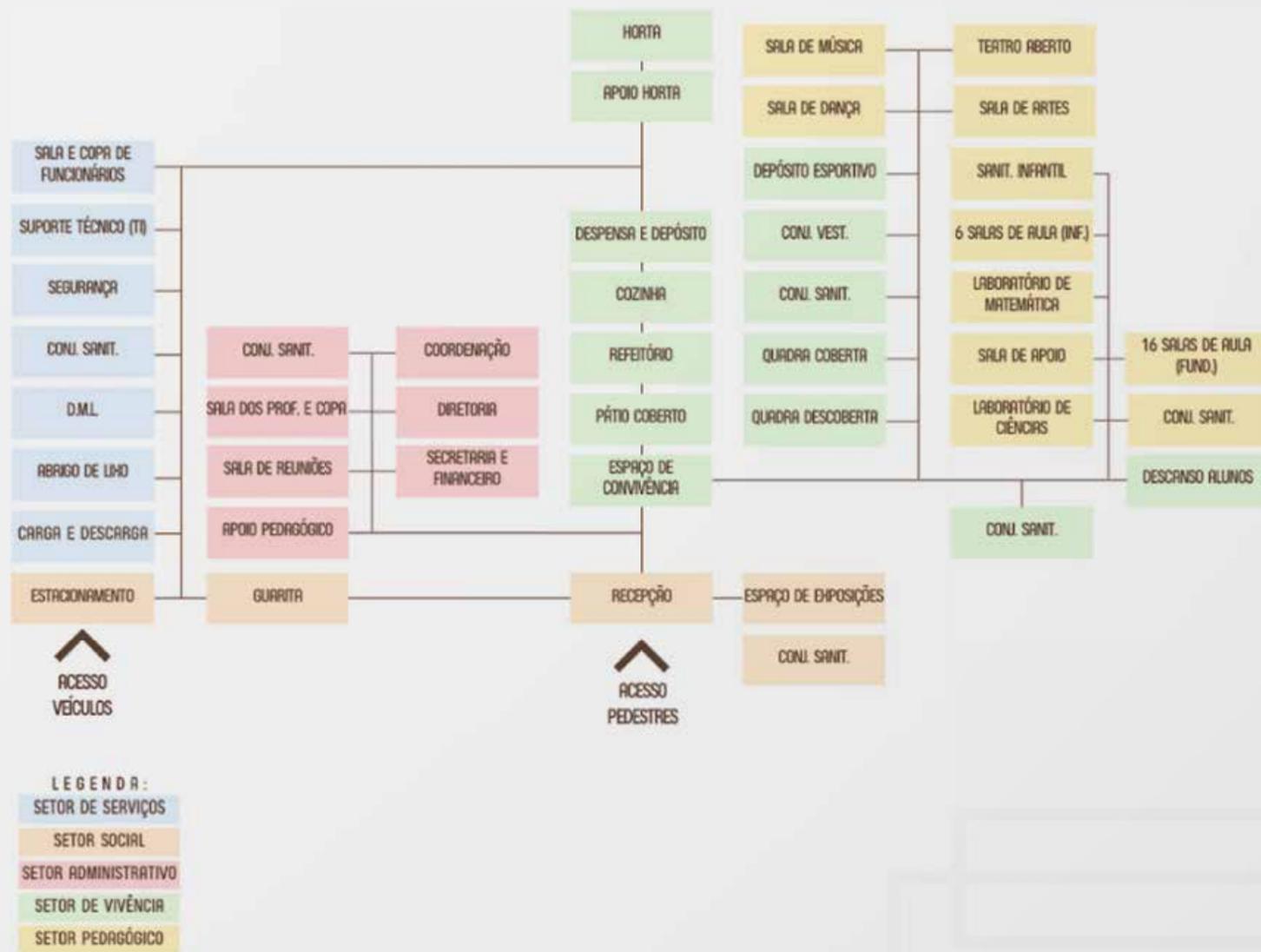


Fonte: Acervo Pessoal

## 6. FLUXOGRAMA E SETORIZAÇÃO

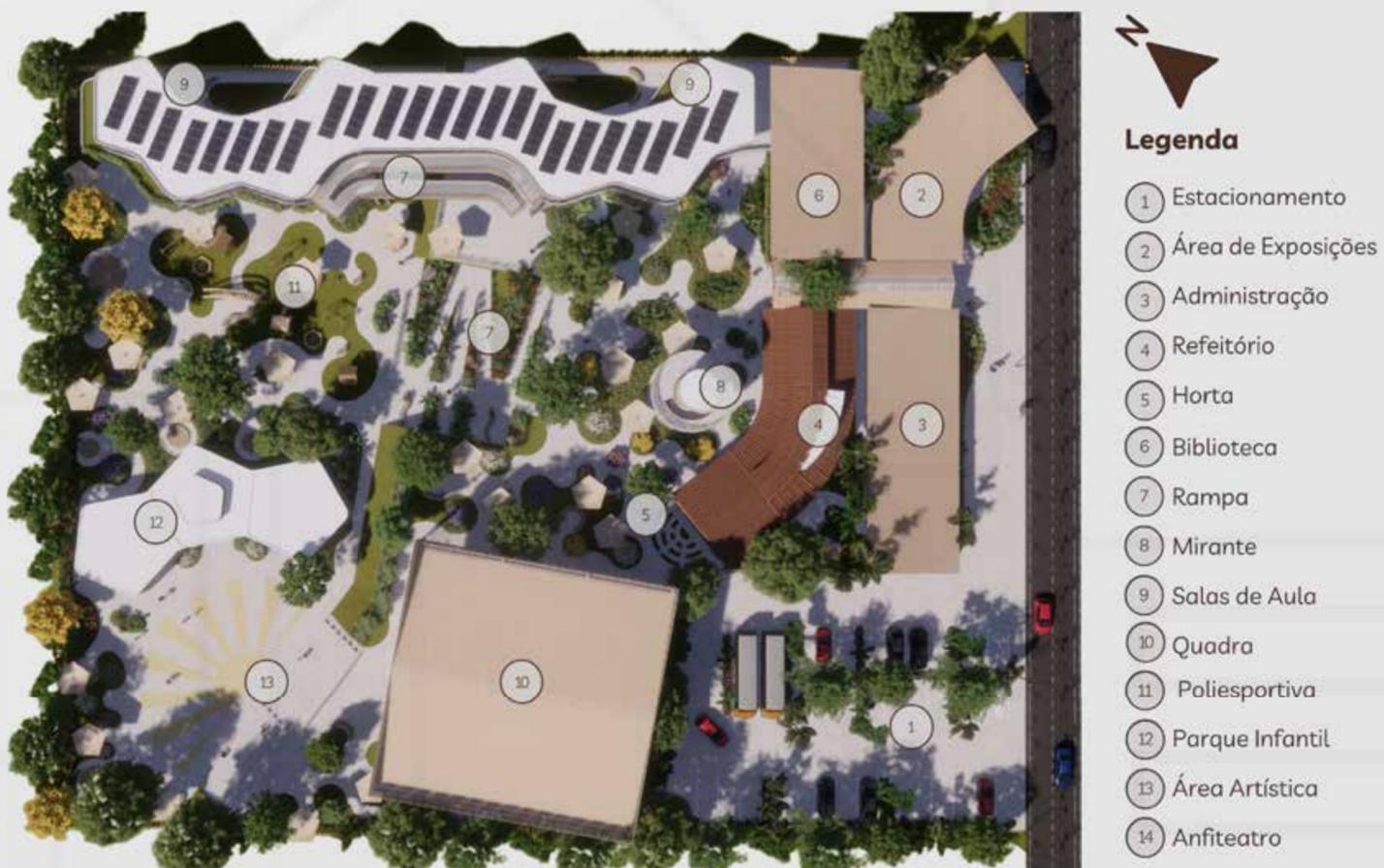
Elaborado a partir das análises feitas no decorrer de todas as pesquisas realizadas acerca do tema, surge a proposta de trazer o espaço de convivência como nicho central da edificação, sendo o principal encontro de fluxos, e com isso garantindo uma maior interação entre a comunidade escolar. Desse modo, os diversos setores da escola se ramificam, respeitando suas particularidades.

Imagem 08: Fluxograma



Fonte: Acervo Pessoal

Imagem 09: Setorização



Fonte: Acervo Pessoal

## 7. CAMINHOS E PAISAGISMO

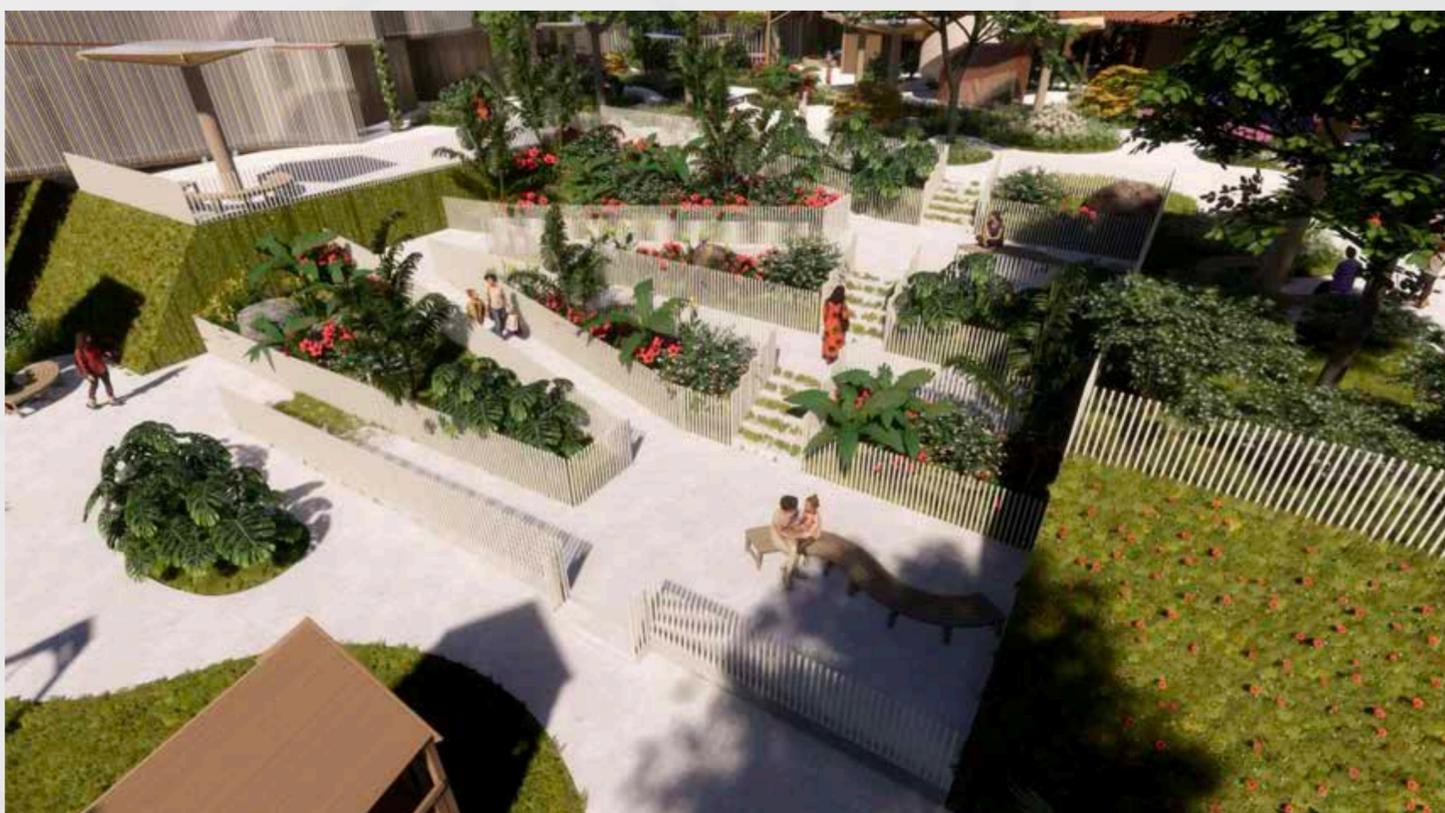
Os caminhos da escola ligam de maneira organizada e fluida todos os espaços, proporcionando uma maior imersão na natureza. Utilizando em seu paisagismo a vegetação típica da cidade, como jasmim manga, primavera e plumeria, os caminhos trazem cor e ludicidade ao ambiente, promovendo o bem-estar físico e emocional dos alunos.

Imagem 10: Parque Infantil



Fonte: Acervo Pessoal

Imagem 11: Rampa



Fonte: Acervo Pessoal

A proposta também inclui o uso de captadores de água pluvial para irrigação dos jardins, demonstrando um compromisso com a sustentabilidade. Esse sistema conserva recursos hídricos e serve como ferramenta educativa, ensinando às crianças a importância da preservação ambiental. Com esses elementos, a escola oferece um espaço inspirador e ecológico que apoia o crescimento e o aprendizado de maneira harmoniosa.

Imagem 12: Caminhos



Fonte: Acervo Pessoal

## 8. SALA DE AULA

A sala de aula segue os princípios da Pedagogia Waldorf, proporcionando um ambiente acolhedor e inspirador para o desenvolvimento da criança. Com piso e forro de madeira, armários com trama de palha e mobiliário lúdico, o espaço promove a conexão com a natureza e estimula a criatividade.

Imagem 13: Sala de Aula



Fonte: Acervo Pessoal

A paleta de cores utilizada no interior do anexo foi inspirada nos tons naturais dos materiais e nos elementos presentes na natureza, o que contribui para uma atmosfera agradável, promovendo um clima saudável e confortável para os estudantes desenvolverem tanto as atividades acadêmicas quanto as criativas.

Imagem 14: Sala de Aula



Fonte: Acervo Pessoal

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos acerca da Pedagogia Waldorf e seus benefícios aplicados ao cenário atual da educação, é possível compreender as vantagens que um ensino humanizado e de qualidade pode trazer para o desenvolvimento social e intelectual da criança.

Através da adesão de ambientes acolhedores e comunitários, que estreitam relações entre o corpo docente, os alunos e a comunidade, o projeto visa trazer visibilidade ao debate a respeito das condições atuais do mapa da evasão escolar na cidade de Salvador e da acessibilidade à arte e cultura, que é tão negligenciada nos bairros mais deslocados do centro da cidade.

Destaca-se, assim, a importância aderir um espaço social que devolva esse direito para uma região descentralizada da cidade, para que seja possível estimular seu pensamento crítico e político, por meio da ênfase nas artes, do aprendizado baseado na experiência prática, dando maior repertório para se inserir em debates.

Sendo assim, oferecer uma nova modalidade de ensino de forma acessível e inclusiva é o objetivo primário do presente trabalho, que tem como proposta uma Escola Waldorf que vá do ensino infantil ao fundamental I, na cidade de Salvador-BA.

## 10. REFERÊNCIAS

APAE, Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais. Habilidades Socioafetivas Ajudam no Desenvolvimento Emocional e Comportamental nas Crianças. Disponível em: <https://apaecuritiba.org.br/habilidades-socioafetivas-para-criancas/>. Acesso em: 17 de mar de 2023.

BLÜMEL, Patrícia. Arquitetura escolar e sua influência na qualidade de ensino. 2017. Disponível em: <https://habitusbrasil.com/arquitetura-escolar-qualidadede-ensino>. Acesso em: 05 mar. 2023.

BRASIL. Lei Federal N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1990.

BRASIL, Ministério Da Educação. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Direito e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2018.

BRASIL, Ministério Da Educação. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2018.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR. Instrução Técnica nº 11/2016: Saídas de emergência. Bahia, 2016.

EVASÃO escolar de crianças e adolescentes aumenta 171% na pandemia. G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2021/12/02/evasao-escolar-de-criancas-e-adolescente-aumenta-171percent-na-pandemia-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 10 jun. 2023.

FEWB, Federação das Escolas Waldorf no Brasil. Dados. Disponível em: <https://www.fewb.org.br/dados.html>. Acesso em: 04 mar. 2023.

FEWB, Federação das Escolas Waldorf no Brasil. Histórico da Escola Waldorf no Brasil. Disponível em: [https://www.fewb.org.br/pw\\_brasil.html](https://www.fewb.org.br/pw_brasil.html). Acesso em: 04 mar. 2023

FEWB, Federação das Escolas Waldorf no Brasil. Histórico no Mundo. Disponível em: [https://www.fewb.org.br/pw\\_fontes\\_historicas.html](https://www.fewb.org.br/pw_fontes_historicas.html). Acesso em: 04 mar. 2023.

FEWB, Federação das Escolas Waldorf no Brasil. Territórios. Disponível em: <https://www.fewb.org.br/territorios.html>. Acesso em: 04 mar. 2023.

GHIRALDELLI, JR. Paulo. O que é a pedagogia. São Paulo: Editora Brasiliense, 2006.

IMAI, C.; OLIVEIRA, T. R. S. C. Parâmetros de Projeto para Escolas Waldorf. Arquitetura Revista, Londrina, v. 17, n. 1, p. 111-133, jan./jun. 2021.

INSTITUTO RUTH SALLES. A Pedagogia Waldorf na Rede Pública. Disponível em: <https://institutoruthsalles.com.br/pedagogia-waldorf-na-rede-publica/>. Acesso em 05 mar. 2023.

INSTITUTO RUDOLF STEINER Arquitetura Antroposófica. Disponível em: <http://institutorudolfsteiner.org.br/antroposofia/arquitetura-antroposofica/>. Acesso em: 17 de mar de 2023.

KAHNEMAN, Daniel. Rápido e Devagar: Duas Formas de Pensar. Rio de Janeiro, Objetiva. 2012.

LANZ, Rudolf. A pedagogia Waldorf: Um caminho para um ensino mais humano. São Paulo: SUMMUS, 1979.

MAPA da exclusão escolar em Salvador. Unicef.org. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/relatorios/plataforma-dos-centros-urbanos>. Acesso em: 10 jun. 2023.

PORTOBELLO, Archtrends. Arquitetura Antroposófica: União das Artes Plásticas em Edificações, 2018. Disponível em: <https://blog.archtrends.com/arquitetura-antroposofica/>. Acesso em: 17 mar. 2023.

RIBEIRO, S. L. Espaço escolar: um elemento (in)visível no currículo. Sitientibus, Feira de Santana, n. 31, p. 103-118, jul./dez. 2004.

RITO, Marcelo. Enem sem pressão! Escolas apostam em abordagem diferente. Entrevista concedida a M. Rosa e V. Matsumoto. Terra, 2015. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/enem-escolas-deixam-pressao-de-lado-na-hora-do-exame,500962744fac6c21d2f2294d8b38df21yenyumxq.html>. Acesso em 6 mar. 2023.

SCHEIB, L. Pedagogia. In: OLIVEIRA, D.A.; DUARTE, A.M.C.; VIEIRA, L.M.F. DICIONÁRIO: trabalho, profissão e condição docente. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010. CDROM

SETZER, Valdemar. Histórico no mundo. Sociedade Antroposófica no Brasil. Disponível em: <https://www.sab.org.br/antroposofia/historico-no-mundo>. Acesso em: 17 de mar de 2023.

# OPENMAPS: Uso de Dashboards como Mecanismo para Tomada de Decisão de Negócios Imobiliários de Salvador

**Aluna:** Lívia Aguiar Oliveira Andrade  
**Orientador:** Reymard Savio Sampaio de Melo  
**Curso:** Engenharia Civil  
**Instituição:** UFBA - Universidade Federal da Bahia

## RESUMO

A compreensão do comportamento do mercado imobiliário é essencial para a tomada de decisões e obtenção de vantagens competitivas sobre os concorrentes. Diante deste cenário, as empresas optam por ferramentas de inteligência de mercado para obter informações que auxiliem no processo decisório e aumentem a probabilidade do sucesso. Entre essas ferramentas, destaca-se o Geomarketing, que através do uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG) resulta na elaboração de mapas digitais baseados em um banco de dados utilizado para a compreensão do espaço e de seus consumidores. No entanto, observa-se que o emprego de sistemas de Geomarketing na fase de incorporação imobiliária por parte das empresas baianas ainda não é uma realidade. Isso ocorre devido à fragmentação do processo, à dispersão das informações e à ausência de uma plataforma integrada, o que reduz a agilidade na tomada de decisões. Frente a isso, este artigo propõe o desenvolvimento de um painel iterativo para apoio à tomada de decisão de negócios imobiliários em Salvador. O método de pesquisa utilizado foi o estudo exploratório, no bairro Caminho das Árvores. Utilizando planilha eletrônica e uma ferramenta de Business Intelligence, foram mapeados, coletados e tratados dados imobiliários, resultando em um dashboard interativo para visualização clara e objetiva dos resultados. Essa análise visa implementar um sistema de apoio para o mapeamento de diretrizes relacionadas aos potenciais produtos imobiliários a serem comercializados, compreendendo as necessidades e anseios dos futuros clientes.

**Palavras-chaves:** Georreferenciamento, visão, cliente, eficiência, assertividade.

# 1. INTRODUÇÃO

O mercado imobiliário desempenha um papel fundamental no desenvolvimento urbano das cidades, promovendo melhorias na qualidade de vida da população. Paralelamente, o cenário empresarial está imerso em uma era de transformação digital, na qual a adaptação tecnológica tornou-se essencial para a manutenção da competitividade e valorização de mercado. Nesse contexto, a disponibilidade e o rápido compartilhamento da informação impulsionam a inovação em diversas áreas do conhecimento, com a informação como base para a geração de inteligência voltada ao progresso.

Na tomada de decisões, a fundamentação teórica é essencial para o desenvolvimento de novas diretrizes e a busca por uma linha de estudos inovadora. Surge então a metodologia do Geomarketing, que combina conhecimentos de marketing com modelagem estatística para impulsionar a expansão e o faturamento das empresas por meio da análise de dados de localização (GEOFUSION, 2023).

Alinhado à metodologia de inteligência geográfica de mercado, o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita o geoprocessamento de informações e a distribuição de bancos de dados no espaço geográfico, gerando mapas com uma variedade de aplicações adaptadas às necessidades dos usuários.

Em análise aos comportamentos das incorporadoras no processo decisório de novos empreendimentos, nota-se suas justificativas pautadas na intuição e experiência acumulada ao longo do tempo, em vez de se apoiarem em dados concretos. Essa abordagem, embora possa parecer intuitiva, muitas vezes resulta em decisões subjetivas e propensas a erros. Como destacado por Peter Drucker, "O que você mede, melhora". Isso ressalta a importância de utilizar dados quantitativos e análises objetivas para embasar as decisões, em vez de depender exclusivamente de intuições pessoais. No entanto, é comum que as incorporadoras subestimem a relevância do uso de dados e, conseqüentemente, não destinem recursos financeiros e esforços suficientes para sua coleta, análise e aplicação. Esse descaso pode levar a uma subutilização dos benefícios que uma abordagem baseada em dados pode oferecer, além de uma frustração em relação aos resultados dos seus lançamentos imobiliários.

Nesse contexto, nota-se que no mercado imobiliário baiano esse comportamento não é diferente. A baixa adoção de tecnologias avançadas e o aprofundamento nos produtos e áreas de atuação são desafios adicionais. Essa realidade resulta em um mercado menos dinâmico em comparação com outros estados da região do país, que se destacam pela quantidade de metro quadrado lançado pelas incorporadoras locais, com exceção de São Paulo. Além disso, é notório a falta de interesse por parte das empresas responsáveis pelo desenvolvimento e disponibilização de banco de dados relacionados a esse mercado, que não direcionam sua atenção a essas praças, por não as considerarem potenciais para tal investimento. Isso, por sua vez, restringe ainda mais o acesso a informações o que adicionalmente restringe ainda mais o acesso.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Kotler (1999, p.7), marketing significa "administrar mercados para chegar as trocas, com o propósito de satisfazer as necessidades e desejos do homem". Por sua vez, o marketing também é descrito como uma disciplina comportamental que explica os vínculos transacionais ocorridos em um determinado contexto geográfico entre diferentes grupos e indivíduos, garantindo que todas as partes envolvidas tenham suas necessidades atendidas (CHASCO, 2003).

De acordo Boudot (1999), à medida que os computadores se tornam cada vez mais capazes e acessíveis, além da alta capacidade de armazenamento de informações georreferenciadas, surge o Geomarketing. Este conceito, que se situa na interação entre a geografia e o marketing, abrange uma ampla quantidade de disciplinas, incluindo informática, estatística, cartografia, urbanismo e economia.

O geomarketing é um sistema integrado por dados, programas informáticos de tratamento, métodos estatísticos e representações gráficas, destinados a produzir informações úteis aos tomadores de decisões econômicas. Ele utiliza instrumentos ilustrativos que combinam a cartografia digital, gráficos e tabelas. Os principais instrumentos desse campo são o SIG e a mineração de dados (data-mining), conforme descrito por Boudot (1999). Esse conceito consiste em um método que se baseia no conhecimento do potencial de uma determinada região para embasar decisões estratégicas de organizações. Ele envolve a manipulação e combinação de dados geográficos, demográficos, sociológicos e econômicos para obter informações sobre o público-alvo e suas potencialidades dentro do ambiente geográfico.

A interpretação da cartografia com uso de tecnologia possibilita uma nova visão sobre o negócio, a qual transmite a informação de maneira clara e objetiva, tornando o processo de análise de dados mais rápida comparada aos relatórios e tabelas, atribui assim ao sistema de informação geográfica uma representação mais lúdica, onde é possível mesclar a criatividade com a transmissão da informação em mapas temáticos.

Ademais, com o uso do SIG, nota-se a seleção locais mais apropriados para os devidos fins, no planejamento das possíveis respostas às mudanças nos cenários corporativos, na facilidade de disseminação e assimilação de informações na empresa através de técnicas inovadoras de visualização gráfica.

Mapas construídos com a tecnologia espacial possibilita inúmeras interações e apresentação dos dados. Portanto, um aspecto de relevância consiste na forma a qual são adotados os parâmetros e indicadores do banco de dados, visto para fins de interpretação, a veracidade dos dados é indispensável para uma análise pretendida (ROCHA, 2000).

Por sua vez, para a geração de conhecimento a partir de dados acumulado, é necessário estruturar o conhecimento dos bancos de dados corporativos, através do reconhecimento de padrões, aprendizado automático, métodos estatísticos, dentre outros. Entre as técnicas de mineração de dados empregadas, o Business Intelligence proporciona uma visão abrangente dos dados de uma organização, combinando análises empresariais, bem como ferramentas e infraestrutura que oportunizam mudanças positivas ao negócio.

Para desenvolver projetos de Business Intelligence, é fundamental optar por uma ferramenta apropriada, e uma das soluções mais utilizadas disponíveis no mercado, é o Power BI. Trata-se de um software de análise de dados, o qual emprega recursos visuais avançados como ferramenta de visualização e integração, utilizando técnicas e conceitos que visam coletar e correlacionar dados, transformando-os em informações úteis.

A interação entre diversas formas de visualização quantitativas oferecidas pelo Power Bi são ferramentas fundamentais para ampliar e aprofundar o nível da análise de dados. Em destaque, para esse estudo, por possibilitar aos profissionais do mercado imobiliário combinarem dados demográficos, econômicos e geoespaciais para obter de forma mais abrangente informações que possibilitaram identificar áreas de investimento, determinação de preços competitivos, além da compreensão do comportamento dos clientes. Portanto, está combinação potencializa a capacidade de análise a eficácia das estratégias de negócios no setor imobiliário.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa adotada denomina-se estudo de caso, a qual tem caráter exploratório e quantitativo. Cujo objetivo consiste em combinar princípios das estratégias do mercado imobiliário com a criação de soluções práticas e eficazes. Isso é alcançado por meio do uso de um planejamento cauteloso e de uma seleção criteriosa de etapas para validar a confiabilidade dos resultados (YIN, 2001). O ciclo de pesquisa incluiu etapas de identificação de necessidades e objetivos a se desenvolver (Etapa 01 – Estado de Conhecimento), levantamento de dados (Etapa 02 – Coleta de Dados), tratamento de dados (Etapa 03 – Tratamento de Dados), desenvolvimento (Etapa 04 – Desenvolvimento do OPENMAPS) e avaliação do funcionamento dos dashboards (Etapa 05 – Avaliação de Funcionalidade do OPENMAPS).

Etapa 01 – Estado de Conhecimento: Foi realizada uma revisão em literaturas que abrangem temática da aplicabilidade do Geomarketing no mercado imobiliário no processo de incorporação de novos empreendimentos. Esta análise possibilitou identificar as estratégias adotadas pelas incorporadoras, a escassez de dados nas análises e os pontos do processo que podem ser automatizados e melhorados. O enfoque no bairro Caminho das Árvores é justificado pela sua crescente relevância como área de interesse para as incorporadoras locais. Dessa forma, os resultados obtidos permitirão justificar essa tendência observada. Essas considerações foram levadas em consideração na etapa 02, influenciando as decisões sobre a fonte dos dados necessários, e na fase 03, orientando a busca por uma estrutura de visualização dos dashboards que seja clara e objetiva.

Etapa 02 – Coleta de Dados: Com base no mapeamento realizado na Etapa 01, foi elencado os processos essenciais para compreender sobre o comportamento e carências da região e perfil dos clientes. Sendo estes organizados em estrutura lógica para facilitar a identificação de onde encontrá-los. A obtenção destes dados pode advir de variadas fontes, incluindo órgãos governamentais, instituições financeiras, como também por empresas voltadas para essa coleta ou pesquisa desenvolvida internamente.

<b>Tipo de Dados</b>	<b>Informações Coletadas</b>	<b>Fonte de Evidência</b>
Censitário	Idade, Renda, Tipo de Moradia, etc	IBGE
Serviços Gerais	Hospitais, Comerciais, Farmácias, etc	Google Maps
Mercado Primario	Informações Gerais de Venda	Pesquisa Interna
Parâmetros Ocupacionais	Índices Urbanísticos	Prefeitura Municipal de Salvador

Etapa 03 – Tratamento de Dados: Com uma base de dados preenchidos, foi necessário a realização do tratamento destes, a exemplo da validação do preenchimento dos campos necessários, realizando de uma limpeza quanto a duplicidades existentes ou espaços vazios, adequar sua formatação para facilitar as iterações no Power BI, possibilitando assim a certificação sobre as informações pertencentes em planilha, como modo de facilitar a sua geocodificação no processo de elaboração dos dashboards.

Etapa 04 – Desenvolvimento OPENMAPS: No processo de elaboração do dashboard utilizando o software Power BI, iniciou-se com a importação do banco de dados desenvolvido nas etapas 02 e 03. Em seguida, foi procedido com a formatação visual do mapa, buscando tornar a interpretação das informações mais atrativa e dinâmica para o usuário. Isso envolveu a definição de camadas, cores, títulos, legendas e efeitos visuais. Destaca-se que, mesmo diante da necessidade de utilizar mais de uma planilha com informações sobre um mesmo local, o software possibilitou a integração entre elas. Essa integração permitiu estabelecer hierarquias, vínculos, somas e adições conforme necessário para o sistema interpretar e apresentar os dados desejados sobre as coordenadas no mapa.

Etapa 05 – Avaliação de Funcionalidade do OPENMAPS: Para concluir o desenvolvimento do dashboards, será preciso a realização do teste das funcionalidades do mapa iterativo, a fim de garantir seu funcionamento conforme o planejado. Nesse sentido, será proposto às empresas imobiliárias de Salvador a avaliação das funcionalidades do mapa iterativo. O objetivo é permitir que elas indiquem se as funcionalidades atendem às suas necessidades específicas e sugiram melhorias nos processos para enriquecimento das futuras análises. Nesse sentido, será necessário garantir que as iterações sejam intuitivas e que os filtros reproduzam os resultados imputados de forma precisa, assegurando assim a transmissão clara e verídica das informações.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CONTEUDO E LAYOUT DASHBOARDS

No estágio presente, o desenvolvimento dos dashboards encontra-se em fase avançada de conclusão. Neste contexto, com o propósito de demonstrar sua aplicabilidade, procederemos à exposição dos resultados dos layouts concebidos para a apresentação dos dados, com a finalidade de validar a pesquisa em curso.

#### 4.1.1 DADOS CENSITÁRIOS | IBGE

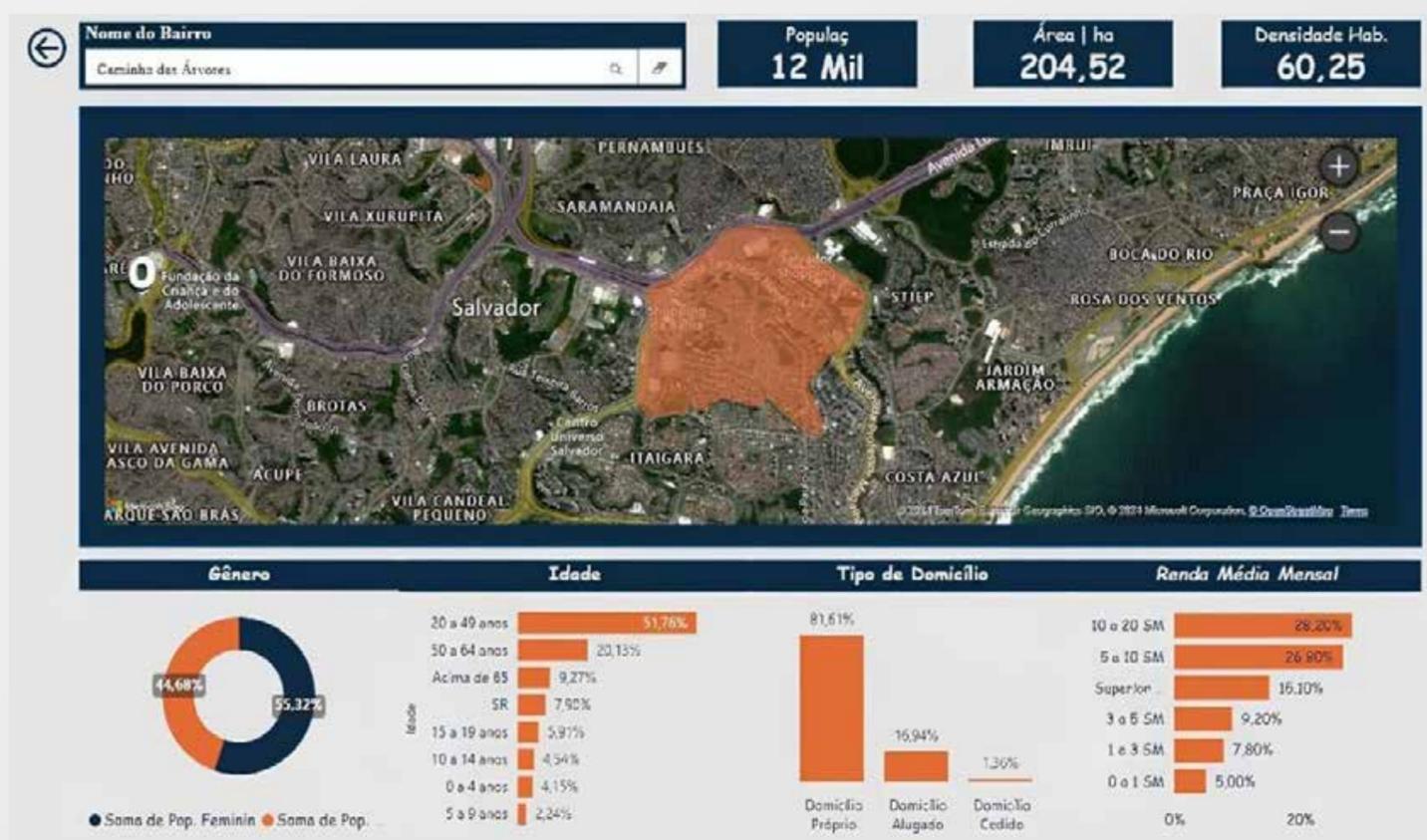


Imagem 01 - Dashboard: Dados Censitários

Compreender o perfil demográfico e socioeconômico dos moradores de uma determinada região permite as incorporadoras imobiliárias adequarem seus produtos e estratégias de comercialização de modo a atender de forma mais eficiente às demandas e preferências específicas desse público-alvo, potencializando, assim, as chances de êxito do empreendimento.

Conforme dashboard apresentado, é possível concluir que o perfil dos residentes no bairro Caminho das Árvores reflete uma região consolidada e densamente povoada. Este perfil é caracterizado por uma população adulta predominantemente compreendida entre 20 e 49 anos, com uma tendência de ascensão na renda familiar. Além disso, a maioria dos residentes já possui sua própria residência. Nesse contexto, torna-se essencial compreender os diferenciais necessários para despertar o interesse desse público em adquirir um novo imóvel.

## 4.1.2 SERVIÇOS GERAIS | BAIRRO

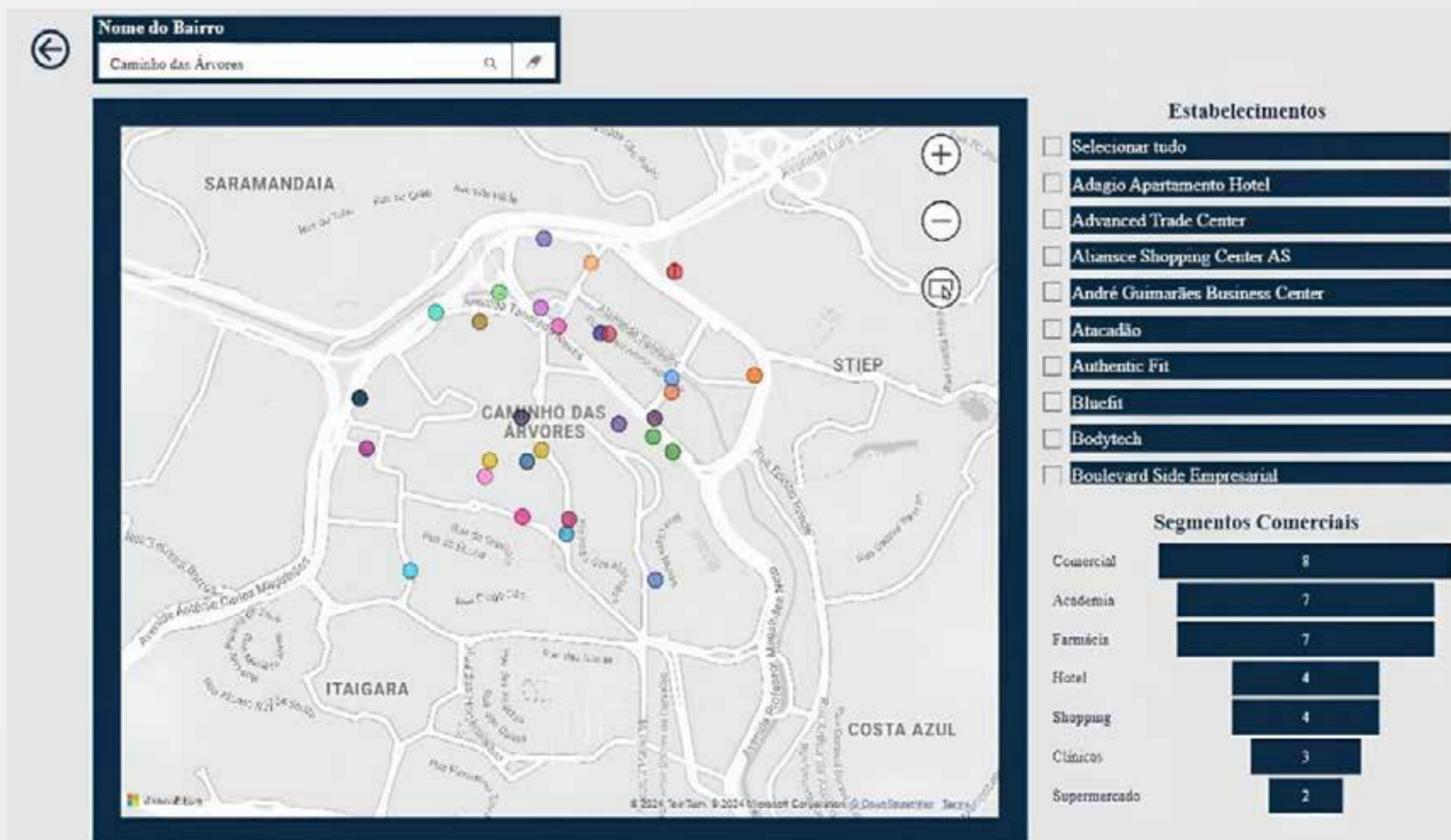


Imagem 02 - Dashboard: Serviços Gerais Bairro

A análise dos serviços gerais é crucial na implantação de empreendimentos, abrangendo aspectos financeiros, operacionais e de satisfação do cliente. Avaliando esses serviços, é possível estimar o conforto oferecido aos clientes em termos de praticidade e otimização de tempo, considerando a presença de mercados, hospitais, escolas, farmácias, comércios, postos de gasolina, pontos de ônibus e afins. A qualidade e a disponibilidade desses serviços também garantem maior segurança à área. Investir em áreas com boa estrutura de serviços gerais melhora a experiência do cliente e valoriza o empreendimento ao longo do tempo, aumentando seu potencial de retorno sobre o investimento. Portanto, essa análise é essencial para garantir o sucesso e a sustentabilidade dos empreendimentos, proporcionando ambientes atrativos, seguros e eficientes que atendam às expectativas dos clientes e usuários.

Observa-se que o Caminho das Árvores apresenta uma significativa presença dos principais serviços essenciais, tais como redes de farmácias, hospitais, supermercados e comércios locais, além de academias. Essa variedade de serviços contribui para a caracterização do bairro como um centro autossuficiente, proporcionando conforto aos seus residentes devido à proximidade e facilidade de acesso a esses recursos.

### 4.1.3 ZONAS DE USO E PARAMETROS DE OCUPAÇÃO

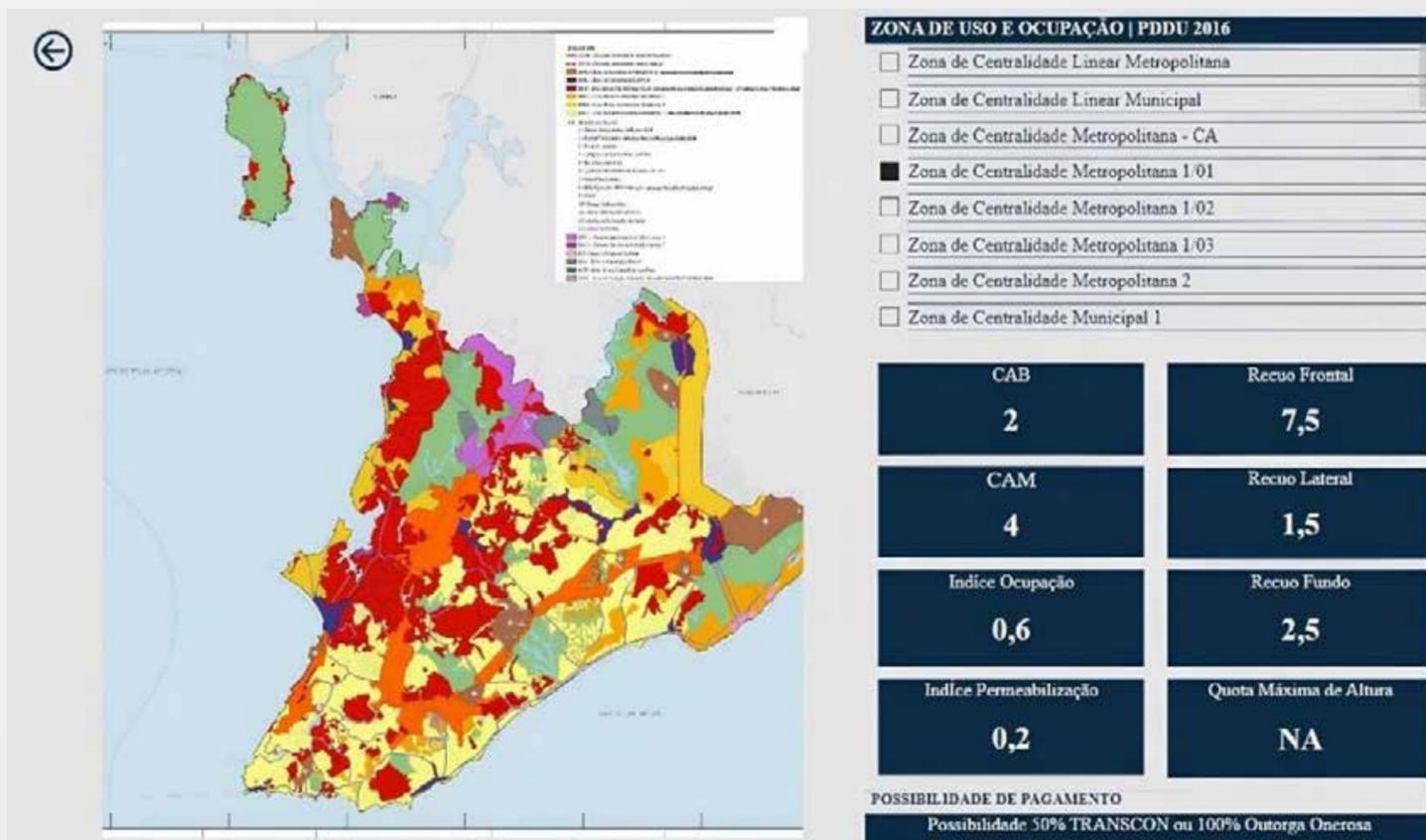


Imagem 03 - Dashboard: Zonas de Uso e Parâmetros de Ocupação

No processo de prospecção de novos terrenos ou na projeção de um novo empreendimento, é imprescindível compreender as restrições legislativas da região em análise. Essa compreensão não apenas orienta quanto ao uso potencial do terreno e características do empreendimento, mas também amplia as possibilidades para a exploração dos incentivos e benefícios oferecidos pela prefeitura, no caso do Municipal de Salvador, o pagamento do TRANSCON/Outorga Onerosa com objetivo de potencializar a capacidade construtiva. Portanto, o domínio legislativo pode ser um incentivo para identificar oportunidades e elaborar estratégias que agreguem valor ao projeto.

Em análise legislativa, a Lei de Uso e Ordenamento do Solo atualizada pela Prefeitura Municipal de Salvador, a região do Caminho das Árvores sofreu alterações significativas, possibilitando um incremento no potencial construtivo em vastas áreas do bairro. Como resultado, a região se tornou uma opção atrativa para investimentos na aquisição de novos empreendimentos, impulsionada por estes incentivos legislativos. Entretanto, é crucial salientar que tais conclusões não são prontamente identificáveis no painel de controle atual, devido parâmetros apresentados terem objetivo de identificar os parâmetros mais atuais do terreno e não o seu histórico de modificações.

## 4.1.4 MERCADO PRIMÁRIO | ABRIL 2024



Imagem 04 - Dashboard: Mercado Primário – Abril 2024

Compreender os lançamentos imobiliários e a oferta disponível no mercado é essencial para tomar decisões estratégicas que priorizem as demandas dos clientes. Isso implica analisar o mercado local, identificar lacunas na oferta e compreender as preferências dos potenciais compradores. Além disso, entender a aceitação do mercado em relação aos empreendimentos já consolidados na região e identificar o momento adequado para o lançamento são fundamentais para evitar a geração de estoque ou a desvalorização do produto. Ao oferecer uma diversidade de produtos alinhado às necessidades do mercado, os empresários podem maximizar suas chances de sucesso e atender de forma eficaz às demandas dos clientes.

Com base na análise de dados realizada, constatou-se que os últimos lançamentos imobiliários têm atendido a um público de alto padrão, caracterizado por uma diversidade de perfis familiares, que vão desde famílias pequenas até grandes núcleos familiares. O principal critério utilizado para a definição dos produtos lançados é a área dos terrenos disponíveis para edificação. Este critério é essencial devido à predominância de terrenos de dimensões reduzidas no mercado. Conseqüentemente, observa-se uma concentração na oferta de tipologias de unidades com áreas menores nos empreendimentos. Entretanto, é notável a adesão consistente do mercado à aquisição desses empreendimentos, independentemente da tipologia oferecida.

Com base nos dados expostos, foi possível realizar uma análise preliminar do mercado imobiliário na região do Caminho das Árvores. A clareza e objetividade dessa visualização permitiram identificar as tendências no bairro e sua relação com os dados geográficos, destacando a importância inquestionável do uso de dados. Além disso, a concentração das informações em um único ambiente possibilita uma economia significativa de tempo e esforços para os incorporadores na identificação da região mais adequada. A partir desse embasamento, torna-se viável estabelecer estratégias de desenvolvimento imobiliário mais precisas, alinhadas às demandas e oportunidades do mercado. Dessa forma, é possível maximizar o potencial de sucesso do empreendimento, garantindo uma abordagem estratégica e fundamentada nas informações disponíveis.

Não obstante, é crucial ressaltar que tais dados representam apenas uma análise introdutória. Para a efetiva concretização de um empreendimento, torna-se essencial complementar essa análise com uma pesquisa de mercado mais direcionada ao produto em questão, levando em consideração os detalhes específicos do público-alvo e das características do empreendimento em si.

## 5. CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS

Com a implementação do dashboard proposto, almeja-se impulsionar o desenvolvimento da economia imobiliária na capital baiana, incentivando as empresas do setor a tomarem decisões mais seguras em seus lançamentos. Isso será alcançado por meio da utilização de inteligência de mercado, fornecendo às incorporadoras informações estatísticas claras e iterativas sobre o comportamento da região, suas necessidades e carências, bem como também análises da concorrência.

É crucial destacar que a interpretação dos dados ocorrerá com base na interpretação de cada usuário, garantindo que as decisões adotadas para novos empreendimentos sejam equilibradas e distintas, as quais não conduzam o mercado a um único cenário. Isso evitará desequilíbrios nos lançamentos, reduzindo o risco de excesso de estoque e desvalorização dos produtos imobiliários. Dessa forma, espera-se que as empresas possam aumentar o volume e a assertividade de seus produtos, proporcionando maior satisfação aos clientes e impulsionando o crescimento econômico do setor imobiliário na Bahia.

Embora o objetivo inicial do projeto em questão esteja em processo de conclusão, já é possível a identificação de possíveis limitações existentes no estudo, as quais necessitarão serem aprofundadas, tornado tal temática um potencial para pesquisas futuras. Em destaque, a atualização do banco de dados, é reconhecida como um desafio significativo a ser enfrentado. Como sugestão, expõe-se a implementação e aprimoramento de um programa de benefícios que englobe e mobilize a colaboração de todos os interessados no mercado imobiliário de Salvador. Nesse contexto, estabelecer parcerias estratégicas com corretores, incorporadoras e empresas juniores, responsáveis por alimentar as fontes de dados em troca de acesso privilegiado às informações, pode ser uma abordagem eficaz. Essa perspectiva de colaboração contínua e aprofundamento do processo de obtenção de informações oferece um horizonte promissor para a evolução e expansão do uso de dashboards no setor imobiliário. Isso não apenas contribui para a tomada de decisões mais embasadas, mas também aprimora a eficiência e eficácia das estratégias de desenvolvimento de empreendimentos.

## REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOUDOT, Jean-David. Geomarketing. Documento institucional. Ecole Nationale des Sciences Geographiques, Marne-La-Vallée, França, 1999. Disponível em: <<http://www.ensg.ign.fr/>>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

CHASCO, C. Econometria espacial aplicada à extrapolação de previsão de dados microterritoriais. Madri, 2003.

CHASCO, Coro. El geomarketing y la distribución comercial. Investigación y marketing, Madrid, Espanha, n. 79, p. 6-13, 2003. Disponível em: <<http://www.aedemo.es/revistas/pagina.asp?revista=79&articulo=1>>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

Drucker, P. O que você mede, melhora. Harvard Business Review Brasil, São Paulo, v. 84, n. 7/8, p. 34-37, jul./ago. 2006.

Geofusion. O que é geomarketing?. Disponível em: <<https://blog.geofusion.com.br/blog/o-que-e-geomarketing#:~:text=Este%20%C3%A9%20um%20conceito%20criado,da%20concorr%C3%Aancia%20e%20assim%20vai.\>>. Acesso em: 01 de maio de 2024.

Google Maps Salvador. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Salvador+-+BA/@-12.8754442,-3838.5017983,11z/data=!3m1!4b!4m6!3m5!1s0x716037ca23ca5b3:0x1b9fc7912c226698!8m2!3d-12.9777334!4d-38.501648!16zL20vMDI3d2xq?entry=ttu>>. Acesso em 23 de abril de 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Salvador. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/salvador.html>>. Acesso em: 20 de abril de 2024.

ROCHA, R.L. Um método de escolha automática de soluções usando tecnologia adaptativa. Tese de Doutorado, EPUSP, São Paulo, 2000.

Prefeitura Salvador, Secretaria de Desenvolvimento Urbano, SEDUR PDDU 2016. Disponível em: <<https://sedur.salvador.ba.gov.br/pddu-2016>>. Acesso em: 30 de abril de 2024.

KOTLER, Philip. Marketing para o século XXI: como criar, conquistar e dominar mercados. São Paulo: Futura, 1999.

YIN, R. K. Estudo de Caso, Planejamento e Métodos, 2. ed, Porto Alegre: Booksman, 2000.

# Sistema de Medição de Maturidade para Transformação Digital na Fase de Construção Sob uma Perspectiva Sociotécnica

**Aluna: Luara Lopes de Araujo Fernandes**

**Orientadora: Dayana Bastos Costa**

**Curso: Doutorado em Engenharia Civil**

**Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia**

## RESUMO

A indústria da construção civil tem enfrentado dificuldades para aproveitar as oportunidades oferecidas pelas tecnologias digitais, avanços na gestão de dados e progressos de outras revoluções industriais. Além disso, tem sido observado que a simples adoção de inovações digitais, sem uma implementação adequada, integração na rotina de trabalho e alinhamento com as estratégias empresariais, não é suficiente para promover uma transformação digital efetiva. Nesse sentido, para obter vantagens competitivas, é crucial a compreensão de como os processos de negócios em transformação devem ser gerenciados e medidos, utilizando ferramentas como modelos e indicadores de maturidade. Diante do exposto, esse trabalho propõe um Sistema de Medição de Maturidade (SMM) para transformação digital na fase de construção sob uma perspectiva sociotécnica. A ferramenta proposta mede a maturidade da obra com base em 15 indicadores e 75 critérios de medição. A estratégia de pesquisa adotada é a Design Science Research e o estudo foi desenvolvido em cinco etapas principais: (a) Conscientização, (b) Sugestão, (c) Desenvolvimento, (d) Avaliação e (e) Conclusão. Do ponto de vista teórico, esta pesquisa contribuiu para uma análise aprofundada de como a indústria da construção civil pode se posicionar no caminho da Transformação Digital (TD). Do ponto de vista prático, esta pesquisa estabelece um sistema de medição baseado em indicadores de maturidade para permitir que as construtoras se posicionem, definam rumos futuros, identifiquem metas e proponham mudanças no processo de TD.

**Palavras-chaves:** Transformação digital. Construção Civil. Medição de maturidade. Ambiente Inteligente de Construção. Sistemas sociotécnicos complexos.

# 1. INTRODUÇÃO

Diferentemente de outros setores industriais, a indústria da construção tem tido dificuldade para tirar proveito das oportunidades oferecidas pela tecnologia e pelos avanços na gestão de dados (Sawhney al., 2020) e progressos de outras revoluções industriais. Assim, a implementação de recursos e conceitos das Indústrias 4.0 e 5.0 é ainda mais desafiador para esse setor. Além disso, o desenvolvimento de diversos estudos com foco na implementação de tecnologias na fase de construção (Melo et al., 2017; Álvares et al., 2018; Álvares et al., 2019; Pérez e Costa, 2021; Rey, et al. 2021; Santos et al., 2021; Lima et al., 2023; Staffa et al., 2023; Silveira e Costa, 2023; Peinado et al., 2023; Silva et al., 2023; Araújo et al. 2024) tem mostrado que apenas a adoção dessas inovações digitais, sem uma implementação adequada, inclusão na rotina de trabalho e alinhamento com as estratégias empresariais, é insuficiente para promover transformações efetivas, resultando em uma Transformação Digital (TD) ineficaz. Assim, identificou-se a necessidade de determinar quais aspectos do ambiente construtivo, além da adoção de tecnologias, precisam ser gerenciados para alcançar uma transformação digital bem-sucedida, baseados nos princípios das Indústrias 4.0 e 5.0.

Nesse contexto, o uso de ferramentas que possibilitem a avaliação de maturidade desenvolvidas a partir de uma perspectiva sociotécnica pode apoiar a transformação digital na fase construção, uma vez que permite que as construtoras avaliem seu panorama atual, definam direções futuras, identifiquem metas, realizem benchmarking e implementem mudanças, a partir da identificação de requisitos, níveis e boas práticas necessárias ao processo de transformação digital. Modelos de maturidade são ferramentas de avaliação empregadas para avaliar a competência ou nível de eficácia de um sistema e fornecer soluções a partir da identificação das capacidades necessárias para atingir a eficácia ideal (Adekunle et al., 2022). Dentre as principais vantagens de um modelo de maturidade, destacam-se o aumento da visibilidade das melhores práticas, o apoio no esclarecimento de tarefas, prazos e responsáveis, a facilitação da uniformidade na documentação e aplicação de processos, e a possibilidade de realizar benchmarking entre obras e empresas (Heller e Varney, 2013).

No entanto, existe uma lacuna na literatura de modelos de maturidade voltados para transformação digital na fase de construção. Além disso, não existe registro de ferramentas desenvolvidas para esse fim a partir de uma abordagem sociotécnica. Diante do exposto, o objetivo desse estudo é propor um Sistema de Medição de Maturidade para transformação digital na fase de construção sob uma perspectiva sociotécnica, visando oferecer uma ferramenta para apoiar construtoras nesse processo. Um modelo de maturidade baseado em um sistema de medição é uma abordagem operacionalizável, ou seja, além de apresentar as capacidades para uma eficácia ideal, fornece indicadores e critérios para avaliação de cada uma dessas capacidades (Fernandes e Costa, 2024).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

A transformação digital refere-se a modificações organizacionais, operacionais e culturais em empresas, indústrias, ecossistemas ou organizações, baseadas na integração de técnicas, tecnologias, competências e processos digitais (Shalini e Devi, 2022), sendo guiada pelos princípios da Indústria 4.0 (IR 4.0) em diversos setores industriais. De acordo com Rosin et al. (2019), as tecnologias da IR 4.0 são os meios para implementar os princípios da comunicação, flexibilidade e tempo real. O surgimento da IR 4.0 na indústria da construção (Construção 4.0) abrange diversas tecnologias e conceitos interdisciplinares que permitem a digitização, digitalização, automação e integração do processo de construção em diferentes fases (Oesterreich & Teuteberg, 2016).

Entretanto, Sony e Naik (2020) destacam que as colaborações entre humanos e máquinas devem ser baseadas em uma abordagem sociotécnica. Essa abordagem concentra-se em como a tecnologia deve ser integrada ao sistema de trabalho, em vez de focar apenas na tecnologia em si (Sackey et al., 2015). Além disso, essa abordagem se baseia na observação de que uma implementação de tecnologia bem-sucedida envolve uma compreensão completa do contexto organizacional, incluindo estrutura, trabalho, ambiente, operações e força de trabalho (Sackey et al., 2015). Enquanto a abordagem original (Trist, 1981) descreve um sistema sociotécnico como uma combinação dos subsistemas sociais e técnicos, Vlachos et al. (2021) acrescentam o sistema operacional, uma abordagem mais adequada para ambientes de construção.

Embora o termo Construção 4.0 se refira a aplicação direta do conceito de Indústria 4.0 na construção, o estudo de Fernandes e Costa (2024) apresenta que a TD em ambientes de construção deve ser orientada pelos princípios das Indústrias 4.0 e 5.0. A Indústria 5.0 (IR 5.0) é considerada uma mudança de perspectiva, na qual as tecnologias da Indústria 4.0 são agora projetadas e utilizadas para servir às pessoas e às sociedades, atendendo, de forma sustentável, às necessidades dos trabalhadores, do mercado, da produção e da comunidade (Noueihid e Hamzeh, 2022; Moller et al., 2022). Os princípios da IR 5.0 são centralidade humana, sustentabilidade e resiliência (Breque et al., 2021).

Com base nisso, Fernandes e Costa (2024) apresentaram o conceito de Ambiente Inteligente de Construção como “um ambiente eficiente, resiliente, centrado no ser humano e sustentável, composto por um sistema sociotécnico complexo que utiliza tecnologias digitais como ferramentas para melhoria contínua. Seus elementos interagem dinamicamente para alcançar os seguintes princípios: Capacidade preditiva, Flexibilidade, Virtualização, Resiliência, Centralidade humana, Uso eficiente de tempo e recursos, Transparência, Colaboração, Descentralização, Integração horizontal e vertical, Capacidade de ação em tempo hábil, Gestão sustentável e Interoperabilidade. Este ambiente sociotécnico complexo é composto por três subsistemas (Social, Técnico e Operacional) e seis elementos (Recursos Humanos, Cultura, Tecnologias Digitais, Infraestrutura de Trabalho, Processos Produtivos e Desempenho). Esse conceito foi utilizado como base teórica para o desenvolvimento do Sistema de Medição de Maturidade proposto nesse trabalho.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido no escopo de uma tese de doutorado. O estudo adotou como estratégia de pesquisa a Design Science Research (DSR), um procedimento para produzir construções inovadoras, que se destinam a solucionar problemas enfrentados no mundo real e, com isso, fazer uma contribuição teórica da disciplina em que é aplicada (Lukka, 2003). O problema do mundo real a ser abordado nesta pesquisa é a necessidade de uma compreensão aprofundada de como os ambientes de construção podem ser posicionados no caminho da transformação digital a partir de uma perspectiva sociotécnica. Visando solucionar o problema identificado, este trabalho propõe um Sistema de Medição de Maturidade (ferramenta) para apoiar esse processo. A pesquisa foi conduzida ao longo de 5 etapas e esse artigo tem foco em apresentar a proposição do Sistema de Medição de Maturidade. O delineamento da pesquisa está apresentado na Figura 1, seguido de um breve detalhamento das principais etapas.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



Os dados foram coletados em dois estudos empíricos, E01 e E02. O E01 consistiu em 17 entrevistas com empresas em processo de transformação digital dos setores de construção e manufatura. O E02 envolveu cerca de 60h de coleta de dados in loco em dois canteiros de obra, P01 e P02 localizados em Lauro de Freitas-BA. P01 é um empreendimento residencial de habitação de baixa renda, com área de canteiro de 18.756,35 m<sup>2</sup> e quatro edifícios de dez andares, totalizando 320 unidades. P02 é um empreendimento residencial de médio padrão com área de canteiro de 7.514,84 m<sup>2</sup> e dois edifícios de quatorze andares, totalizando 160 unidades. Os estudos empíricos visaram, a partir da observação prática, entender a transformação digital no contexto da construção e a natureza dinâmica do seu ambiente, seus agentes, desafios, necessidades e interações com as ferramentas digitais. Além disso, de acordo com Fischhoff (2015), para realizar o potencial de seu trabalho, os pesquisadores devem criar parcerias com usuários potenciais para garantir que os resultados obtidos sejam relevantes e compreendidos. Essa troca de conhecimento também é importante para reduzir a lacuna entre as teorias acadêmicas e a prática gerencial. Os resultados específicos dessas primeiras fases do trabalho estão publicados em Fernandes e Costa (2024).

As dimensões de maturidade identificadas nos estudos empíricos foram avaliadas e tiveram pesos atribuídos por meio da aplicação de questionários Delphi. Esta técnica é utilizada para coletar opiniões e alcançar um consenso confiável entre um grupo de especialistas (Cantrill et al., 1996). Na primeira etapa, foram obtidas respostas de 54 especialistas na área de Gestão das Construções, tanto da indústria quanto da academia, enquanto na segunda etapa, houve 37 respondentes. Os participantes eram provenientes do Brasil, Dinamarca, Índia, Chile, Colômbia, Portugal, África do Sul e Estados Unidos. Os resultados da etapa Delphi foram analisados a partir do cálculo do RII (Índice de Importância Relativa) de cada dimensão e os pesos atribuídos foram normalizados pela técnica de Normalização Min-Max. Os detalhes desta etapa foram publicados em Fernandes et al. (2024a) e Fernandes et al. (2024b).

Após essa fase, um protótipo do sistema foi desenvolvido e aprimorado. Parte desse processo ocorreu durante um período de doutorado sanduíche na Universidade de Purdue, nos Estados Unidos. Durante a mobilidade internacional, diversas reuniões com membros acadêmicos internacionais possibilitaram discussões detalhadas e múltiplos ciclos de análise e refinamento do escopo do sistema. Posteriormente, foi realizada uma avaliação final do SMM em um grupo focal com membros da academia. Atualmente, o trabalho encontra-se na fase de planejamento para implementação e informatização da ferramenta.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Essa seção apresenta a ferramenta desenvolvida, os indicadores e critérios de medição e a simulação de aplicação do sistema, bem como as discussões referentes a cada uma das subseções.

### 4.1. SISTEMA DE MEDIÇÃO DE MATURIDADE PARA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA FASE DE CONSTRUÇÃO - SMM

O SMM é uma ferramenta para apoiar construtoras no processo de transformação digital na fase de construção. Este sistema apresenta as capacidades para uma eficácia ideal em um processo de TD, fornecendo indicadores e critérios para avaliação de cada uma dessas capacidades. No total, a ferramenta mede a maturidade do ambiente de construção com base em 15 indicadores (sociais, técnicos e operacionais) e 75 critérios de medição. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam a interface do sistema com 6 indicadores exemplificados. O SMM desenvolvido nesse estudo ainda está na fase de protótipo e será informatizado nas próximas etapas desse projeto.

A maturidade do ambiente de construção é medida em 5 níveis:

**Nível 0 – Habilitação** – Requisitos básicos para transformação digital.

**Nível 1 – Inicialização** - Estágios iniciais de transformação digital.

**Nível 2 – Incorporação** - Incorporação de mudanças na rotina de trabalho.

**Nível 3 – Integração** - Mudanças substanciais no modelo de construção.

**Nível 4 – Melhoria contínua** - Estágios avançados de transformação digital com um ciclo eficaz de coleta, processamento, compreensão, ação e aprendizagem.

A medição da maturidade no sistema é realizada em três escopos: Maturidade da Dimensão, Maturidade do Subsistema e Maturidade Global. Essa avaliação processual é essencial do ponto de vista da gestão, pois permite identificar especificamente os aspectos do ambiente de construção que não estão funcionando de modo eficaz ou que necessitam de melhorias. O SMM destaca áreas que requerem maior atenção, possibilitando uma alocação de recursos mais eficiente. Assim, o processo de cálculo é iniciado com a avaliação do nível de maturidade da dimensão, que é a única coluna de preenchimento do sistema. O profissional responsável avaliará cada critério em uma escala de 0 a 4, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Interface da ferramenta – Processo de medição da maturidade

**SISTEMA DE MEDIÇÃO DE MATUREZ (SMM) PARA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA FASE DE CONSTRUÇÃO**

**Indicador**  
Peso    Dimensão

**Coluna de preenchimento: aqui o ambiente de construção deverá ser avaliado baseado no nível de atendimento em cada critério**

0 (Não atendido)    1 (Estágios Iniciais)    2 (Estágios Intermediários)    3 (Estágios Avançados)    4 (Plenamente Atendidos)

Posteriormente, com base nesta avaliação, é calculado o indicador de cada dimensão, seguido do cálculo de maturidade do subsistema, e, por fim, cálculo da maturidade global (Figura 3).

Figura 3 – Interface da ferramenta – Processo de cálculo

**SISTEMA DE MEDIÇÃO DE MATUREZ (SMM) PARA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA FASE DE CONSTRUÇÃO**

**Cálculo do indicador de maturidade de cada dimensão**

$$Id = \frac{NC_4 \cdot 1 + NC_3 \cdot 0,75 + NC_2 \cdot 0,5 + NC_1 \cdot 0,25 + NC_0 \cdot 0}{NC}$$

Onde:  
 I = Indicador  
 d = Dimensão  
 NC<sub>4</sub> = Número de critérios Plenamente Atendidos  
 NC<sub>3</sub> = Número de critérios em Estágios Avançados  
 NC<sub>2</sub> = Número de critérios em Estágios Intermediários  
 NC<sub>1</sub> = Número de critérios em Estágios Iniciais  
 NC<sub>0</sub> = Número de critérios não atendidos.  
 NC = Número total de critérios.

**Cálculo da maturidade do subsistema**

$$MS = Wd1 \cdot Id1 + Wd2 \cdot Id2 + \dots + Wdn \cdot Idn$$

Onde:  
 MS = Maturidade do subsistema  
 Wd = Peso da dimensão  
 Id = Indicadores da dimensão do respectivo subsistema

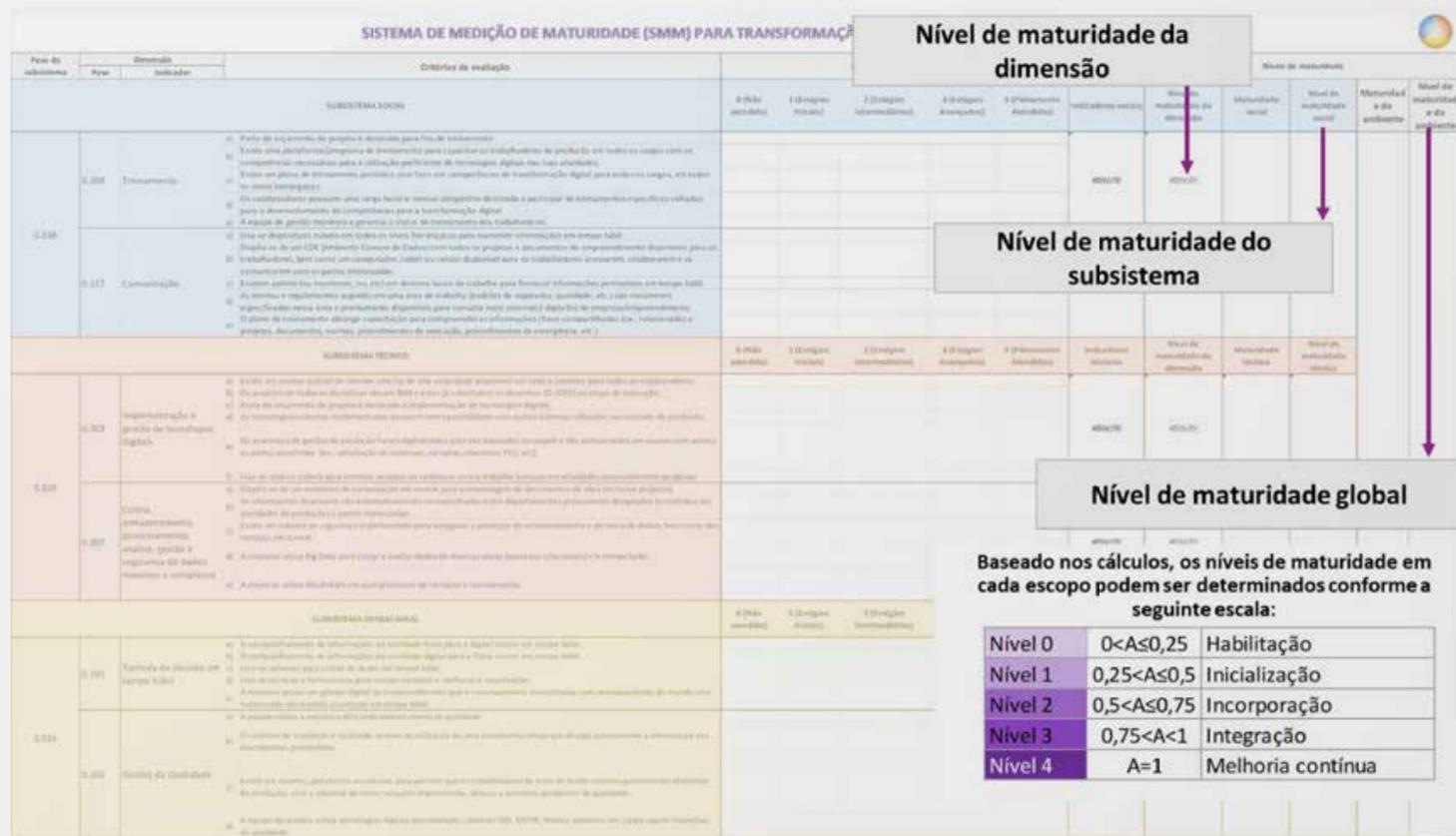
**Cálculo da maturidade global**

$$MICE = WS1 \cdot MS1 + WS2 \cdot MS2 + \dots + WSn \cdot MSn$$

Onde:  
 MICE = Maturidade do Ambiente Inteligente de Construção  
 WS = Peso do subsistema  
 MS = Maturidade do subsistema

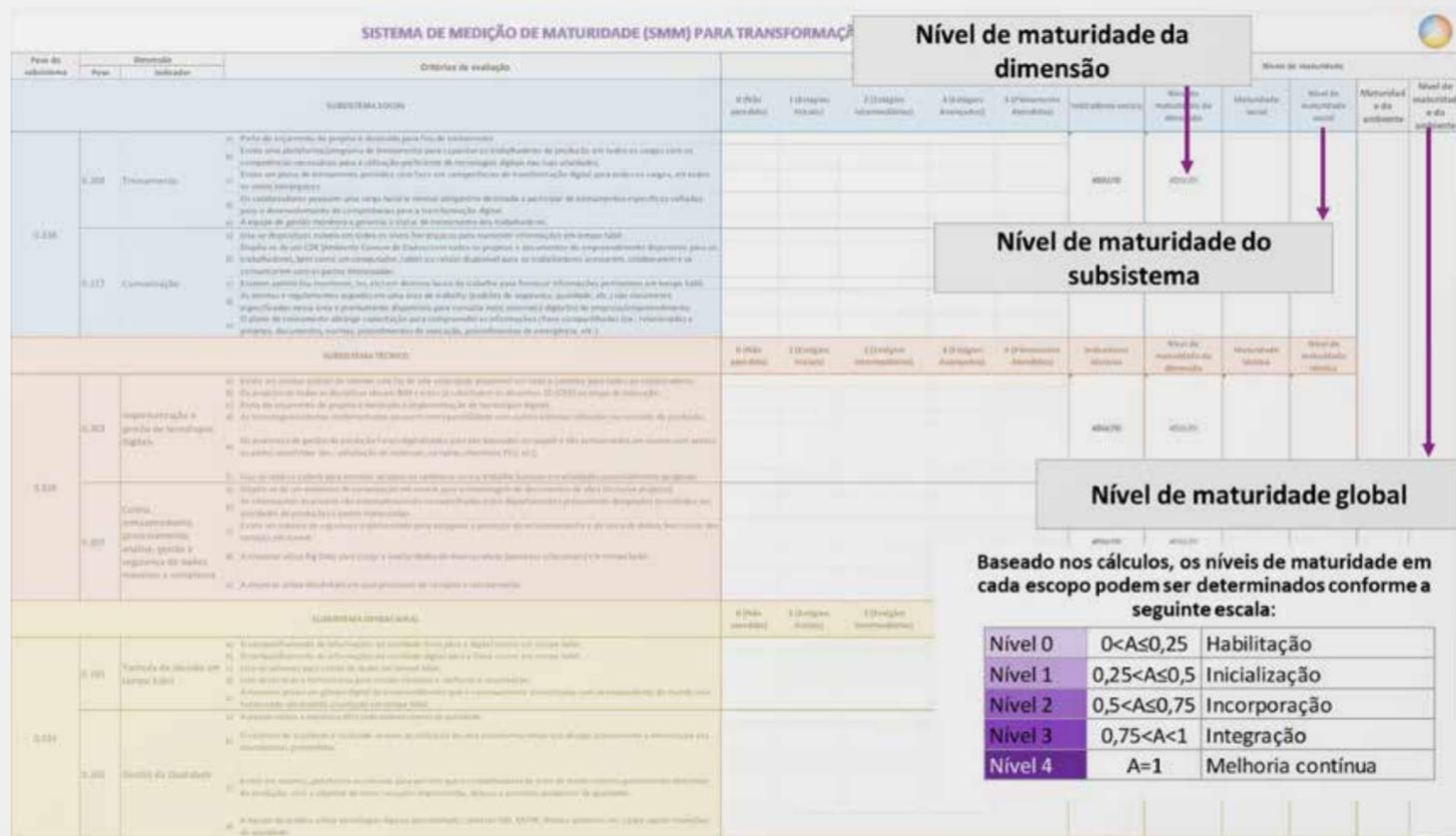
Ao final, com base nos cálculos, o nível de maturidade pode ser determinado conforme a escala apresentada (Figura 4).

Figura 4 – Determinação dos níveis de maturidade



Os indicadores e critérios de cada subsistema são apresentados a seguir, seguido da simulação da ferramenta.

Figura 4 – Determinação dos níveis de maturidade



## 4.2 INDICADORES DE MATURIDADE E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

O Quadro 1 apresenta os indicadores avaliados na ferramenta com seus respectivos pesos e critérios de avaliação.

Quadro 1 – Indicadores de maturidade e critérios de avaliação

	INDICADOR	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO
<b>INDICADORES SOCIAIS</b>	<b>Cordenação</b> <i>Peso: 0.1956</i>	a) Existe um setor/departamento/gerente para coordenar a transformação digital no contexto da produção (nível do canteiro de obras).
		b) Existe uma estratégia de transformação digital desenvolvida focando (ou abrangendo) o contexto da produção (nível do canteiro de obras).
		c) Existe um roadmap explícito, mensurável e aplicável focando (ou abrangendo) o contexto da produção (nível do canteiro de obras).
		d) A estratégia de transformação digital desenvolvida já foi implementada.
		e) Parte do orçamento anual da empresa é destinado à transformação digital no contexto da produção.
		f) A transformação digital no contexto da produção faz parte do planejamento estratégico da empresa.
<b>INDICADORES SOCIAIS</b>	<b>Sustentabilidade</b> <i>Peso: 0.1928</i>	a) Coleta-se, ao menos mensalmente, KPIs (indicadores-chave) para monitorar e controlar o impacto ambiental causado pelas atividades de construção (por exemplo, consumo de água e energia, geração de resíduos, etc.)
		b) Emprega-se tecnologias digitais para contribuir com a redução do impacto ambiental causado pela obra (por exemplo, IA para desligar equipamentos quando não estão em uso, sensores para monitorar a qualidade do ar e os níveis de ruído, redução do desperdício de materiais com controle remoto de estoque, etc.)
		c) Recicla-se, pelo menos, parte dos resíduos gerados pelas atividades de construção.
		d) Dá-se suporte à diversidade através do estabelecimento de uma taxa mínima de contratação para grupos sujeitos a desigualdades estruturais.
		f) Existem ações para promover e incentivar a busca pela educação formal entre os trabalhadores (como educação básica e educação superior).

Quadro 1 – Indicadores de maturidade e critérios de avaliação

INDICADORES SOCIAIS	Treinamento <i>Peso: 0.2085</i>	a)	Parte do orçamento do projeto é destinada para fins de treinamento
		b)	Existe uma plataforma/programa de treinamento para capacitar os trabalhadores da produção em todos os cargos com as competências necessárias para a utilização proficiente de tecnologias digitais nas suas atividades.
		c)	Existe um plano de treinamento periódico com foco em competências de transformação digital para todos os cargos, em todos os níveis hierárquicos.
		d)	Os colaboradores possuem uma carga horária mensal obrigatória destinada a participar de treinamentos específicos voltados para o desenvolvimento de competências para a transformação digital.
		f)	A equipe de gestão monitora e gerencia o status de treinamento dos trabalhadores.
INDICADORES SOCIAIS	Comunicação <i>Peso: 0.2167</i>	a)	Usa-se dispositivos móveis em todos os níveis hierárquicos para transmitir informações em tempo hábil.
		b)	Dispõe-se de um CDE (Ambiente Comum de Dados) com todos os projetos e documentos do empreendimento disponíveis para os trabalhadores, bem como um computador, tablet ou celular disponível para os trabalhadores acessarem, colaborarem e se comunicarem com as partes interessadas.
		c)	Existem painéis (ou monitores, tvs, etc.) em diversos locais de trabalho para fornecer informações pertinentes em tempo hábil.
		d)	As normas e regulamentos seguidos em uma área de trabalho (padrões de segurança, qualidade, etc.) são claramente especificados nessa área e prontamente disponíveis para consulta no(s) sistema(s) digital(is) da empresa/empreendimento.
		f)	O plano de treinamento abrange capacitação para compreender as informações-chave compartilhadas (ex.: relacionadas a projetos, documentos, normas, procedimentos de execução, procedimentos de emergência, etc.)

Quadro 1 – Indicadores de maturidade e critérios de avaliação

<b>INDICADORES SOCIAIS</b>	<b>Segurança do Trabalho</b> <i>Peso: 0.1864</i>	a)	Existe uma rotina sistemática de planejamento e controle de segurança que inclui representantes de todos os cargos de produção e é baseada nas normas e leis nacionais e locais (quando houver).
		b)	A equipe de gestão utiliza tecnologias digitais (por exemplo, drones, RA/RV, sensores, câmeras, etc.) para apoiar as inspeções de segurança.
		c)	Tecnologias vestíveis (por exemplo, sensores, chapéus ou botas inteligentes, smartwatches, exoesqueletos, óculos inteligentes, etc.) são utilizadas para dar suporte à segurança e saúde ocupacional.
		d)	Existe um programa ou ação de apoio à saúde mental dos trabalhadores.
		f)	A equipe de gestão promove, periodicamente, ações voltadas para a saúde e o bem-estar dos trabalhadores (ex.: campanhas de sensibilização para doenças, campanhas de vacinação, dias de visitação familiar, descontos em academias, etc.)

Quadro 1 – Indicadores de maturidade e critérios de avaliação

<b>INDICADORES TÉCNICOS</b>	<b>Implementação e gestão de tecnologias digitais</b> <i>Peso: 0.2029</i>	a)	Existe um serviço estável de internet sem fio de alta velocidade disponível em todo o canteiro para todos os colaboradores.
		b)	Os projetos de todas as disciplinas são em BIM e estes já substituem os projetos em CAD na etapa de execução.
		c)	Parte do orçamento do projeto é destinada à implementação de tecnologias digitais.
		d)	As tecnologias/sistemas implementados possuem interoperabilidade com outros sistemas utilizados no contexto de produção.
		e)	Os processos de gestão da produção foram digitalizados (não são baseados em papel) e são armazenados em nuvem com acesso às partes envolvidas (ex.: solicitação de materiais, compras, checklists, FVS, etc).
		f)	Usa-se robôs e cobots para otimizar serviços ou colaborar com o trabalho humano em atividades potencialmente perigosas.
<b>INDICADORES TÉCNICOS</b>	<b>Desenvolvimento de soluções inovadoras</b> <i>Peso: 0.1974</i>	a)	Existe uma ferramenta de canal aberto para registrar e monitorar ideias de soluções inovadoras de colaboradores de todos os níveis hierárquicos para questões de produção e feedback sobre soluções já implementadas.
		b)	A empresa desenvolve trabalhos colaborativos com universidades e/ou centros de pesquisa para compreender, propor e implementar soluções para problemas da produção.
		c)	Existe um departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (ou Inovação) que atua diretamente com as demandas da produção.
		d)	Existe um departamento ou consultor de TI ao qual a equipe de produção tem acesso.
		e)	A empresa desenvolve produtos digitais (por exemplo, softwares) com base nas demandas da produção para uso interno e vendas externas.

Quadro 1 – Indicadores de maturidade e critérios de avaliação

INDICADORES TÉCNICOS	Coleta, armazenamento, processamento, análise, gestão e segurança de dados massivos e complexos Peso: 0.2068	a)	Dispõe-se de um ambiente de computação em nuvem para armazenagem de documentos da obra (inclusive projetos).
		b)	As informações do projeto são automaticamente compartilhadas entre departamentos previamente designados (envolvidos nas atividades de produção) e partes interessadas.
		c)	Existe um sistema de segurança implementado para assegurar a proteção do armazenamento e da troca de dados, bem como dos serviços em nuvem.
		d)	A empresa utiliza ferramentas de processamento de Big Data para cruzar e avaliar dados de diversas obras (passadas e atuais) em tempo hábil.
		e)	A empresa utiliza Blockchain em seus processos de compras e recrutamento.
INDICADORES TÉCNICOS	Gestão de layout e logística Peso: 0.1965	a)	A obra dispõe de planejamento de canteiro desenvolvido por profissional capacitado.
		b)	A equipe do projeto utiliza tecnologias digitais (por exemplo, BIM, RA/RV, drones, etc.) para melhorar o planejamento do canteiro e a eficiência do layout durante toda a fase de construção.
		c)	Existe um controle automático de estoque e a disponibilidade de materiais é sempre exibida no(s) sistema(s) digital(is) da empresa/obra.
		d)	Os serviços de rastreamento são requeridos, pelo menos, em parte das entregas de materiais.
		e)	O responsável pelo almoxarifado tem acesso em tempo hábil aos planos de médio e curto prazo e coordena a distribuição de materiais em alinhamento com esses planos.
INDICADORES TÉCNICOS	Espaço de trabalho Peso: 0.1984	a)	Existe um espaço digital/virtual de trabalho que permite o compartilhamento de dados, comunicação, reuniões, colaboração e interação eficiente entre as partes interessadas.
		b)	O canteiro de obras dispõe de espaço com local apropriado para refeições, banheiros e área para descanso e convivência, de acordo com as regulamentações locais/regionais/nacionais aplicáveis (quando houver).
		c)	As áreas de convivência possuem ferramentas digitais (por exemplo, computadores, ferramentas RA/RV, tablets, etc.) para incentivar o envolvimento dos funcionários e promover uma maior interação com tecnologias digitais.
		d)	Usa-se sensores para monitorar as condições do local de trabalho (por exemplo, temperatura, umidade, ocupação, ruído, qualidade do ar, luz, vibração, radiação, gás, pressão, etc.).

Quadro 1 – Indicadores de maturidade e critérios de avaliação

INDICADORES OPERACIONAIS	Gestão da complexidade Peso: 0.1936	a)	A obra dispõe de Projeto do Sistema de Produção (PSP)
		b)	Fomenta-se uma cultura de aprendizagem no ambiente de produção, incentivando os trabalhadores a adquirir e compartilhar conhecimentos e a manter-se informados sobre o projeto.
		c)	Emprega-se, sistematicamente, as práticas da construção enxuta, principalmente as relacionadas à redução da variabilidade e ao aumento da transparência dos processos.
		d)	São planejadas redundâncias estratégicas que podem ser facilmente incorporadas aos processos de produção (ex.: medidas de backup como diversidade de fornecedores de materiais, um extenso banco de dados de contratações potenciais, opções confiáveis de aluguel de equipamentos, etc.)
		e)	Fomenta-se o envolvimento dos colaboradores e a tomada de decisão participativa em todos os níveis hierárquicos.
INDICADORES OPERACIONAIS	Planejamento e Controle da Produção Peso: 0.2126	a)	Há uma rotina de planejamento e controle com reuniões sistemáticas envolvendo representantes de diversos cargos, inclusive trabalhadores da linha de frente.
		b)	As informações necessárias para planejamento e controle são divulgadas em tempo hábil, antes das reuniões agendadas, por meio dos sistemas digitais da empresa.
		c)	O Sistema Last Planner foi implantado e incorporado à rotina de produção.
		d)	Os planos de médio e curto prazo são compartilhados e visíveis para todos os trabalhadores e amplamente disponíveis no(s) sistema(s) digital(ais) da empresa/projeto.
		e)	O BIM 4D é usado dar suporte ao planejamento, controle e monitoramento do progresso.
INDICADORES OPERACIONAIS	Tomada de decisão em tempo hábil Peso: 0.1950	a)	O compartilhamento de informações da realidade <u>física</u> para a <u>digital</u> ocorre em tempo hábil.
		b)	O compartilhamento de informações da realidade <u>digital</u> para a <u>física</u> ocorre em tempo hábil.
		c)	Usa-se sensores para coleta de dados em tempo hábil.
		d)	Usa-se técnicas e ferramentas para simular cenários e melhorar a visualização.
		e)	A empresa possui um gêmeo digital do empreendimento que é continuamente sincronizado com seu equivalente do mundo real, fornecendo um modelo atualizado em tempo hábil.

Quadro 1 – Indicadores de maturidade e critérios de avaliação

<b>INDICADORES OPERACIONAIS</b>	<b>Gestão da Qualidade</b> <i>Peso: 0.2009</i>	a)	A equipe coleta e monitora KPIs (indicadores-chave) de qualidade.
		b)	O controle de qualidade é facilitado através da utilização de uma plataforma virtual que divulga prontamente a informação aos destinatários pretendidos.
		c)	Existe um sistema, plataforma ou recurso para permitir que os trabalhadores da linha de frente relatem prontamente distúrbios na produção, com o objetivo de evitar soluções improvisadas, atrasos e possíveis problemas de qualidade.
		d)	A equipe do projeto utiliza tecnologias digitais (por exemplo, câmeras 360, RA/RV, drones, sensores, etc.) para apoiar inspeções de qualidade.
<b>INDICADORES OPERACIONAIS</b>	<b>Gestão do Desempenho</b> <i>Peso: 0.1970</i>	a)	Dispõe-se de um Sistema de Medição de Desempenho implementado e alinhado com a estratégia da empresa e os KPIs (indicadores-chave) estão sendo coletados de acordo com esse sistema.
		b)	Os dados coletados são processados de maneira sistemática e distribuídos em tempo hábil nos sistemas digitais da empresa, com um empenho constante para otimizar a acessibilidade para todos os envolvidos no projeto.
		c)	Pelo menos parte dos KPIs são coletados automaticamente.
		d)	Ferramentas analíticas de IA têm sido usadas para apoiar a análise de dados, prever cenários e melhorar o desempenho.
		e)	Foi estabelecido um conjunto de indicadores com base na estratégia de transformação digital da empresa para monitorar esse processo.

### 4.3. SIMULAÇÃO DE USO – OBRA P01

Com base nos dados coletados na obra P01 (Organização A), o SMM foi testado em uma simulação. As fontes de evidências utilizadas para avaliar os critérios incluíram anotações, documentos, gravações, transcrições de entrevistas não estruturadas, fotos e vídeos, questionários e arquivos de materiais de treinamento. A Organização A (OA) é uma das maiores empresas de construção da América Latina e tem realizado esforços significativos para promover a transformação digital em várias áreas da empresa. Nos últimos cinco anos, a empresa investiu aproximadamente US\$ 50 milhões em iniciativas de transformação digital. No entanto, um dos desafios enfrentados pela OA é garantir que esses investimentos cheguem efetivamente ao canteiro de obras (fase de construção) e que as soluções digitais sejam incorporadas de maneira eficaz nos diversos projetos que ocorrem simultaneamente.

A avaliação indicou que o projeto P01 atingiu um nível de maturidade global de Nível 2 (Incorporação), com Nível 2 nos subsistemas Social e Técnico e Nível 1 (Inicialização), no subsistema Operacional (Quadro 2). Em relação às dimensões, apenas uma atingiu o Nível 3 (Integração) no subsistema técnico: "Coleta, armazenamento, processamento, análise, gestão e segurança de dados massivos e complexos". Da mesma forma, apenas a dimensão "Tomada de decisão em tempo hábil" do subsistema Operacional só chegou ao Nível 0 (Habilitação). Aproximadamente 53% (8) das dimensões alcançaram o Nível 2 (Incorporação), enquanto 33% (5) alcançaram o Nível 1 (Inicialização).

O nível de maturidade global 2 "Incorporação" reforça as percepções obtidas via observação direta e participante durante o período de coleta de dados deste trabalho e em outros trabalhos realizados pelo Grupo de Pesquisa e Extensão em Gestão e Tecnologia das Construções (GETEC-UFBA). O nível estratégico da OA planeja a implementação de tecnologias digitais na fase de construção, estabelece parcerias com universidades e centros de pesquisa para desenvolver e implementar novas soluções e tecnologias digitais e realiza investimentos financeiros significativos na transformação digital. Porém, a aplicação no escopo da produção ainda é pontual e desconectada, carecendo de uma incorporação adequada. Embora a avaliação tenha resultado no Nível 2 (0,533), ficou muito próxima das etapas finais do Nível 1 ( $0,25 < A \leq 0,5$ ), indicando que P01 ainda está nas fases iniciais da etapa de Incorporação.

Além disso, as iniciativas de capacitação (treinamento) não estão alcançando os trabalhadores da linha de frente, resultando em uma incorporação inadequada de alguns esforços devido à falta de treinamento da força de trabalho. Por exemplo, a obra já possui os projetos desenvolvidos em BIM (Building Information Modeling), mas os trabalhadores ainda utilizam os projetos em CAD na execução porque não têm treinamento para interpretar projetos BIM. De modo geral, os esforços de transformação digital não estão sendo adequadamente direcionados para a área de produção. Como resultado, esses esforços não estão sendo incorporados de forma eficaz na rotina produtiva.

Outra percepção é que os esforços de transformação digital da OA não beneficiam igualmente (nem proporcionalmente) todas as obras. Durante a etapa de entrevistas (E01), os entrevistados destacaram que as principais tecnologias utilizadas na produção eram BIM, tablets, computação em nuvem, RA/RV (Realidade Aumentada/Realidade Virtual), câmeras 360, drones, sensores, IA (Inteligência Artificial) e plataformas especializadas. No entanto, apenas tablets, sistemas de computação em nuvem e plataformas especializadas foram de fato integrados à rotina de produção. Embora BIM e IA estivessem disponíveis, eles não foram utilizados de forma eficaz, e drones, sensores e RA/RV não estavam disponíveis no projeto P01. Existem, contudo, registros de outros projetos que integraram essas tecnologias durante a fase de construção, indicando que diferentes projetos da OA podem apresentar variados níveis de maturidade.

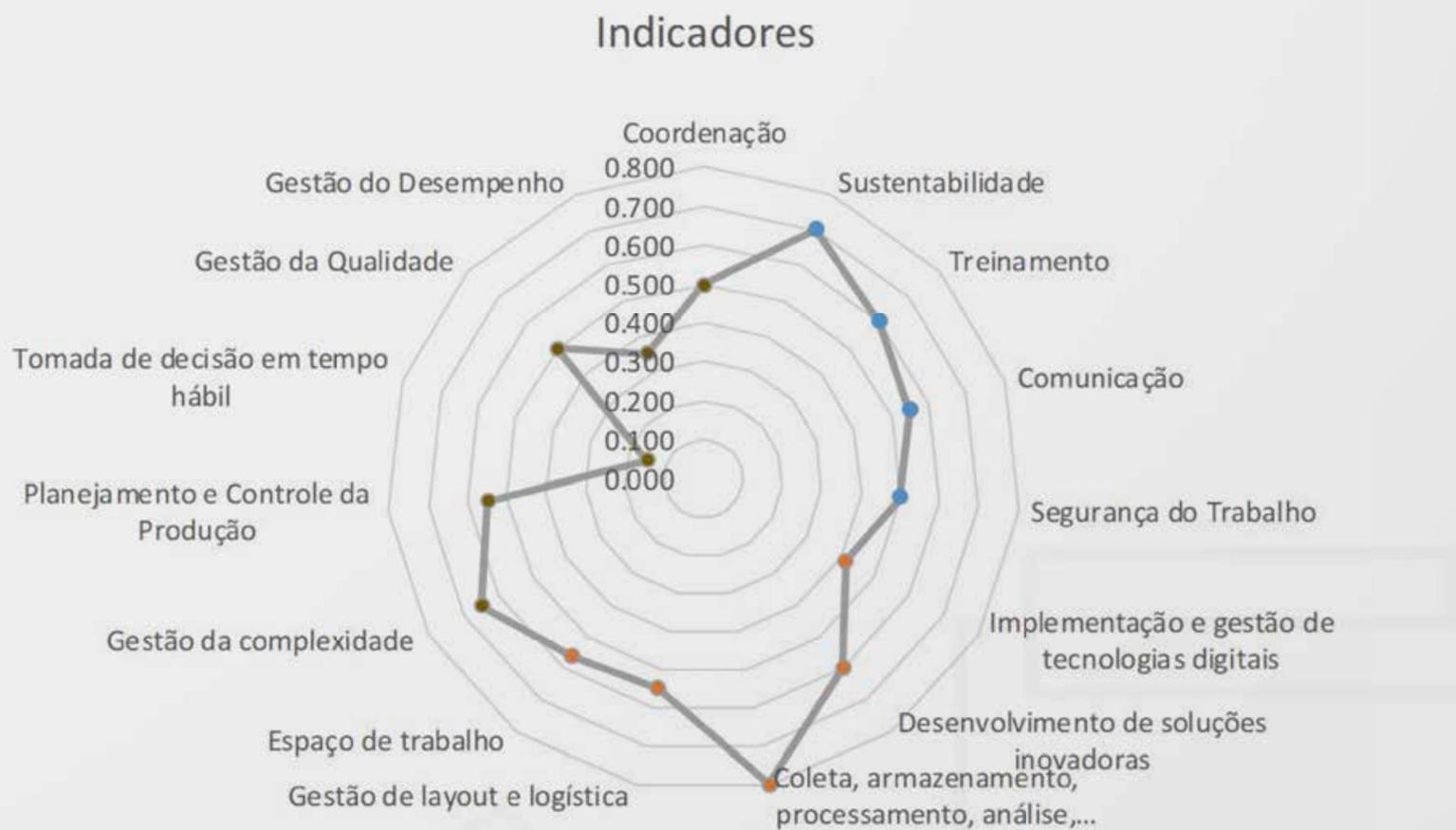
Em termos de subsistemas, o operacional atingiu o nível mais baixo de maturidade. Este subsistema é especialmente influenciado pela dimensão "Tomada de decisão em tempo hábil", mas as dimensões "Gestão da qualidade" e "Gestão do desempenho" também apresentam baixos níveis de maturidade. Embora tenha sido classificada no Nível 2, a dimensão "Planejamento e controle da produção" também não atingiu resultados significativos. Essa constatação é esperada, visto que as tecnologias não estão sendo devidamente implementadas e incorporadas à rotina produtiva. Como o nível operacional reflete principalmente as atividades da produção, a maturidade deste subsistema é afetada de forma mais significativa.

Quadro 2 – Maturidade da Transformação Digital da obra P01

	Dimensão	Indicador	Nível de maturidade da dimensão	Maturidade do subsistema	Nível Maturidade do subsistema	Maturidade de global	Nível de maturidade e global
<b>Indicadores Sociais</b>	Coordenação	0.500	Nível 1	0.570	Nível 2		
	Sustentabilidade	0.700	Nível 2				
	Treinamento	0.600	Nível 2				
	Comunicação	0.550	Nível 2				
	Segurança do Trabalho	0.500	Nível 1				
<b>Indicadores Técnicos</b>	Implementação e gestão de tecnologias digitais	0.417	Nível 1	0.587	Nível 2	53%	Nível 2
	Desenvolvimento de soluções inovadoras	0.600	Nível 2				
	Coleta, armazenamento, processamento, análise, gestão e segurança de dados massivos e complexos	0.800	Nível 3				
	Gestão de layout e logística	0.550	Nível 2				
	Espaço de trabalho	0.563	Nível 2				
<b>Indicadores Operacionais</b>	Gestão da complexidade	0.650	Nível 2	0.442	Nível 1		
	Planejamento e Controle da Produção	0.550	Nível 2				
	Tomada de decisão em tempo hábil	0.150	Nível 0				
	Gestão da Qualidade	0.500	Nível 1				
	Gestão do Desempenho	0.350	Nível 1				

A Figura 5 destaca a variação da maturidade nas 15 dimensões. Este gráfico mostra visualmente as dimensões que requerem atenção primária para avançar no caminho da transformação digital. Essas dimensões incluem "Tomada de decisão em tempo hábil", "Gestão de desempenho", "Gestão da qualidade", "Implementação e gestão de tecnologias digitais", "Coordenação" e "Segurança do Trabalho". No entanto, a maioria das dimensões do Nível 2 também apresentaram baixo valor de maturidade, sugerindo que é necessária maior atenção em todo o processo. Este resultado também pode sugerir interdependências entre as dimensões, indicando que o nível de maturidade de uma dimensão potencialmente influencia outras, o que é esperado em um ambiente complexo. Esse fator será analisado nas próximas etapas do estudo.

Figura 5 - Maturidade das Dimensões em P01



#### 4.4. DESDOBRAMENTOS E PRÓXIMAS ETAPAS

Esse artigo contempla a apresentação do Sistema de Medição de Maturidade para Transformação Digital na Fase de Construção desenvolvida no escopo de um trabalho de doutorado. As próximas etapas do estudo abrangem a aplicação e teste do sistema em duas etapas de implementação nas cidades de Salvador e João Pessoa. Em seguida, serão realizados o refinamento e a informatização do SMM. Além disso, planeja-se promover amplamente o sistema, juntamente com os resultados dos indicadores obtidos durante as fases de implementação, com o objetivo de expandir o seu uso para obras em diferentes estados e regiões.

O objetivo futuro é disponibilizar o sistema gratuitamente, de forma a mobilizar o setor da construção para um levantamento de dados mais amplo em nível nacional, com a condição de que os dados fornecidos pelas empresas para avaliação possam ser utilizados de forma anônima para fins de benchmarking setorial e pesquisa acadêmica. Como produtos, espera-se dar visibilidade nas melhores práticas para a transformação digital na fase de construção, bem como possibilitar a comparação de indicadores no setor.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um Sistema de Medição de Maturidade (SMM) para Transformação Digital na Fase de Construção. O sistema foi desenvolvido no escopo de um trabalho de doutorado e contou com a colaboração direta de mais de 80 profissionais das indústrias da manufatura e construção e academia, ao longo de entrevistas, questionários, coleta de dados em campo, grupos focais e discussões. Comparado aos modelos já propostos na literatura, o principal avanço desta pesquisa é o foco na fase de construção. Além disso, o uso da abordagem sociotécnica como base teórica do modelo também é uma originalidade em relação aos modelos de maturidade já propostos para a indústria da construção. A abordagem sociotécnica neste estudo possibilitou a decomposição do sistema complexo de construção em partes menores e gerenciáveis, facilitando assim a visualização e compreensão dos elementos do ambiente, bem como a identificação de seus aspectos críticos. Além disso, a inclusão de conceitos da Indústria 5.0 em um modelo de maturidade para a transformação digital na indústria da construção também é uma inovação apresentada pelo estudo. A principal contribuição prática desta pesquisa inclui a proposição de um sistema de medição de maturidade, a ser disponibilizado gratuitamente para o setor, para permitir que empresas de construção se posicionem, estabeleçam direções futuras, identifiquem metas, realizem benchmarking e proponham mudanças no processo de transformação digital.

## REFERÊNCIAS

Adekunle, S.; Ejohwomu, O.; Ikuabe, M.; Fatai, O. A Critical Review of Maturity Model Development in the Digitisation Era. *Buildings*. 12, 2022.

ALAOUL, W.; Liew M. Zawawi, N. Mohammed, B. Industry Revolution IR 4.0: Future Opportunities and Challenges in Construction Industry. *MATEC Web of Conferences*. Anais... 2018.

ÁLVARES, J.; COSTA, D.; MELO, R. Exploratory study of using unmanned aerial system imagery for construction site 3D mapping. *Construction Innovation*, Vol. 18 No. 3, pp. 301-320, 2018.

ÁLVARES, J.; COSTA, D.; BARBOSA, A. Proposta de método para monitoramento visual sistemático do progresso de obras baseado em mapeamentos 3D por VANT e BIM 4D. *Revista Técnico-Científica do CREA-PR*, v. 1, p. 3, 2019.

ARAUJO, C. S.; FERREIRA, E. A. M.; COSTA, Dayana B. System for tracking and managing metallic formworks adopted in cast-in-place concrete wall systems by integrating IoT and BIM. *Construction Innovation-England*, v. 1, p. 1, 2024.

Breque M.; De Nul L.; Petridis A. Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric, and resilient European industry, 2021. Luxembourg, LU: European Commission, Directorate-General for Research and Innovation.

CANTRILL, J.; SIBBALD, B.; BUETOW, S. The Delphi and nominal group techniques in health services research. *International Journal of pharmacy practice*, v. 4, n. 2, p. 67-74, 1996.

FERNANDES, L. L. A.; COSTA, D. B. A conceptual model for measuring the maturity of an Intelligent Construction Environment. *Architectural Engineering and Design Management*, 1–24, 2024. <https://doi.org/10.1080/17452007.2024.2364693>.

FERNANDES, L. L. A.; HASTAK, M.; COSTA, D. B. Assessing Social, Technical, and Operational Maturity Dimensions for Digital Transformation in the Construction Phase, *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32)*, 1232-1243, 2024a. [doi.org/10.24928/2024/0214](https://doi.org/10.24928/2024/0214).

FERNANDES, L. L. A.; HASTAK, M.; COSTA, D. B. Digital Transformation Indicators Based on a Sociotechnical Approach. In Herrera, RF, Salazar, LA, (Editors). *Proceedings of the IX Ibero-American Congress of Construction*

*Management and Technology (IX ELAGEC2024)*, 2024b.

HELLER, Abigail; VARNEY, Jeff. *Using Process Management Maturity Models*. Huston, USA: APQC, 2013.

LIMA, M. I. S. C.; COSTA, D. B.. Recomendações e boas práticas para a integração do monitoramento da segurança com drone ao planejamento e controle da segurança de obras. *Ambiente Construído*, v. 23, n. 1, p. 213–231, jan. 2023.

LUKKA, K. The Constructive Research Approach. In: *Case study research in logistics*, v. Series B, p. 83–101, 2003.

MELO, R. R. S.; COSTA, D. B.; ÁLVARES, J. S.; IRIZARRY, J. Applicability of unmanned aerial system (UAS) for safety inspection on construction sites. *Safety science*, v. 98, p. 174-185, 2017.

MOLLER, D.; VAKILZADIAN, H.; HAAS, R. From Industry 4.0 towards Industry 5.0. In: *2022 IEEE International Conference on Electro Information Technology*. Proceedings... Mankato, MN, USA, 2022.

NAHAVANDI, S. Industry 5.0—A Human-Centric Solution. *Sustainability*, 11, 4371, 2019.

Noueihed, K.; Hamzeh, F. Envisioning a Human Centric Approach to C4.0 Technologies. *Lean Construction Journal*, 2022.

OESTERREICH, T.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 2016. doi: 10.1016/j.compind.2016.09.006.

Parchamijalal, M.; Moradi, S.; Zabihi Shirazi, M. Claim management office maturity model in project-oriented organizations in the construction industry. *Engineering, Construction, and Architectural Management*, 2021.

PATRIARCA, R.; FALEGNAMI, A.; COSTANATINO, F.; DI GRAVIO, G.; DE NICOLA, A.; VILLANI, M. WAX: An integrated conceptual framework for the analysis of cyber-socio-technical systems. *Safety Science*, 136, 2021.

PEINADO, H.; MELO, R.; SANTOS, M.; COSTA, D. B. Potential Application of Deep Learning and UAS for Guardrail Safety Inspection. In: *IGLC 31, 2023, Lille*.

PÉREZ, C.; COSTA, D. Increasing production efficiency through the reduction of transportation activities and time using 4D BIM simulations. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2021.

REY, R.; MELO, R.; COSTA, D. Design and implementation of a computerized safety inspection system for construction sites using UAS and digital checklists - Smart Inspects. *Safety Science*, v. 143, p. 105430, 2021.

Rosin, F.; Forget, P.; Lamouri, S.; Pellerin, R. Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. *International Journal of Production Research*, 58. 1-18, 2019.

Sackey, E.; Tuuli, M.; Dainty, A. Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context. *Journal of Management in Engineering*, vol. 31(1), A4014005, 2015.

SANTOS, M. C. F.; COSTA, D. B.; FERREIRA, E. DE A. M. Information workflow proposal for integrating cost estimating, scheduling, and monitoring with BIM in SMEs. *Ambiente Construído*, v. 21, n. 2, p. 113–129, abr. 2021.

Sawhney, A.; Riley, M.; Irizarry, J. *Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment* (1st ed.). Routledge, 2020.

SILVA, A. S.; GONZAGA, L. G.; MELO, R.; COSTA, D. B. Modelo de Aprendizado de Máquina para inspeção automatizada de fachadas de paredes de concreto. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Aracaju-SE, 2023*.

Silveira, B. F.; COSTA, DAYANA B. Method for automating the processes of generating and using 4D BIM models integrated with location-based planning and Last Planner® System. *Construction Innovation-England*, v. 1, p. 1, 2023.

Shalini, S.; Devi, T. Digital transformation. In *Auerbach Publications eBooks*, 2022. (pp. 67–79).

SONY, M.; NAIK, S. Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: A systematic review and proposed theoretical model. *Technology in Society*, vol. 61, p. 101248, 2020. doi: 10.1016/j.techsoc.2020.101248.

STAFFA JUNIOR, L. B.; COSTA, D.; NOGUEIRA, J. T.; SILVA, A. S. Web platform for building roof maintenance inspection using UAS and artificial intelligence. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, v. 1, p. 1, 2023.

VLACHOS, I.; PASCAZZI, R.; ZOBOLAS, G.; REPOUSSIS, P.; MIHALIS, G. Lean manufacturing systems in the area of Industry 4.0: a lean automation plan of AGVs/IoT integration. *Production Planning & Control*, 2021.

# BIMLEDGER: Protótipo de Contrato Inteligente para Pagamento Semiautomático de Concreto

**Aluno: Matheus Gomes Martins**

**Orientador: Reymard Savio Sampaio de Melo**

**Curso: Mestrado em Engenharia Civil**

**Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia**

## RESUMO

O uso de contratos inteligentes, respaldado pela tecnologia blockchain e integrado ao modelo Building Information Modeling (BIM), para o pagamento de insumos ou serviços na construção civil tem se revelado uma solução promissora. Este artigo propõe um método para o desenvolvimento de um contrato inteligente voltado ao pagamento de concreto utilizado em paredes moldadas in loco por uma empresa construtora, com o suporte das tecnologias blockchain e BIM. O método de pesquisa empregado foi o estudo de caso. Primeiramente, os autores desenvolveram um Modelo Entidade-Relacionamento (MER) analisando os requisitos envolvidos no processo de pagamento. Em seguida foi criado um Diagrama Entidade-Relacionamento (DER). Por fim, foram descritos os passos para a criação de uma Interface de Programação de Aplicativo (API) para integração com o modelo BIM. Os resultados parciais indicam que a elaboração do MER e do DER representa etapas cruciais para o desenvolvimento de um contrato inteligente destinado a pagar pelo concreto utilizado em paredes moldadas in loco. Este artigo cria uma abordagem padronizada para a elaboração de contratos inteligentes com a rede blockchain e suporte BIM.

**Palavras-chaves:** BIM; Blockchain; Modelagem de dados; Concreto; Construção Civil

# 1. INTRODUÇÃO

O pagamento do serviço de uma obra é realizado após o contratante aprovar o valor do progresso do serviço fornecido pelo contratado. Diante disso, podem surgir divergências sobre o custo referente à execução do serviço entre o contratante e o contratado, especialmente quando as condições de pagamento do contrato não são claras ou não são geridas adequadamente (Abotaleb; El-adaway, 2017; Demachkieh; M.abdul-Malak, 2019). Essas discordâncias geram problemas como o atraso dos pagamentos e, portanto, tem impacto negativo no desempenho do projeto.

Os avanços no BIM e da tecnologia blockchain possibilitaram um novo sistema integrado para melhorar o processo tradicional de pagamento do andamento da construção. O BIM não só permite a digitalização das informações do edifício como também fornece uma plataforma colaborativa entre as partes interessadas. Já a blockchain permite o uso de contratos automatizados, descentralizados, confiáveis e prometem ser uma opção para remodelar os processos de negócios tradicionais, pois podem diminuir os custos administrativos, melhorar a eficiência e construir confiança entre os envolvidos. (Chong et al., 2017; Zheng et al., 2020)

Daí o interesse na integração entre blockchain e BIM tem recebido atenção crescente nos últimos anos (Xue; Lu, 2020). No entanto, apesar dos benefícios oferecidos pela integração entre BIM e blockchain, a grande maioria dos empreendimentos ainda fazem uso de aplicações de pagamento habituais que são demoradas e abertas a potenciais divergências. (Penzes, 2018; Ye; Konig, 2021)

Embora a blockchain apresente potencial para o processo de pagamentos de progressos de obras, ainda há uma lacuna de pesquisa em relação à concepção inicial de uma rede blockchain. Há uma falta compreensão dos tipos de dados usados e armazenados em um banco de dados descentralizado, como a blockchain, e nas relações entre esses tipos de dados.

Sendo assim, percebe-se a necessidade de estruturar o projeto de sistemas de banco de dados através da geração de ferramentas que auxiliem este processo primário que são o MER e sua representação gráfica na forma de um DER. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo propor um método para o desenvolvimento de um contrato inteligente denominado BIMLedger ou BIMLDG usados neste estudo da voltado ao pagamento de concreto utilizado em paredes moldadas in loco por uma empresa construtora, com o suporte das tecnologias blockchain e BIM. A origem do nome do contrato vem da plataforma BIM e da rede blockchain Hyper Ledger Fabric, utilizados neste estudo.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

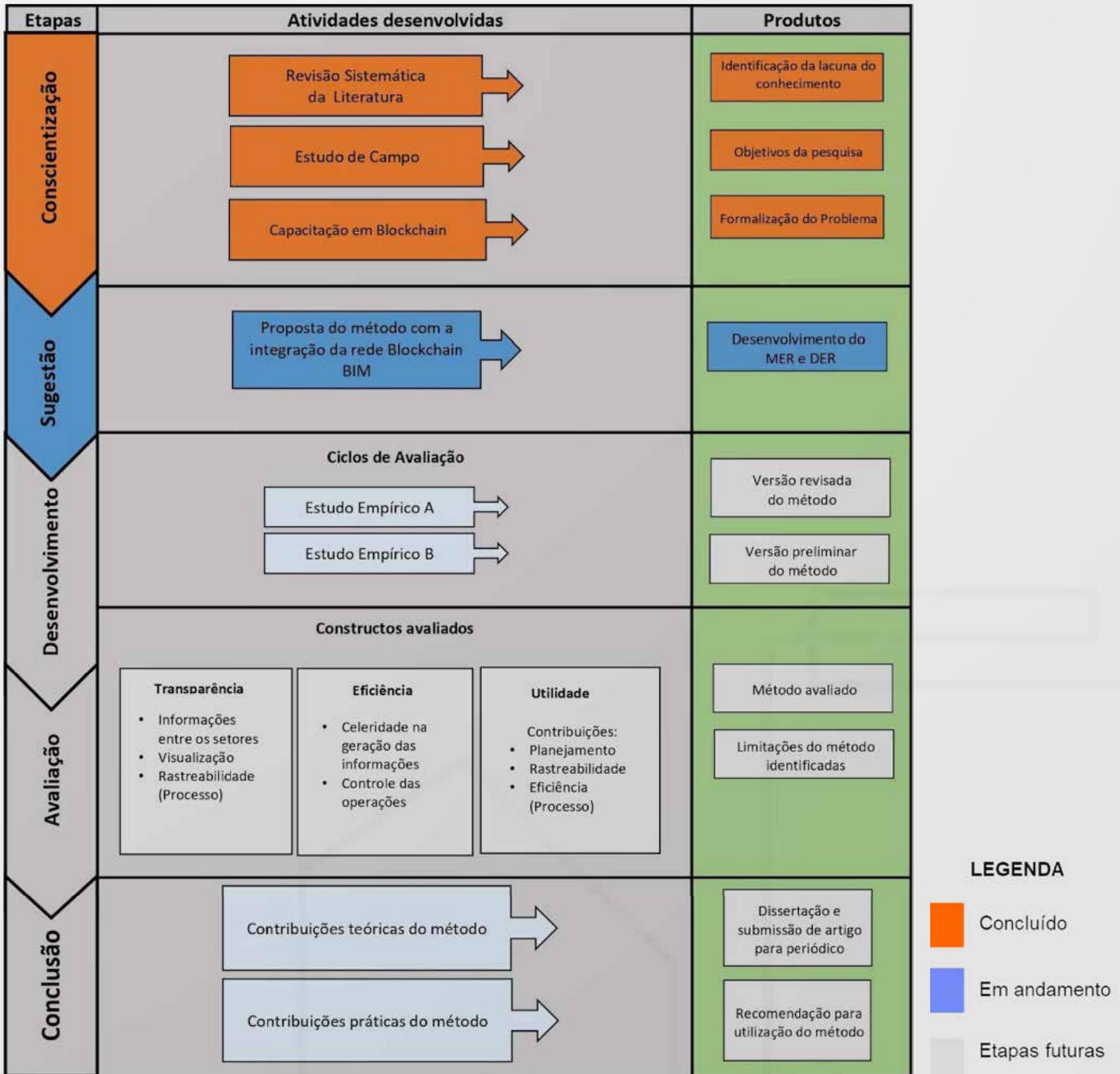
A partir de então, define-se que a tecnologia blockchain é um registro distribuído, descentralizado e armazenado em uma rede de computadores. Ao fazer parte desta rede, os participantes podem realizar qualquer transação de dados diretamente entre si através de mecanismos de consenso, eliminando a necessidade de intermediários. Esses dados são protegidos por criptografia e ficam registrados cronologicamente para cada participante numa cadeia de blocos muito difícil de ser alterada, tornando-os imutáveis. Essas características garantem mais transparência e segurança aos dados compartilhados. (Penzes et al., 2018; Lee et al., 2021)

A blockchain pode ser usada como uma plataforma para a execução de contratos inteligentes, que são escritos em algoritmos de forma com que sejam auto executáveis. A integração do BIM com tecnologias de contratos inteligentes oferece uma alternativa promissora para melhorar o processo tradicional de administração de pagamentos progressivos seja de materiais ou serviços, uma vez que o BIM permite a digitalização dos projetos de construção e os contratos inteligentes permitem a execução automatizada e garantida das condições contratuais. (Xue; Lu, 2020)

## MÉTODO DE PESQUISA

Este artigo adota como método de pesquisa a Design Science Research (DSR), que envolve a ação do pesquisador sobre um determinado panorama, compreendendo um problema, concebendo e validando uma possível solução (Hevner; Chatterjee, 2010). Além do mais, o estudo apresenta uma etapa dos resultados parciais de uma dissertação de mestrado referente a etapa de conscientização do delineamento de pesquisa conforme mostrado na Figura 1, onde é realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e um estudo de caso exploratório baseado no estudo de Piccoli e Trebino (2023).

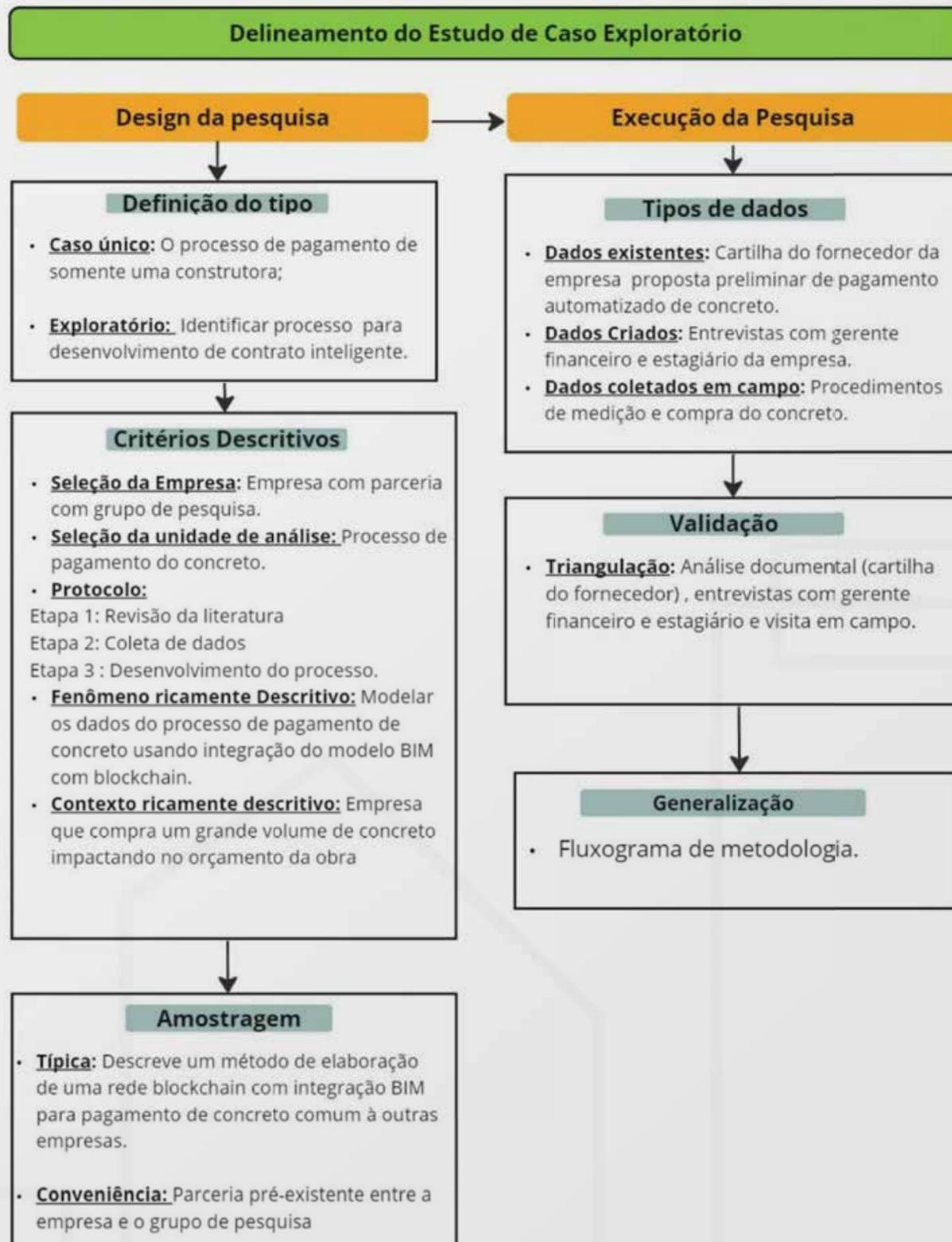
Figura 1 - Etapas do delineamento de pesquisa



Fonte: O autor

A partir da análise anterior, a fim de compreender melhor as necessidades, desafios e requisitos para desenvolver a rede blockchain no setor da construção, foi realizado como método de pesquisa a construção do estudo de caso seguindo as melhores práticas propostas por. (Araújo; Lucko, 2022) Definição do tipo, critérios descritivos, amostragem, tipos de dados, validação e generalização (Araújo; Lucko, 2022) conforme a Figura 2.

Figura 2: Delineamento da pesquisa



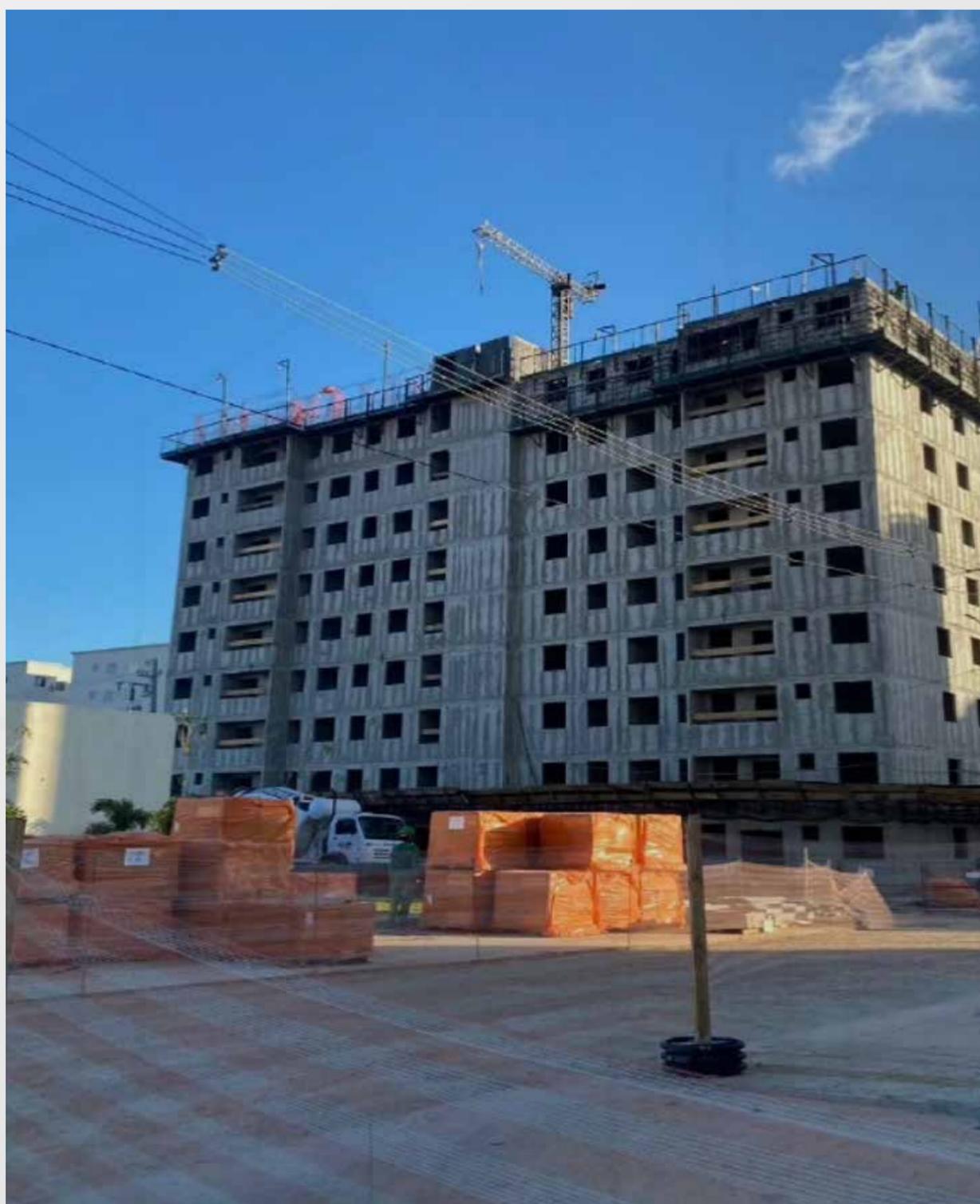
Fonte: O autor.

A primeira etapa consistiu na definição do tipo de estudo de caso. Neste trabalho, foi adotado um estudo de caso único, focado no processo de pagamento de uma construtora. Além disso, o estudo possui um propósito exploratório, conforme indicado por (Yin, 2001). Essa abordagem é especialmente adequada para situações em que há uma escassez de referências na literatura e de pesquisas anteriores.

Na segunda etapa, são apresentados os critérios descritivos que justificam a escolha desse caso particular para exploração, além de oferecerem instrumentos que possibilitam sua replicação. Esses critérios incluem a seleção da empresa e da unidade de análise, o protocolo, o fenômeno e um contexto ricamente descritivo. A empresa selecionada é uma construtora de grande porte que com mais de 40 anos de experiência no setor, atua na construção de empreendimentos habitacionais verticais usando o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco, e também já utiliza a tecnologia blockchain para a execução de contratos imobiliários. O pagamento de concreto foi escolhido devido ao fato do concreto ser um dos insumos de maior representatividade nas obras da empresa investigada, resultando em um grande volume adquirido para as obras e gerando um impacto financeiro direto no orçamento.

Por exemplo, a empresa selecionada utiliza aproximadamente 153 m<sup>3</sup> para um pavimento tipo. As etapas do estudo de caso foram as seguintes: realização de uma revisão sistemática da literatura; coleta de dados na empresa por meio de entrevistas e visitas em campo, além da análise do documento digital “Cartilha do Fornecedor” sobre as etapas do fluxo de pagamento de concreto em uma obra localizada em Salvador conforme Figura 3, com o objetivo de identificar os desafios existentes; e modelagem de dados para o pagamento de concreto.

Figura 3 - Obra de empreendimento habitacional



Na terceira etapa, foi delineado o tipo de amostragem realizado para investigar o fenômeno de interesse. A amostra coletada neste estudo pode ser considerada como típica, uma vez que descreve um método de elaboração de uma rede blockchain com integração BIM para o pagamento de concreto, que é comum a outras empresas do setor. Ademais, optou-se por uma amostragem de conveniência, dada a proximidade e a existência de parceria entre a empresa e o grupo de pesquisa, o que facilitou a coleta de dados necessários para a pesquisa.

Na quarta etapa, procedemos à especificação dos tipos de dados utilizados no estudo, conforme classificação em existentes, criados ou coletados em campo, conforme segue: Os dados existentes compreendem um arquivo digital disponibilizado pela empresa, intitulado "Cartilha do Fornecedor". Este documento detalha o fluxo para emissão de notas fiscais e oferece instruções sobre como acompanhar esse processo. Os dados criados foram gerados por meio de entrevistas.

Foram realizadas duas entrevistas, uma com o gerente financeiro e outra com o estagiário de engenharia civil. Durante essas entrevistas, foram coletadas informações sobre o funcionamento do fluxo de pagamento, áreas com potencial para automação e os desafios enfrentados com o processo atual de pagamento. Os dados coletados em campo resultam da observação participante conduzida pelos autores durante o processo de medição e aquisição de concreto. Essa abordagem permitiu uma compreensão detalhada dos procedimentos e das interações envolvidas nesse aspecto específico da operação da empresa.

Segundo Araújo e Lucko, (2022) é importante aplicar técnicas que garantam que os resultados sejam significativos com a validação interna e externa. Este estudo utiliza a técnica da triangulação através da sobreposição de informações coletadas de três fontes de perspectivas distintas que são: Documento da cartilha do fornecedor, entrevistas com dois funcionários e a observação participante dos autores em uma das obras da empresa. A última etapa é a de generalização, que consiste na capacidade de replicação da pesquisa em outros contextos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contexto específico do fluxo de pagamento de concreto, com base na proposta de integração da rede blockchain e BIM apresentada por Picolli e Trebino (2023), que delineia a visão futura do fluxo de liberação de pagamento de concreto por meio de um fluxograma, e considerando também o arquivo digital da empresa denominado "Cartilha do Fornecedor", sugere-se a elaboração preliminar de um MER e um DER.

Este diagrama construído a partir das descrições do MER, busca oferecer uma visão estruturada e detalhada do fluxo de pagamento de concreto para a concretagem de paredes moldadas in loco. Descrevendo o MER, nesse cenário, observa-se a existência de três entidades principais: Processo, Documento e Histórico de Movimentação do documento. Cada uma dessas entidades desempenha um papel fundamental no fluxo de pagamento de concreto, com a entidade processo servindo como o ponto central que coordena as interações entre os documentos e o histórico de movimentação.

A entidade processo, pela sua natureza multifacetada, engloba uma variedade de outras entidades que definem seu tipo e representa todas as atividades envolvidas no fluxo de pagamento de concreto, desde a solicitação inicial do material até a emissão da nota fiscal. Dentro desse amplo espectro de operações, incluem-se etapas cruciais como a requisição de concreto, sua avaliação, medição e todas as demais atividades relevantes que compõem o processo.

É fundamental ressaltar que a entidade processo não apenas inicia as operações a serem realizadas, mas também é responsável por gerar uma variedade de documentos ao longo do fluxo de pagamento. Por exemplo, se o processo estiver relacionado à solicitação de concreto, ele gerará o documento de pedido de suprimento.

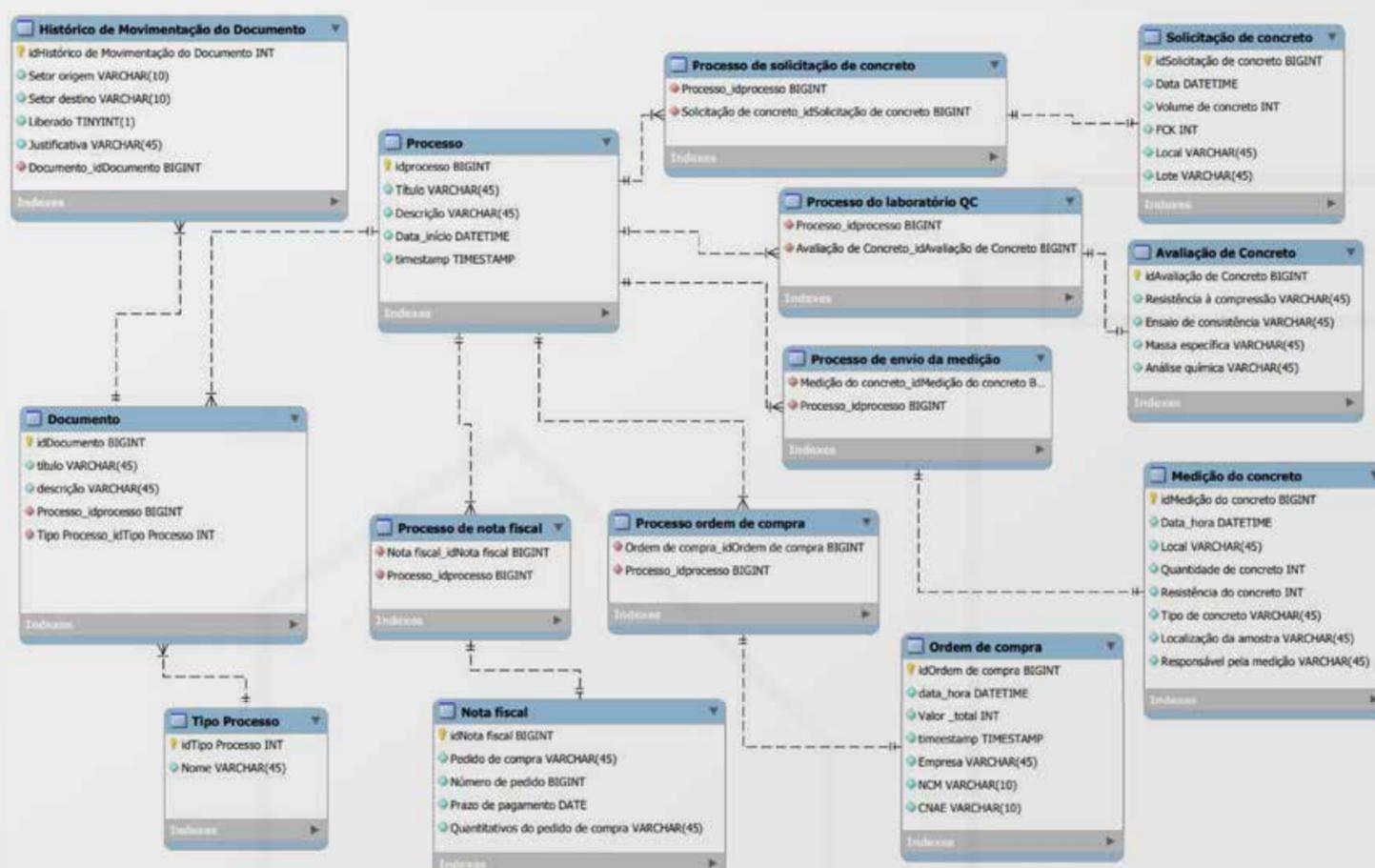
Da mesma forma, se estiver envolvido na avaliação do concreto, produzirá o relatório correspondente a essa avaliação. Essa capacidade de gerar diferentes tipos de documentos evidencia a versatilidade da entidade no processo e sua importância no contexto do fluxo de pagamento de concreto, e então, estabelece-se uma relação de 1 para N com a entidade documento.

A entidade Histórico de Movimentações desempenha um papel crucial para manter os registros e detalhes no contexto do fluxo de pagamento de concreto. Ela representa todo o trajeto percorrido por um documento desde o seu início até a conclusão da operação de um determinado processo. Isso é especialmente relevante, uma vez que, dentro desse fluxo, um documento pode não ser liberado e precisar retornar à origem para uma reavaliação. Isso permite uma compreensão abrangente de todas as etapas pelas quais o documento passou, incluindo eventuais revisões, reavaliações ou rejeições.

Essa transparência e rastreabilidade são essenciais para garantir a integridade e a eficiência do processo de pagamento de concreto. Além disso, é importante destacar que o Histórico de Movimentações estabelece uma relação de N para 1 com a entidade documento. Isso significa que um documento pode ter vários históricos associados a ele, refletindo as diferentes mudanças e atualizações ocorridas ao longo do tempo.

A partir das análises descritas, foi elaborado o DER, conforme ilustrado na Figura 4, utilizando a estrutura SQL no software MySQL Workbench. A escolha do MySQL Workbench se deu pela sua interface intuitiva e eficiente, que facilita o desenvolvimento do DER e a implementação das relações definidas durante a análise do fluxo de pagamento de concreto e da descrição do MER.

Figura 4: Diagrama Entidade-Relacionamento do fluxo de pagamento de concreto



Fonte: O autor.

## INTEGRAÇÃO ENTRE BIM E BLOCKCHAIN

A ideia para este projeto, é a utilização de uma API REST (Interface de Programação de Aplicação de transferência de estado representacional) para a integração entre BIM e Blockchain. Essa integração resgataria os dados das dimensões 4D e 5D do BIM elaborado no Revit. Uma proposta para a integração seria o uso de uma API profissional na linguagem de programação GoLang já disponível no CC Tools, que também já fornece a biblioteca de interface gráfica.

Após definir o tipo de transação do contrato inteligente e concluir o seu desenvolvimento, a API estará pronta e adaptada ao contrato programado, bem como, para a integração com o modelo BIM. Deve ser criada uma camada de intermediação utilizando o plugin Dynamo do Revit. A entrega de dados BIM deve estar no formato Industry Foundation Classes (IFC) (ifcXML) para ser recuperada usando linguagem como Java Script ou Go, utilizada pela plataforma blockchain. A rede blockchain selecionada para executar o contrato inteligente é a Hyper Ledger Fabric, pois garante o registro de dados seguro e à prova de falsificação, promovendo transparência, responsabilidade e flexibilidade para implementação.

## CONCLUSÃO

A evolução constante das tecnologias exige flexibilidade, inovação e uma ampliação de horizontes por parte daqueles interessados. Assim sendo, a tecnologia blockchain se prova como uma ferramenta indispensável quando se fala em automatização do pagamento, o que permite contornar as deficiências na gestão financeira na indústria da construção, conforme foi possível perceber com a revisão sistemática da literatura. Além disso, a integração supracitada maximiza a segurança nas transações, a eficiência na manipulação e uso dos dados das dimensões BIM (4D e 5D), bem como, a garantia na redução significativa do erro humano. Embora os estudos anteriores mencionados neste artigo proponham protótipos de contratos inteligentes para demonstrar a integração de BIM e blockchain para pagamentos, falta uma metodologia detalhada que os usuários possam validar e transformar em um banco de dados físico para colocar processos em movimento para implementar a rede blockchain de forma mais confiável. Estudos futuros podem ser realizados em outras empresas construtoras a fim de avaliar os custos de adoção do contrato proposto.

## REFERÊNCIAS

ABOTALEB, S.; EL-ADAWAY, I.; Administering employers payment obligations under national and international design-build standard forms of contract. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, v. 9. n. 2. 2017. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\) LA.1943-4170.0000213](https://doi.org/10.1061/(ASCE) LA.1943-4170.0000213).

ANTONOPOULOS, A.M.; WOOD, G. *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps*, 1st ed.; O'Reilly Media: Sebastopol, CA, USA, 2018.

ARAÚJO, L. G.; LUCKO, G. Best Practices for Case Studies in Construction Engineering and Management Research. *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 148, n. 8, ago. 2022. DOI:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\) CO.1943-7862.0002312](https://doi.org/10.1061/(ASCE) CO.1943-7862.0002312).

CHONG, H.; FAN, S.; SUTRISNA.; HSIEH, S.H.; TSAI, C.M. Preliminary contractual framework for BIM-enabled projects, *Journal of Construction Engineering and Management - ASCE* 143 (7) (2017) 04017025, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\) CO.1943-7862.0001278](https://doi.org/10.1061/(ASCE) CO.1943-7862.0001278).

DEMACHKIEH, F; M, ABDUL-MALAK. Administration of construction contract interim payments based on earned-value reduction techniques, *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, v. 11. n. 4. 2019. DOI : <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LA.1943-4170.0000309>.

HEVNER, A.; CHATTERJEE, S. Design science research in information systems. *Design research in information systems: theory and practice*, p. 9-22, 2010.

LEE, D. et al. Integrated digital twin and blockchain framework to support accountable information sharing in construction projects. *Automation in Construction*, v.127, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103688>.

PENZES, B. et al. *Blockchain technology in the construction industry: Digital transformation for high productivity*. Institution of Civil Engineers, 2018.

PICCOLI, D. L.; TREBINO, F. S.; NASCIMENTO, N. R. L.; MELO, R. S. S. de; ALBERTE, E. P. V. Aplicabilidade de contrato inteligente no pagamento do concreto de paredes moldadas in loco: um estudo exploratório. *Prêmio ADEMI de Inovação Acadêmica*, p. 49-53, 2023.

XUE, F.; LU, W. A semantic differential transaction approach to minimizing information redundancy for BIM and blockchain integration. *Automation in Construction*, v. 118, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103270>.

YE, X. L.; KONIG, M. Framework for automated billing in the construction industry using BIM and smart contracts, in *Proc. Int. Conf. Comput. Civil Building Eng.*, in *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 98, 2021, pp. 824838, doi: 10.1007/978-3-030-51295-8\_57.

YIN, R. *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Bookman editora, 2001.

ZHENG.; S. XIE.; H.-N. DAI.; W. CHEN.; X. CHEN.; J. WENG.; M. IMRAN. An overview on smart contracts: challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, v. 105, p. 475–491, abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12>.

# Centro de Computação da Bahia

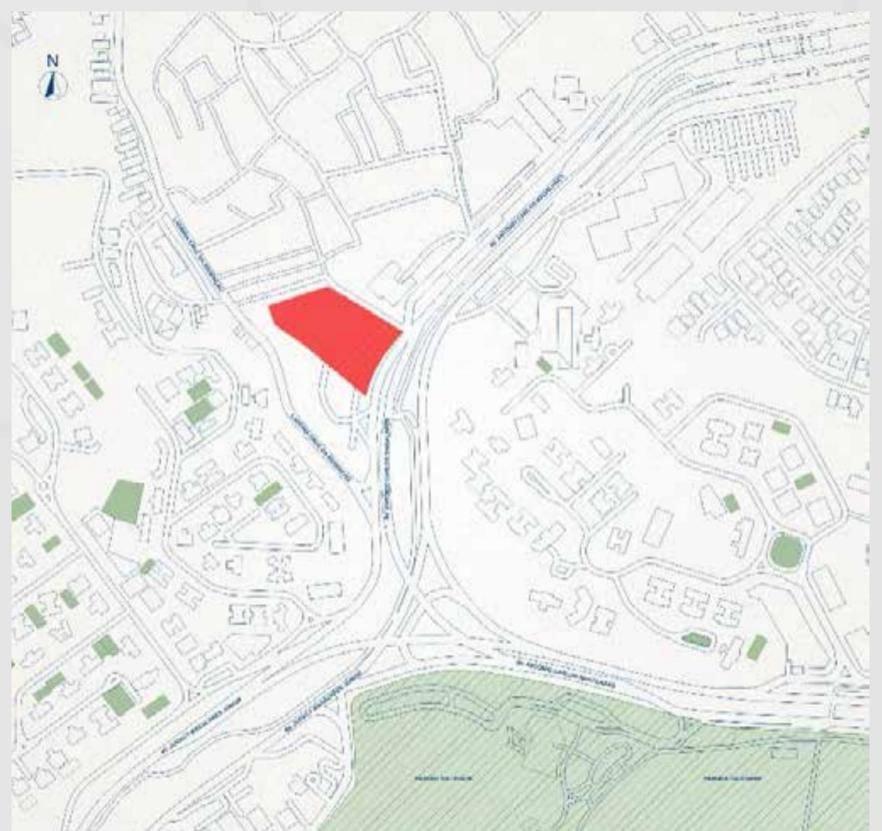
**Aluno: Paulo Victor Matos Leite de Ávila**  
**Orientador: Roberio do Nascimento Coêlho**  
**Curso: Arquitetura e Urbanismo**  
**Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia**



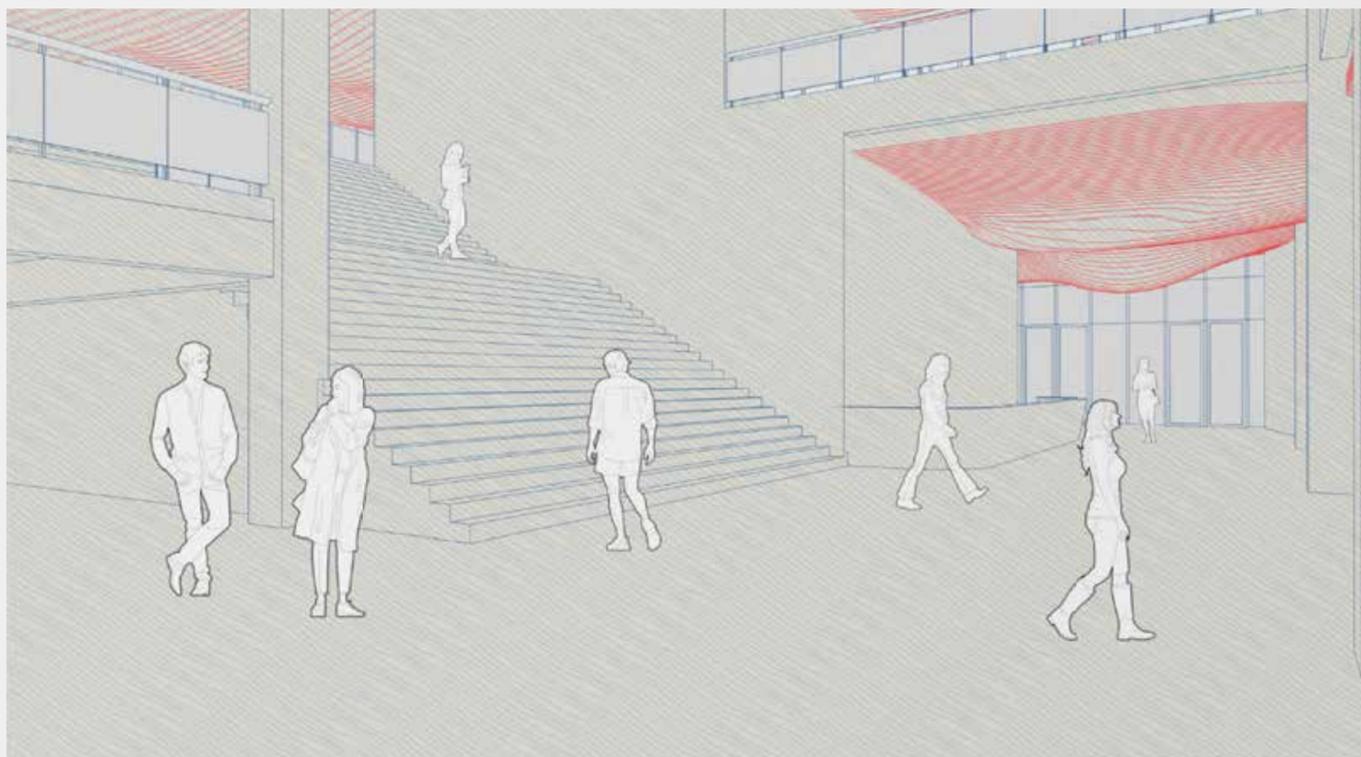
## 3 eixos para inovação

Com o rápido avanço tecnológico é preciso estar atento às novas ferramentas e métodos, e explorar o que há de melhor em termos de inovação, tanto no espaço físico quanto no virtual. Este trabalho buscou explorar novas tecnologias através de três eixos: a proposta – um centro para ensino, pesquisa e divulgação de tecnologias computacionais; a sua materialidade e o seu sistema construtivo – propõe-se o uso de elementos de madeira engenheirada; e na metodologia de desenvolvimento do projeto – explorando fluxos de trabalhos apoiados em BIM (Building Information Modeling), com o uso dos softwares Archicad 25, Rhinoceros 3D 7, e seu plug-in Grasshopper.

Propõe-se uma edificação com 12 pavimentos construída em grande parte com Madeira Laminada Cruzada (CLT, em inglês) e Madeira Laminada Colada (ou Glulam), que abrigará sete cursos de graduação, programas de pós-graduação, hubs de startup e atividades para divulgação da ciência da computação. Buscou-se uma maneira inovadora de organizar os espaços em uma edificação de múltiplos pavimentos: seguindo o conceito de campus vertical. Ambientes amplos, abertos para o exterior, com presença de vegetação e espaços de convivência em todos os níveis habitáveis do edifício, atingindo um alto aproveitamento do terreno, localizado em uma das zonas mais densas da cidade de Salvador.

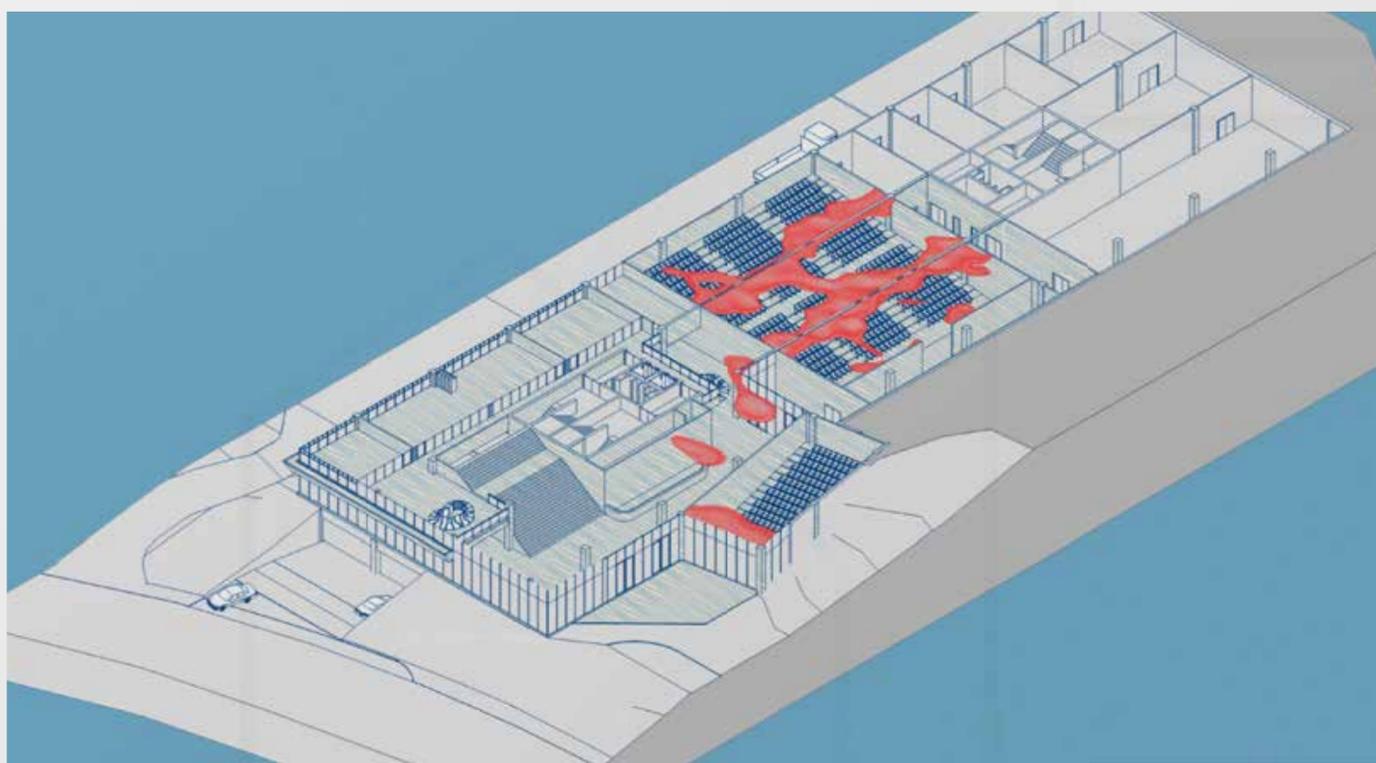


Mapa de localização. Imediações do Parque da Cidade, Av. Antônio Carlos Magalhães e Av. Juracy Magalhães Júnior. Fonte: o autor.



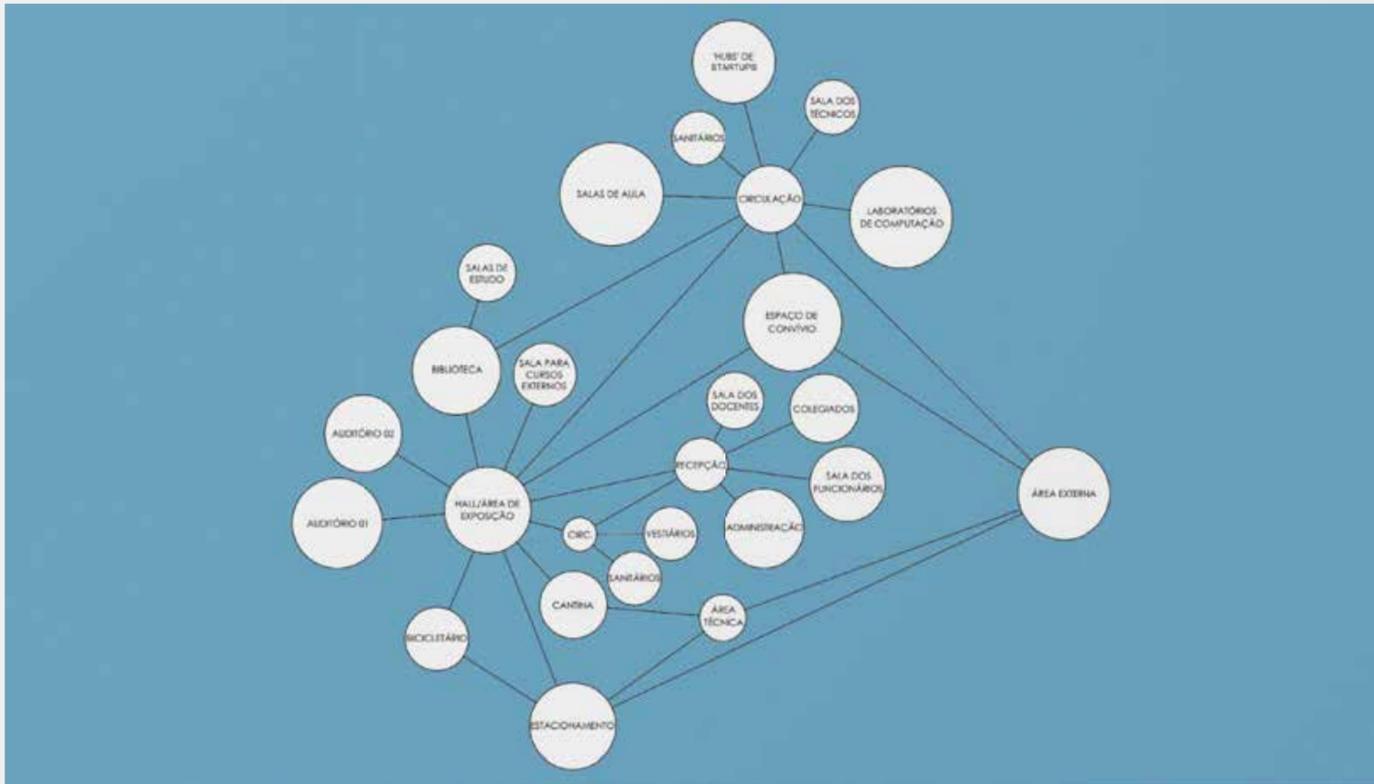
Hall de acesso principal no andar térreo. Fonte: o autor.

Almeja-se criar um espaço de alta qualidade para realização de atividades acadêmicas e, ao mesmo tempo informar o leitor sobre um novo sistema construtivo, e sobre um fluxo de trabalho ainda incomum para a maioria dos escritórios de arquitetura do Brasil.



Planta em perspectiva andar térreo. Fonte: o autor.

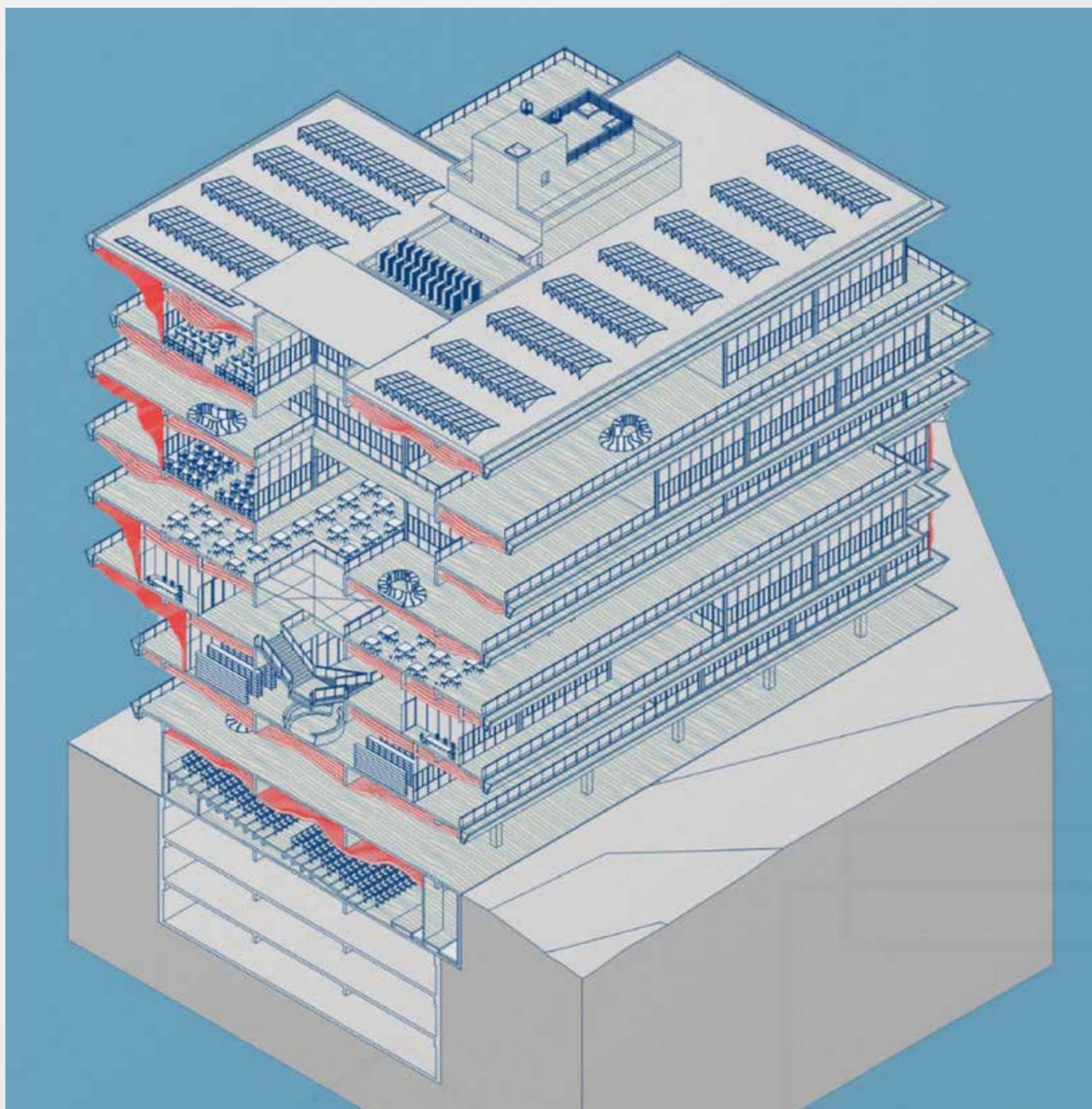
Eixo 01: proposta e conceito



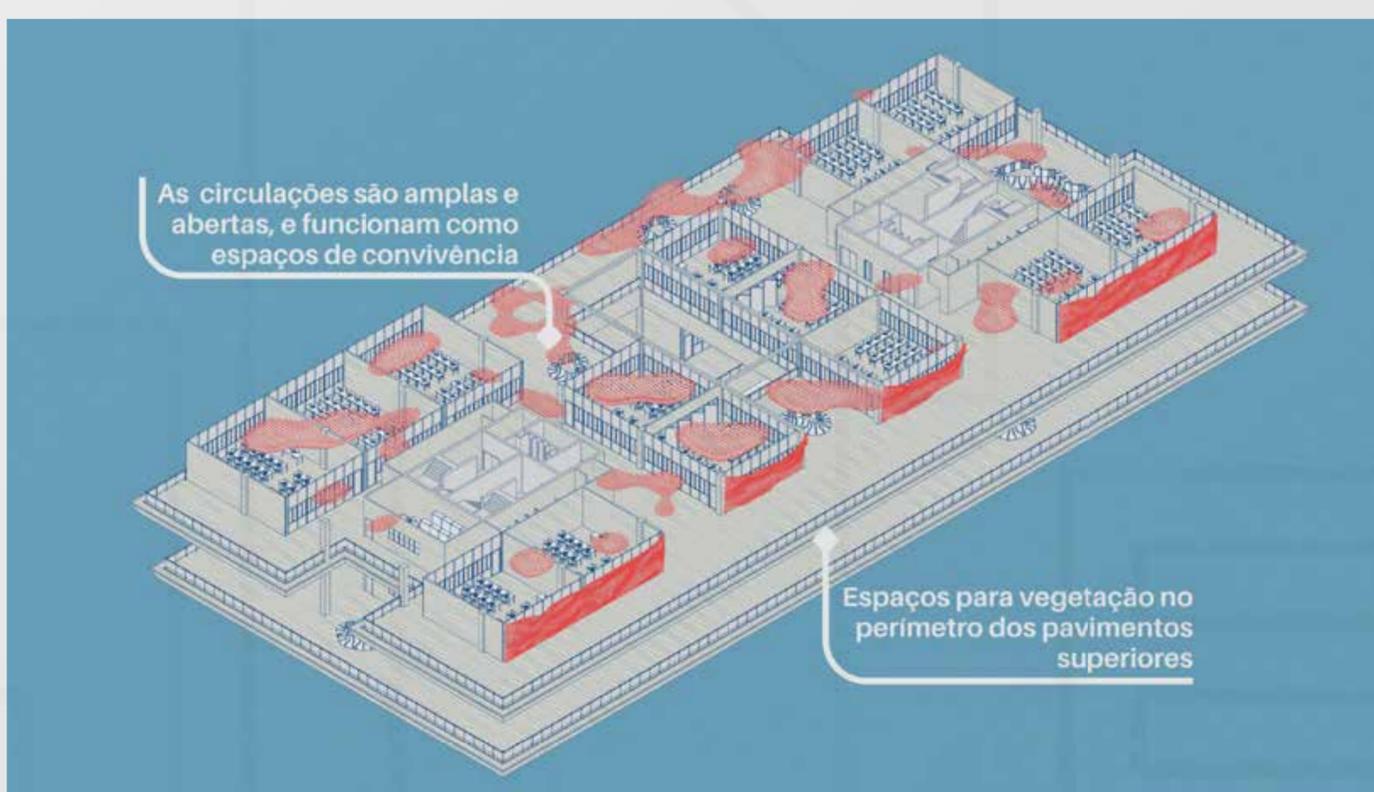
Organograma funcional. Fonte: o autor.

Propõe-se a criação de um edifício estruturado em madeira engenheirada, com amplos espaços de convivência e presença de áreas ajardinadas, para abrigar um centro de ensino, pesquisa e divulgação de computação. Serão ofertados sete cursos de graduação: Bacharelado em Engenharia da Computação, Bacharelado em Engenharia Elétrica (ênfase em computação), Engenharia Elétrica (ênfase em automação e controle); Bacharelado em Ciência da Computação, Bacharelado em Sistemas de Informação, Bacharelado em Matemática Aplicada e Computacional e Licenciatura em Computação. Além disso, serão oferecidos programas de pós-graduação, hubs para startups, laboratórios para o desenvolvimento de pesquisas e cursos de divulgação para o público externo.

Quando se verificou a necessidade de verticalizar a edificação para atender o extenso programa proposto, surgiu o conceito deste do campus vertical. A ideia é transmitir a sensação do ambiente amplo e natural em uma edificação de múltiplos pavimentos, construída com materiais e processos contemporâneos. Os espaços foram pensados para que os habitantes se sintam conectados ao ambiente externo. As circulações amplas servem como grandes varandas onde os estudantes podem se encontrar para trocar ideias ou simplesmente desfrutar da vista, da sombra e da ventilação natural.

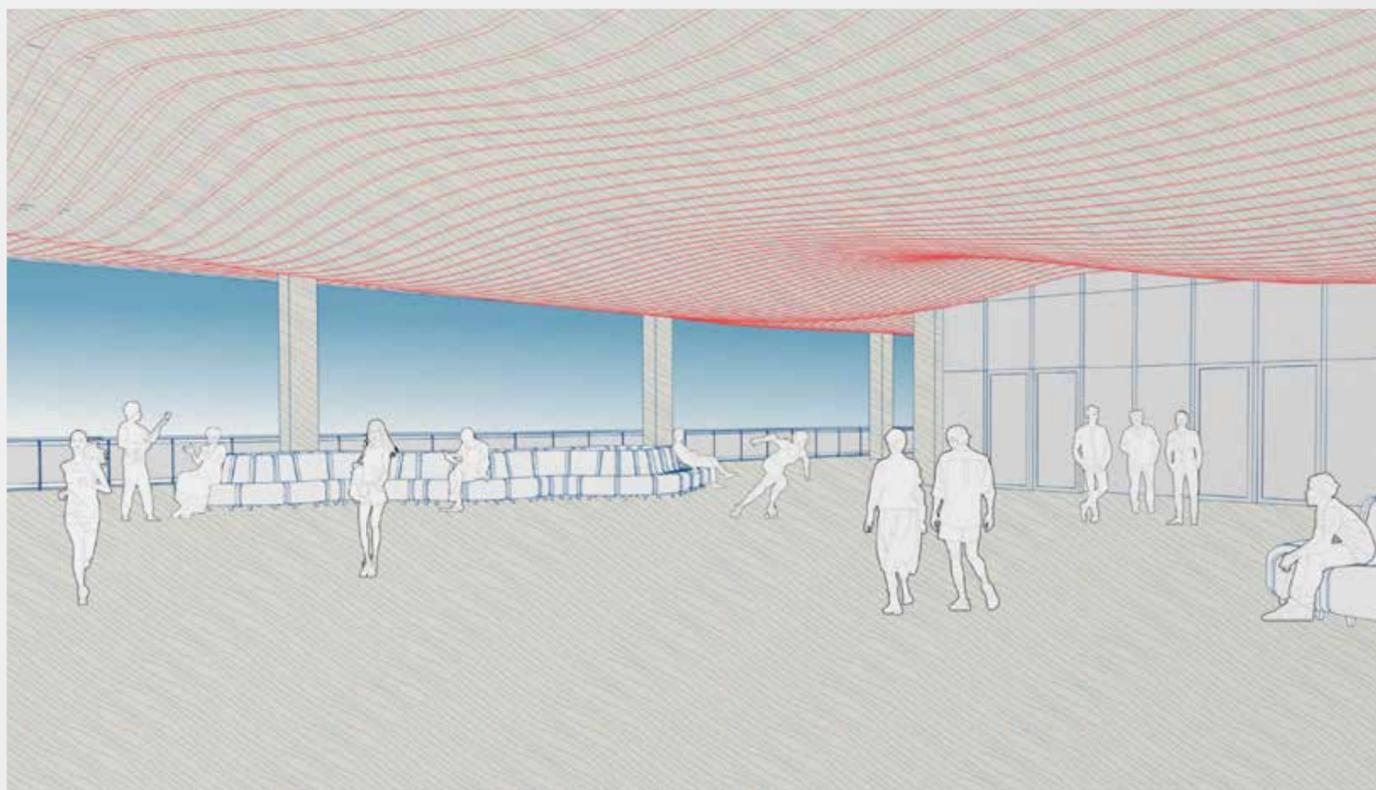


Organograma funcional. Fonte: o autor.

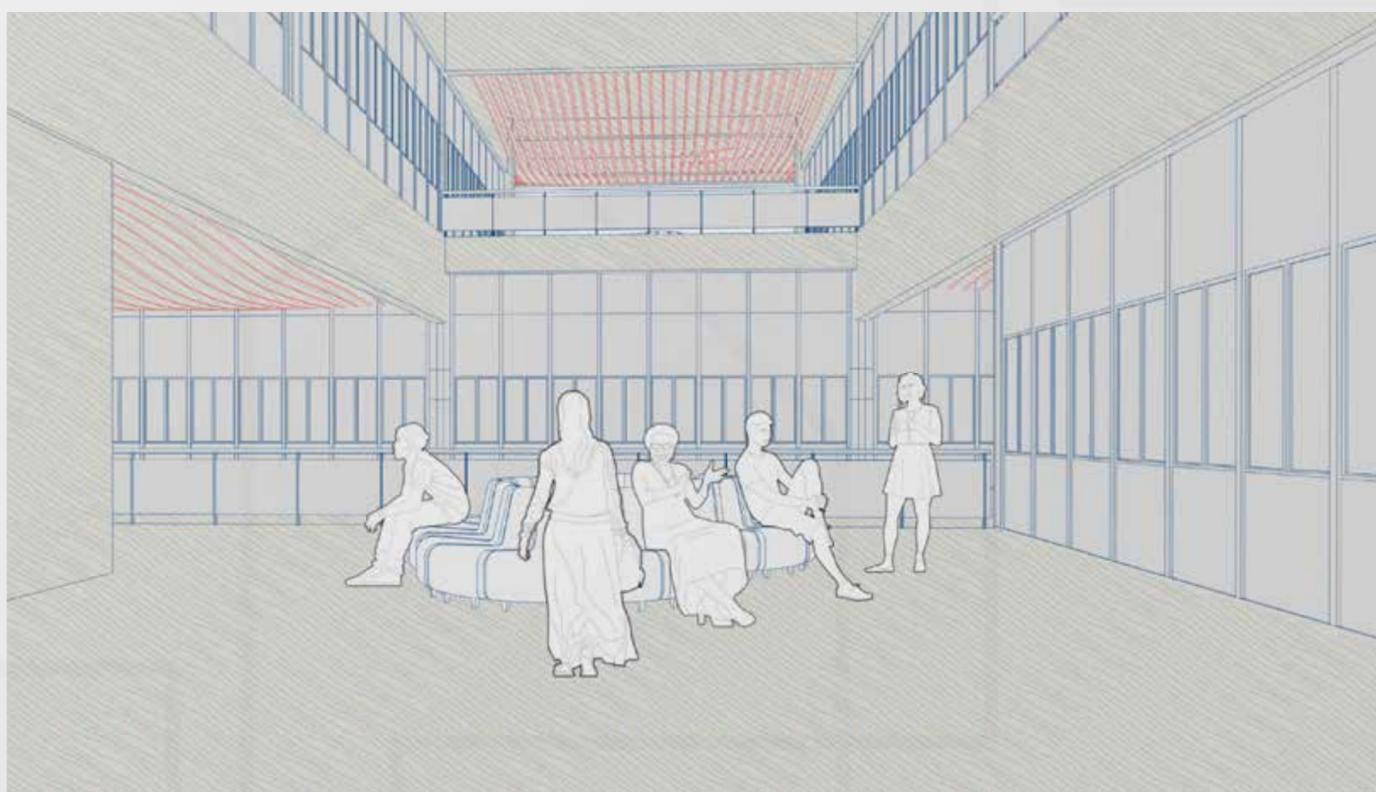


Planta em perspectiva do 6º andar, um dos 3 andares de salas de aula. Fonte: o autor.

O produto final foi uma edificação de 28.325m<sup>2</sup> que conta com 38 salas de aula, 10 hubs de startup, 8 laboratórios de pesquisa, 2 auditórios, praça de alimentação aberta ao público, biblioteca, hall de exposições e um grande vão livre ligado a um jardim de mais de 4.000m<sup>2</sup>.



Vão livre do vão livre no 1º andar. A topografia do terreno permite que essa área seja acessada por fora do edifício. Fonte: o autor.

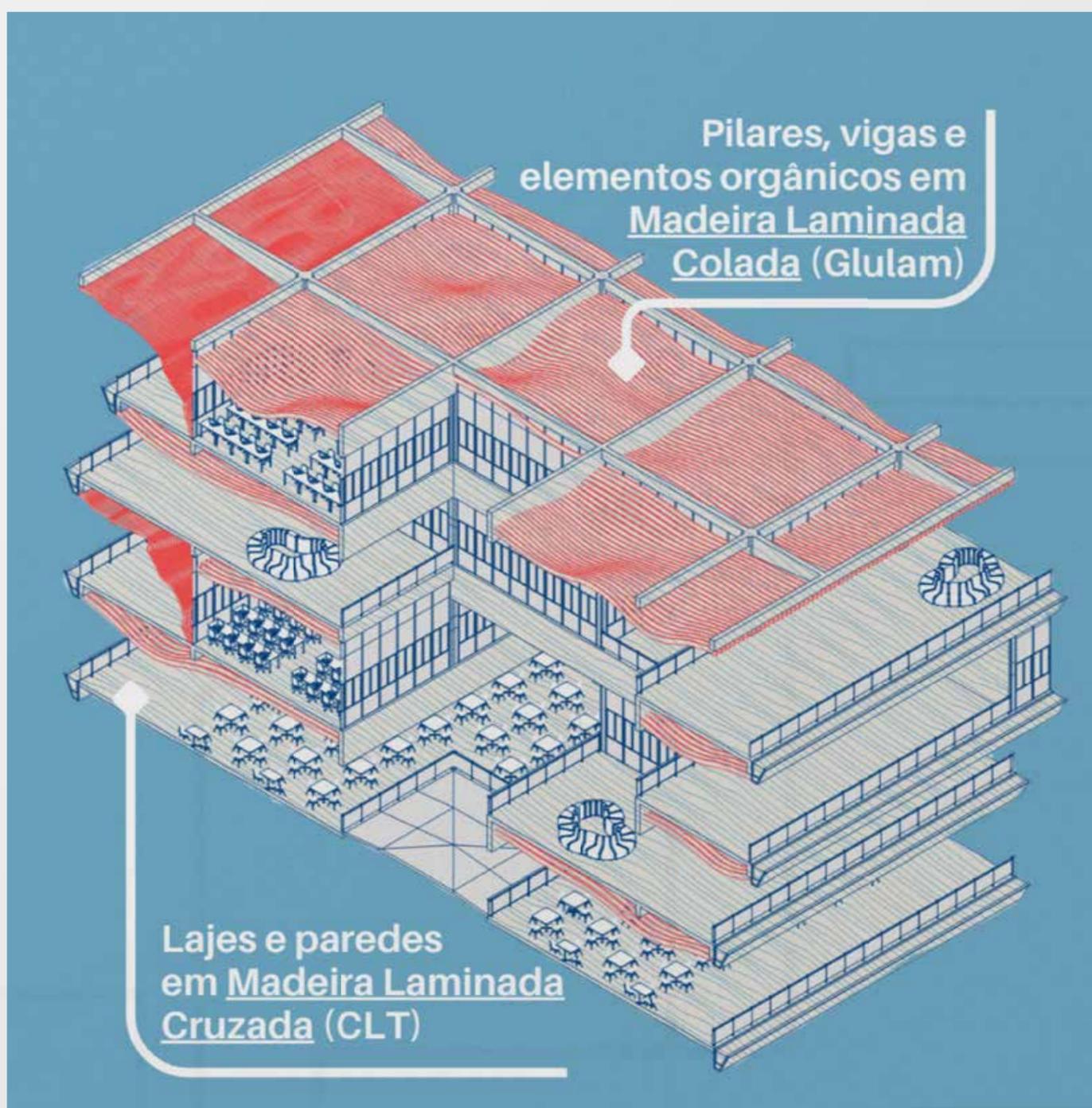


Área de convívio e circulação no 5º andar. Fonte: o autor

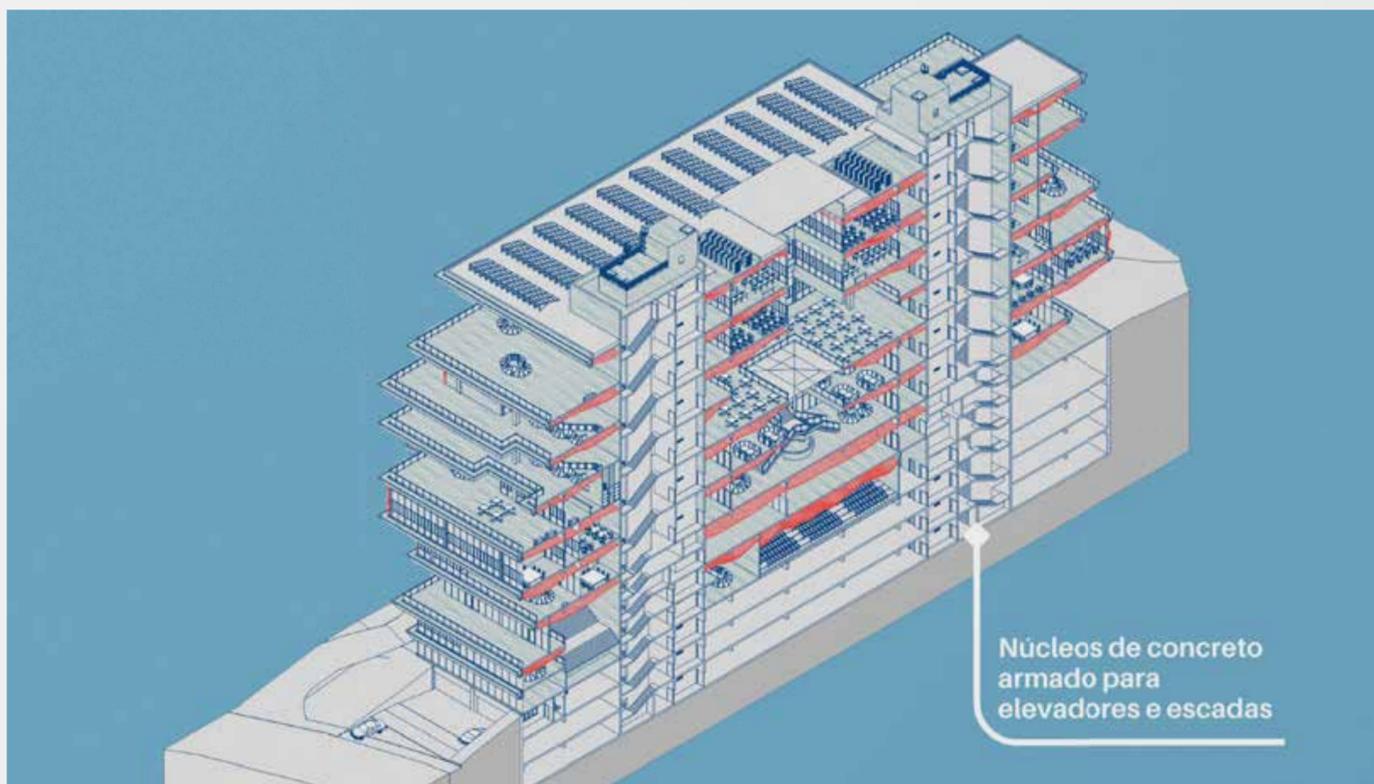
Eixo 2: sistema construtivo

Acerca do campo de materialidade, lança-se um olhar para novas tecnologias construtivas, e propõe-se o uso da Madeira Laminada Cruzada (CLT, em inglês) e da Madeira laminada colada (Glulam) como principais materiais de construção do edifício. São produtos que possuem boa resistência mecânica e contra fogo e podem ser usados em larga escala por se tratar de materiais altamente industrializados. As peças pré-fabricadas podem ser levadas para o canteiro somente para a montagem final, o que torna a obra mais rápida, limpa e eficiente.

Além disso, quando manejada corretamente, a madeira apresenta o potencial para tornar a indústria da construção mais sustentável por ser um material renovável e que captura carbono, sendo mais uma estratégia de combate às mudanças climáticas. A fabricação de peças CLT e Glulam ainda permite que elementos de madeira que normalmente seriam descartados sejam aproveitados sem perda de qualidade. Assim, elementos imperfeitos podem ser utilizados de maneira segura para criar um material versátil e de alto valor agregado.



Corte em perspectiva isométrica com aproximação no átrio central. Fonte: o autor.



Corte longitudinal em perspectiva isométrica. Os núcleos de concreto para escadas e elevadores atuam como âncoras para a estrutura em madeira engenheirada. Fonte: o autor.

### Eixo 3: método de projeto



Área de convívio e circulação no 2º andar. Fonte: o autor

A metodologia BIM se baseia na troca de informações geométricas e não geométricas através de modelos digitais da edificação. Essa abordagem possui uma forte sinergia com a madeira engenheirada, já que este é um material pré-fabricado sob medida a partir do modelo digital do projeto. Esse fluxo também facilita a montagem da edificação, pois é possível que cada elemento possa ser identificado através de um ID único e localizado no modelo digital. O modelo BIM da edificação foi criado com software Archicad 25, da desenvolvedora Graphisoft.

O processo BIM também abrange troca de informações e interoperabilidade entre sistemas. Para examinar esse aspecto do processo BIM, e para explorar as possibilidades da pré-fabricação em madeira engenheirada, decidiu-se criar elementos de forro e de proteção solar usando recursos de modelagem paramétrica gerados pelo software Rhinoceros 3D, através do plug-in Grasshopper. Através dele, é possível montar algoritmos que interagem com objetos modelados dentro do Rhinoceros 3D, e assim controlar parametricamente mais de 11.000 elementos distintos. A função Grasshopper – Archicad Live Connection permite trocar informações entre os programas em tempo real e de maneira automática.

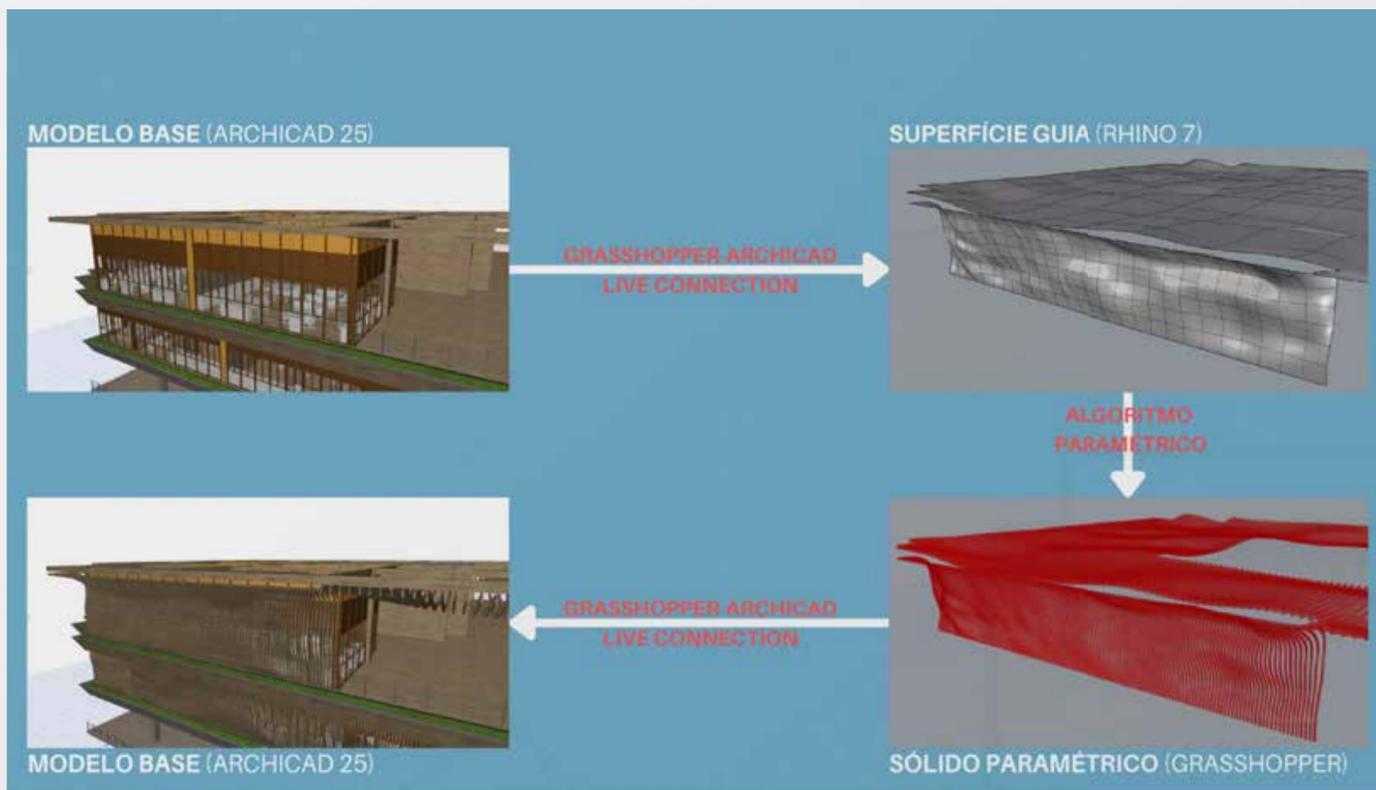
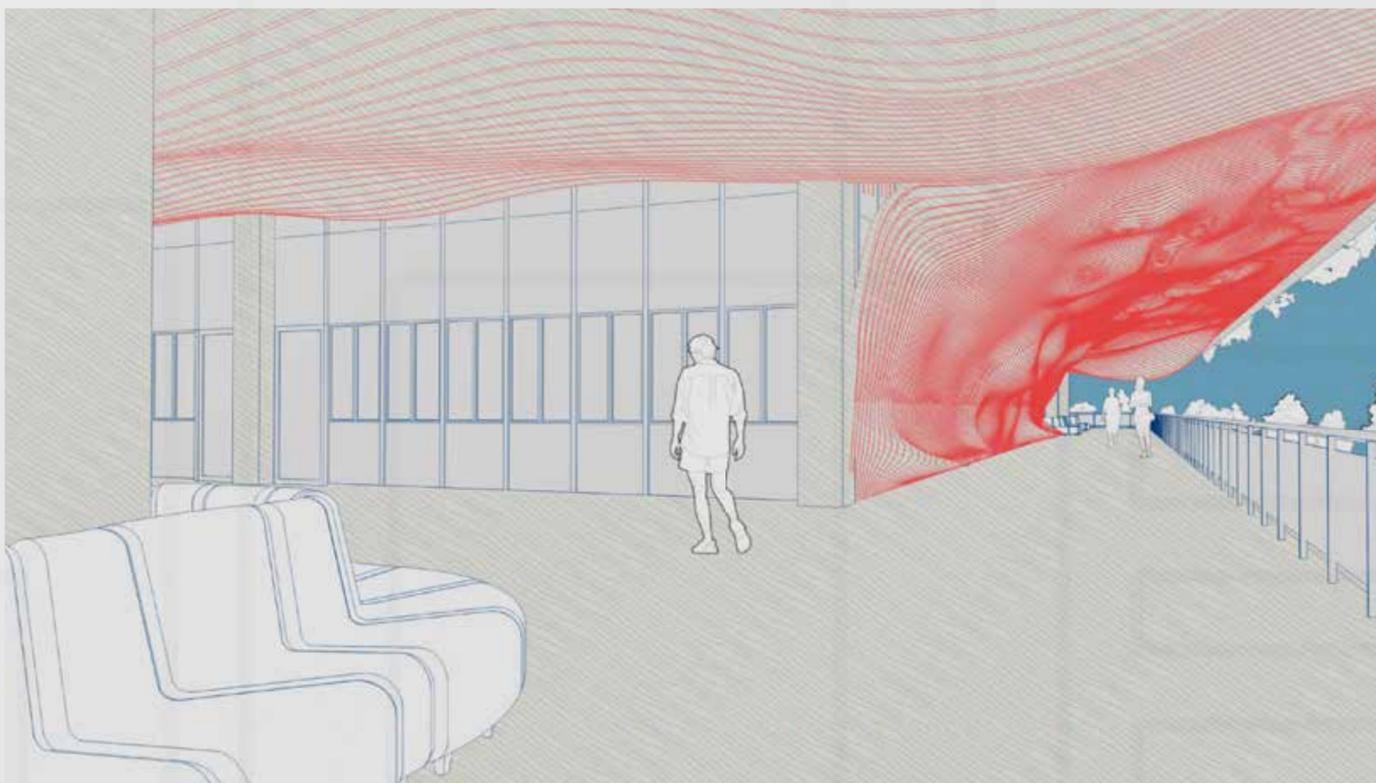


Diagrama do fluxo de trabalho. Fonte: o autor.

Com essas ferramentas, foi possível criar elementos que agregaram eficiência, conforto e plástica ao edifício e que não poderiam ter sido facilmente criados fora do fluxo de trabalho BIM.



Área de convívio e circulação no 7º andar. Fonte: o autor.



Perspectiva posterior do edifício. Os elementos destacados em vermelho foram projetados através de algoritmos com o objetivo de resguardar os ambientes voltados para o poente da incidência solar. Fonte: o autor.

## Conclusão

Este trabalho buscou explorar novas tecnologias através de três eixos estruturantes: o objeto do trabalho, o sistema construtivo e a metodologia de desenvolvimento do projeto. Objetivava-se era explorar tais temas e mostrar como eles podem se relacionar entre si, trazendo ao foco o método em que essas conexões foram exploradas, para criar uma arquitetura de boa qualidade, relevante no contexto atual e para o futuro.



Área central da praça de alimentação no 4º andar. Fonte: o autor.

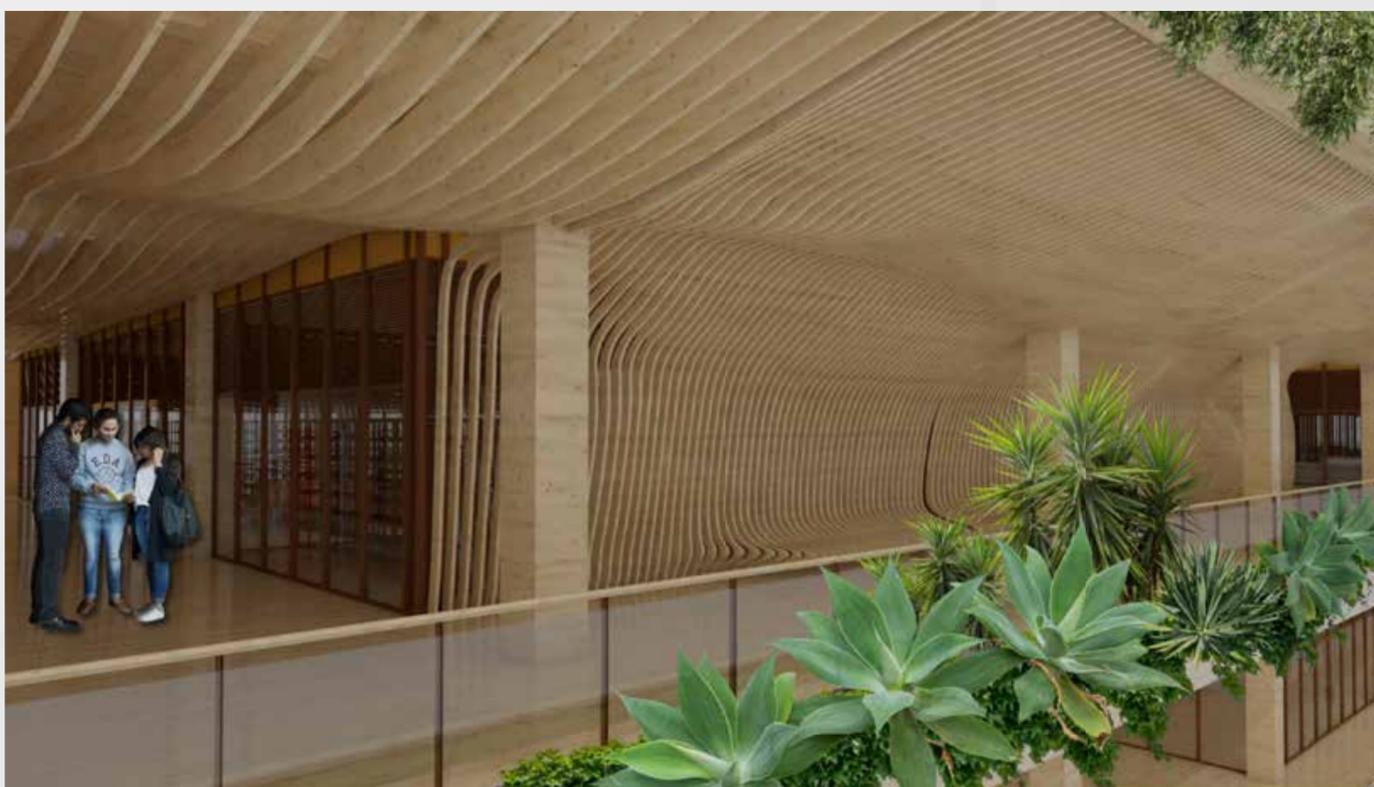
Buscou-se também, divulgar a madeira engenheirada como alternativa ao aço ou ao concreto na construção de grandes edificações. Estudos apontam que o desempenho desta classe de materiais é suficiente para atender as demandas de uma construção contemporânea, além de ser um recurso renovável de baixo impacto ambiental quando manejado corretamente, conforme é o padrão dos fabricantes de destaque ao redor do mundo.



Perspectiva renderizada no exterior da biblioteca, no 7º andar. Fonte: o autor.

A madeira engenheirada possui forte sinergia com o projeto em BIM, pois se trata de um sistema de peças pré-fabricadas que necessitam de um certo nível de controle muito mais facilmente alcançado e mantido com processos inteligentes de troca de informações em um ambiente digital.

Esse ambiente digital, por sua vez, só pode existir graças aos avanços na computação – assim, é possível perceber como os avanços tecnológicos podem se interligar, mesmo que pareçam distantes em um primeiro momento.



Perspectiva renderizada no exterior da biblioteca, no 2º andar. Fonte: o autor.

A natureza multidisciplinar do exercício da arquitetura requer que o indivíduo que a pratique esteja sempre em busca de conexões entre as diferentes áreas do conhecimento e as aplique de modo a encorajar outros a fazerem igual.



Perspectiva renderizada no exterior da biblioteca, no 2º andar. Fonte: o autor.

## Referências bibliográficas

AMIRI, A. et al. Cities as carbon sinks—classification of wooden buildings. *Environmental Research Letters*, v. 15, n. 9, p. 094076, 7 set. 2020.

BRANDNER, R. et al. Cross laminated timber (CLT): overview and development. *European Journal of Wood and Wood Products*, v. 74, n. 3, p. 331–351, 19 jan. 2016.

Burroughs B205 | Núcleo de Memória. Disponível em: <<http://nucleodememoria.vrac.puc-rio.br/palavras-chave/burroughs-b205>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

CARDI, M. Evolução da Computação no Brasil e sua Relação com Fatos Internacionais. Universidade Federal de Santa Catarina. 2012.

CARDI, M.; BARRETO, J Primórdios da Computação no Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina.

GELAIN, A. et al. Uma breve História da Computação Aplicada no Brasil. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 6, n. 2, 10 nov. 2014.

LAGUARDA MALLO, M. F.; ESPINOZA, O. Awareness, perceptions, and willingness to adopt Cross-Laminated Timber by the architecture community in the United States. *Journal of Cleaner Production*, v. 94, p. 198–210, maio 2015.

LINHARES, A. C. O.; SANTOS, K. S. A Licenciatura em Computação no Brasil: histórica e contexto atual. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 29, p. 188–208, 12 mar. 2021.

MOODY, R.; HERNANDEZ, R. Glued-Laminated Timber. In: Smulski, Stephen, ed., *Engineered wood products-A guide for specifiers, designers and users*. P. 1-39, 1997.

NÄSSÉN, J. et al. Concrete vs. wood in buildings – An energy system approach. *Building and Environment*, v. 51, p. 361–369, maio 2012.

SATHRE, R.; GUSTAVSSON, L. Using wood products to mitigate climate change: External costs and structural change. *Applied Energy*, v. 86, n. 2, p. 251–257, fev. 2009.

Zezinho - wikITA. Disponível em: <<http://www.aeitaonline.com.br/wiki/index.php?title=Zezinho>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

ZORZO, A. F et al. Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. Sociedade Brasileira de Computação (SBC). 153p, 2017. ISBN 978-85-7669-424-3.

# Modelagem Baseada em Agentes para Gestão da Segurança em Canteiros de Obras: Validação do Modelo

**Alunos: Vanessa Cruz Pacheco e  
Guilherme dos Santos Bonfim**

**Orientadora: Elaine Pinto Varela Alberte**

**Cursos: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPEC) e  
Engenharia de Computação**

**Instituição: UFBA - Universidade Federal da Bahia**

## RESUMO

O setor da construção é um dos setores que mais registram acidentes de trabalho no Brasil. Os canteiros de obra são ambientes complexos e dinâmicos, compostos por uma variedade de elementos na etapa produtiva da construção, incluindo materiais, equipamentos e operários. A gestão da segurança é crucial nesse contexto, pois busca identificar, controlar e avaliar os riscos presentes no ambiente de trabalho. Observa-se, portanto, a necessidade de estudos que desenvolvam ferramentas de apoio à gestão da segurança na construção. Recentemente, modelos computacionais baseados em agentes têm sido desenvolvidos para analisar a segurança em canteiros de obra, utilizando teorias sociais como a teoria do risco. A modelagem baseada em agentes destaca-se como uma metodologia computacional que pode apoiar a gestão da segurança na construção a partir de uma abordagem bottom-up, abordagem esta que analisa os aspectos a partir da base da produção (colaboradores) para o topo (gerência). Este artigo apresenta um modelo baseado em agentes desenvolvido a partir de conceitos teóricos e empíricos, com o objetivo de representar o processo sociocognitivo dos comportamentos de segurança dos trabalhadores da construção civil. Essa ferramenta foi elaborada para conduzir experimentos que analisam o processo de tomada de decisão de segurança dos colaboradores, bem como o impacto das estratégias de gestão da segurança, como treinamento, diálogo e inspeção com feedback, nos comportamentos seguros dos trabalhadores. A ferramenta desenvolvida identifica os melhores cenários e práticas a serem adotadas, fornecendo suporte à tomada de decisão dos gestores de segurança. Os resultados obtidos demonstram a validade replicativa e estrutural do modelo, bem como sua aplicabilidade para auxiliar os gestores a simular diferentes cenários de estratégias gerenciais, visando identificar ações mais eficazes para promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável no canteiro de obras.

**Palavras-chaves:** Modelagem baseada em agentes. Simulação Computacional. Clima de Segurança. Comportamento Inseguro. Gestão de Riscos.

# 1. INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil desempenha um papel significativo na estrutura econômica do país, sendo responsável por uma parcela considerável da geração de empregos no Brasil (CBIC, 2022). No entanto, a segurança na Indústria da Construção Civil tem se tornado uma preocupação crescente para as grandes empresas. Em 2022, o setor representou 6,55% dos acidentes em relação ao total de acidentes ocorridos no país, segundo os dados mais recentes do Anuário Estatístico da Previdência Social (BRASIL, 2024). A indústria da construção brasileira apresenta taxa de mortalidade de 11,76 casos para cada grupo de 100 mil trabalhadores (ANAMT, 2019).

Os acidentes e fatalidades ainda são um problema global, mesmo com as reformas regulatórias, a legislação e as pesquisas já existentes (DING et al., 2018). O comportamento inseguro dos trabalhadores é apontado como um dos principais fatores ligados às lesões ocupacionais e acidentes no ambiente de trabalho (CHOI; LEE, 2018). No entanto, diversos autores ressaltam o impacto positivo de estratégias gerenciais no comportamento de segurança dos trabalhadores em canteiros de obras (CHOI; LEE, 2018; ZHANG et al., 2019). Assim, ao gerenciar a segurança de forma adequada nos canteiros de obras, é possível reduzir o número de comportamentos inseguros e, conseqüentemente, de acidentes na construção civil.

No contexto brasileiro, as normas regulamentadoras (NRs) são essenciais para orientar funcionários e empregadores sobre obrigações, direitos e deveres, assegurando um ambiente de trabalho seguro. Contudo, garantir a segurança dos trabalhadores na indústria da construção civil é uma tarefa ampla e desafiadora, devido às condições de trabalho dinâmicas e complexas desse setor. Com a chegada da Indústria 4.0, surgem oportunidades para aplicar metodologias computacionais no desenvolvimento de ferramentas que auxiliem a gestão da segurança na construção civil.

A modelagem baseada em agentes (MBA) surge como uma abordagem eficaz para analisar e apoiar a tomada de decisão dos gestores nos canteiros de obras (KHODABANDELU E PARK, 2021). A MBA é uma metodologia de simulação computacional que simula ações e interações entre agentes em diferentes escalas espaciais e temporais. Esses agentes podem ser indivíduos, como pessoas, animais, ou entidades coletivas, e possuem atributos, regras de comportamento e de interação entre si e com o ambiente de simulação (FURTADO, 2018). Essa tecnologia segue uma abordagem bottom-up, sendo adequada para compreender o comportamento humano e simular cenários hipotéticos em um sistema social complexo (NWAGBALA; PARL, 2023). Por oferecer um ambiente seguro e controlado, essa ferramenta possibilita simular diferentes cenários sem os custos ou riscos associados aos experimentos no mundo real, permitindo que mudanças sejam testadas antes de serem implementadas na prática.

Este estudo apresenta um modelo baseado em agentes, validado com dados teóricos e empíricos, para representar o processo sociocognitivo dos comportamentos de segurança dos trabalhadores da construção civil. O modelo é utilizado para conduzir experimentos que examinam o processo de tomada de decisão de segurança dos colaboradores e o impacto das estratégias de gestão da segurança (ou seja, treinamento de segurança, diálogo de segurança e inspeção de segurança com feedback) nos comportamentos seguros dos trabalhadores. Essa ferramenta identifica os melhores cenários e práticas a serem aplicadas, apoiando a tomada de decisão dos gestores de segurança, otimizando os recursos organizacionais e contribuindo para um ambiente mais saudável, sustentável e seguro na construção civil.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A modelagem baseada em agentes tem sido empregada por diversos setores, de modo a prever cenários e auxiliar na tomada de decisão de profissionais por meio de simulações computacionais. Isso inclui a área da saúde (ALRAWAS; TRIDANE; BENRHMACH, 2024), análise do transporte urbano (ZARE et al., 2024), estudos de planejamento urbano (GE; FURTADO, 2023) e a indústria da construção civil (ZHANG et al., 2019). Na construção civil, destaca-se a aplicação do MBA em diversas etapas da construção. Na etapa de projeto, afim de estudar possibilidades de facilitar a evacuação (MIRAHADI; MCCABE; SHAHI, 2019). Durante a fase de construção são desenvolvidos estudos para melhorar a segurança (CHOI; LEE, 2018) e a produtividade dos trabalhadores (BEN-ALON; SACKS, 2018). E durante a etapa de pós-construção os estudos focam na avaliação ou melhoria da evacuação (CHEN; MA; LO, 2017) e recuperação pós-desastre (EID; EL-ADAWAY, 2017).

A utilização da modelagem baseada em agentes (MBA) na construção civil permite simular o comportamento dos trabalhadores, considerando o ambiente dinâmico e complexo dos canteiros de obras. Essa tecnologia viabiliza a análise das interações entre a equipe de engenharia e os colaboradores, assim como de seus comportamentos individuais (ZHANG et al., 2019). Dessa forma, a MBA se apresenta como uma estratégia que possibilita a realização de simulações para compreender quantitativamente como os fatores gerenciais de segurança influenciam a tomada de decisão dos trabalhadores, contribuindo para a redução de comportamentos inseguros e de acidentes nos canteiros de obras. No entanto, para uma simulação realista do comportamento humano, é crucial que a MBA se baseie em teorias sociais (CHOI; LEE, 2018; YE et al., 2020) e em dados empíricos (CHOI; LEE, 2018; ZHANG et al., 2019).

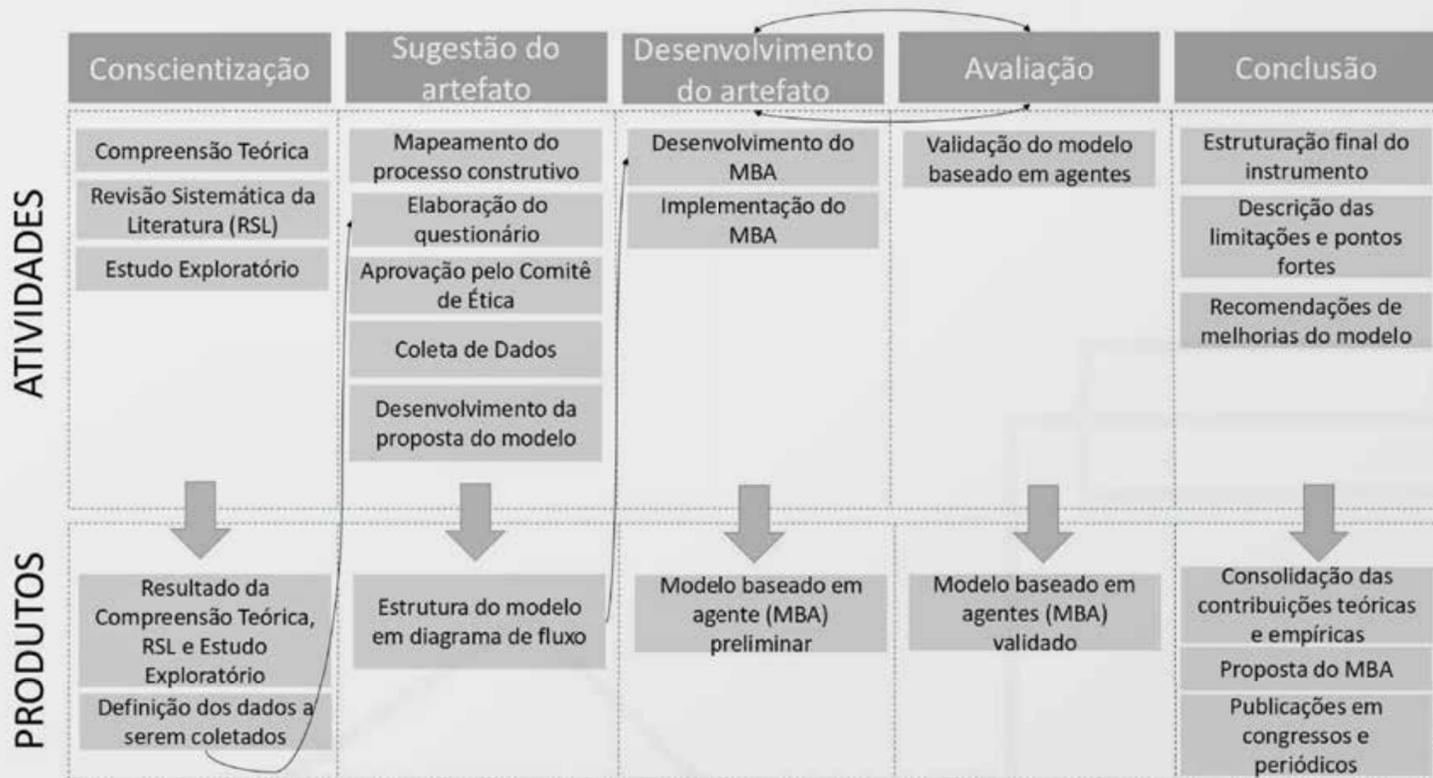
Pacheco et al. (2024) realizaram uma Revisão Sistemática da Literatura, analisando 19 estudos que estudaram a aplicação da modelagem baseada em agentes (MBA) para melhorar a segurança nos canteiros de obras. O estudo destaca o potencial dessa abordagem para apoiar a gestão da segurança na construção civil e observa uma tendência na literatura em utilizar a MBA para analisar a postura de segurança dos colaboradores frente aos riscos, tanto com quanto sem a influência de intervenções gerenciais (ZHANG et al., 2019). Os autores apontam que os modelos utilizam teorias comportamentais para justificar a tomada de decisão dos agentes e examinam o impacto de fatores como feedback dos gestores, treinamentos e inspeções de segurança nas taxas de acidentes. No entanto, Pacheco et al. (2024) observam uma escassez de estudos aplicados que abordem a realidade brasileira e examinem o impacto simultâneo de diversas práticas de gestão da segurança no comportamento dos trabalhadores. Em vez disso, os modelos são empregados para validar o impacto individual de cada prática na redução de acidentes.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia adotada para esta pesquisa é a Design Science Research (DSR), que visa desenvolver soluções práticas e contextualizadas para problemas do mundo real (LUKKA, 2003; BASKERVILLE, 2018). O artefato proposto é um modelo baseado em agentes (MBA), utilizado para conduzir experimentos que examinam o processo de tomada de decisão de segurança dos colaboradores e o impacto das estratégias de gestão da segurança nos comportamentos seguros dos trabalhadores.

Diante disso, o problema prático que este trabalho busca resolver é a redução do número de acidentes na construção civil. Utilizando a simulação computacional, procuramos identificar o melhor cenário para aplicação de estratégias gerenciais de modo a influenciar positivamente o comportamento seguro dos colaboradores. A pesquisa foi conduzida em cinco etapas (Figura 1). Este artigo apresenta a etapa de avaliação, com foco na validação do modelo, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Delineamento da pesquisa



Fonte: Os autores

A etapa de validação do modelo busca compreender se ele é útil e válido para responder ao seu propósito (FURTADO, 2018). Para isso, foram realizadas as validações replicativa e estrutural, a partir de testes com um modelo de base. O modelo de base representa um canteiro de obras composto por três equipes de trabalho, com 20, 10 e 7 profissionais, totalizando 37 colaboradores trabalhando simultaneamente em atividades distintas, durante 900 dias. Cada grupo possuía uma faixa específica de exposição ao risco, variando de médio a alto risco. Em relação as estratégias de gestão da segurança, o modelo de base considera um cenário em que os treinamentos de segurança (NR-18 e NR-35) são realizados a cada 2 anos, os diálogos de segurança ocorrem diariamente e há uma probabilidade de 50% de aplicação de feedbacks aos trabalhadores durante as inspeções diárias de segurança. Os cenários foram simulados 50 vezes, resultando em um total de 1200 simulações. As modificações nos cenários foram realizadas conforme o objetivo da etapa de validação.

A validação estrutural refere-se ao processo de verificar se a estrutura interna do modelo é correta e se está construída de acordo com as teorias e conceitos que pretende representar. Já a validação replicativa está relacionada à capacidade do modelo de base de reproduzir resultados ou padrões observados em estudos empíricos. Além disso, foram conduzidos testes em parâmetros-chave do modelo para análise de sensibilidade, garantindo que o modelo reagisse realisticamente a mudanças nos parâmetros. Para validar a aplicabilidade do MBA proposto, um total de 14 cenários de gestão de segurança diferentes foram simulados neste estudo (Figura 2). Esses cenários variaram conforme a aplicação das estratégias gerenciais de segurança no canteiro de obras, analisando a eficácia dessas estratégias tanto separadamente quanto em conjunto.

Figura 2 – Cenários de simulação

ANÁLISE 1				ANÁLISE 2			
Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
TT-DDS	TS-DDS	TA-DDS	TB-DDS	TT-DSS	TS-DSS	TA-DSS	TB-DSS
Treinamento (Trimestral)	Treinamento (Semestral)	Treinamento (Anual)	Treinamento (Bienal)	Treinamento (Trimestral)	Treinamento (Semestral)	Treinamento (Anual)	Treinamento (Bienal)
Diálogo <b>diário</b> de segurança				Diálogo <b>semanal</b> de segurança			
ANÁLISE 3				ANÁLISE 4			
Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 1	Cenário 2		
TT-sD	TS-sD	TA-sD	TB-sD	sT-DDS	sT-DSS		
Treinamento (Trimestral)	Treinamento (Semestral)	Treinamento (Anual)	Treinamento (Bienal)	Diálogo <b>semanal</b> de segurança			
<b>Sem</b> diálogo de segurança				<b>Sem</b> treinamento de segurança			

Fonte: Os autores

Para a validação estrutural, foi analisada a reprodução das teorias e conceitos incorporados ao modelo, os quais foram obtidos na etapa de Conscientização. São incorporados os conceitos da Teoria do risco, a Teoria da Identidade Social e da Comparação Social, e conceitos como Clima de segurança Organizacional e de Grupo. Para análise de reprodução de resultados empíricos, foram considerados os dados coletados no estudo de caso da etapa de Sugestão. O estudo de caso foi realizado entre setembro a dezembro de 2023, na Obra A, da Empresa X, localizada em Salvador, Ba, composta por duas torres verticais de 17 pavimentos que utiliza o sistema construtivo em paredes de concreto moldadas in loco. O estudo foi composto por quatro etapas: (a) mapeamento do processo construtivo e das práticas de segurança; (b) mapeamento de comportamentos inseguros dos colaboradores utilizando aeronave remotamente pilotada (RPA); (c) coleta de percepção de segurança dos colaboradores e gestores a partir de aplicação de questionário estruturado; (d) análise estatística dos dados do questionário.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

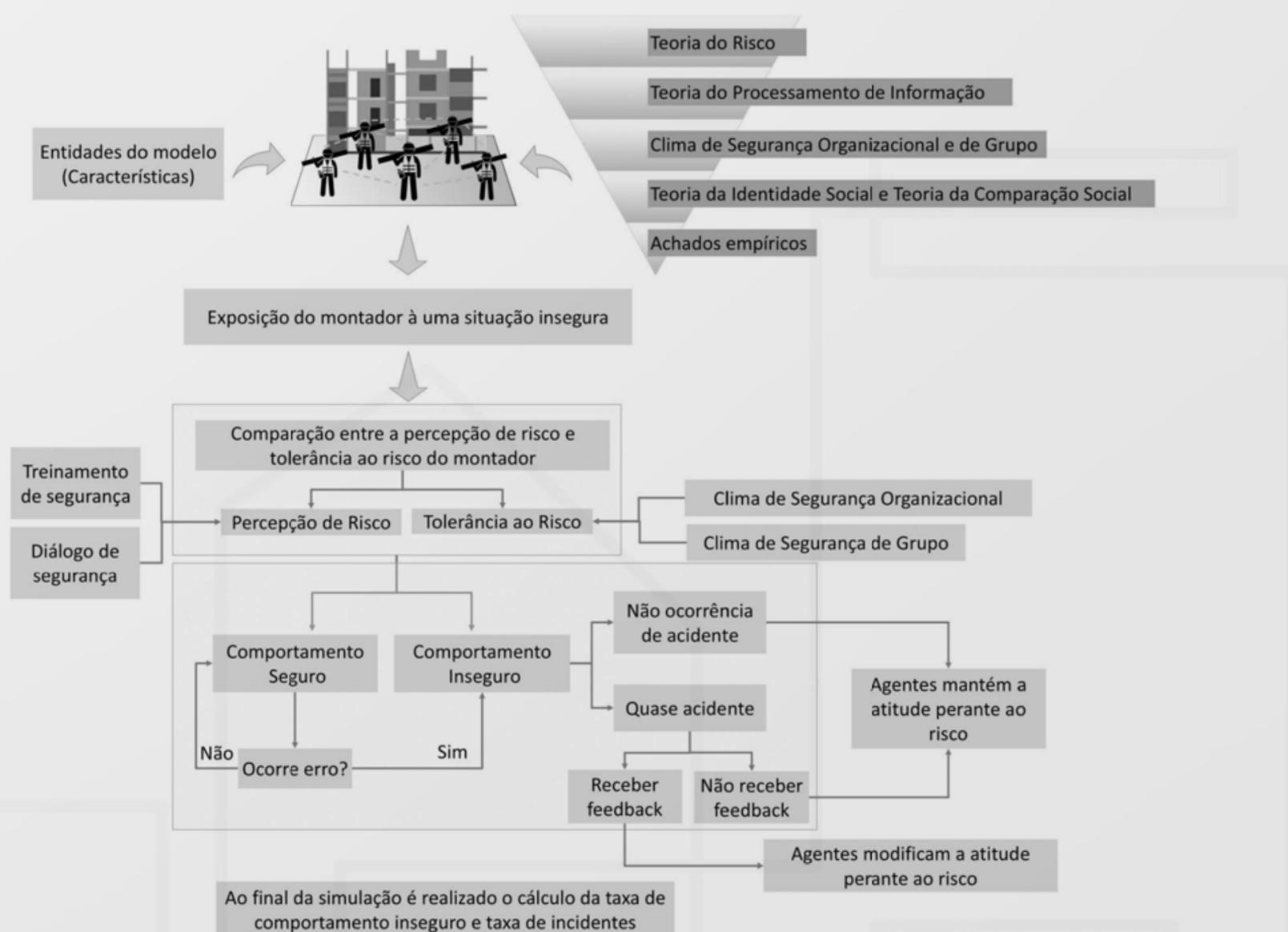
Esta seção apresenta o modelo baseado em agentes desenvolvido, bem como sua validação replicativa e estrutural.

### 4.1 Modelo baseado em agentes para gestão da segurança

O modelo baseado em agentes desenvolvido tem como objetivo representar o processo sociocognitivo dos comportamentos de segurança dos trabalhadores da construção civil para compreender o impacto de diferentes ações gerenciais voltadas à segurança no processo de tomada de decisão dos trabalhadores da construção civil. Este protótipo é uma adaptação do ABM desenvolvido por Choi e Lee (2018), ajustado para o cenário brasileiro, os objetivos deste estudo, e um formato acessível e útil para gestores de obra e técnicos de segurança.

Ao ser inicializado, o modelo estabelece as condições do local e todos os trabalhadores presentes na simulação, definindo e armazenando os níveis iniciais de atitude de risco e aceitação de risco dos agentes. Após configurar o local e os trabalhadores, o modelo avança no tempo e simula o comportamento de segurança dos trabalhadores (Figura 3).

Figura 3 – Estrutura do modelo baseado em agentes



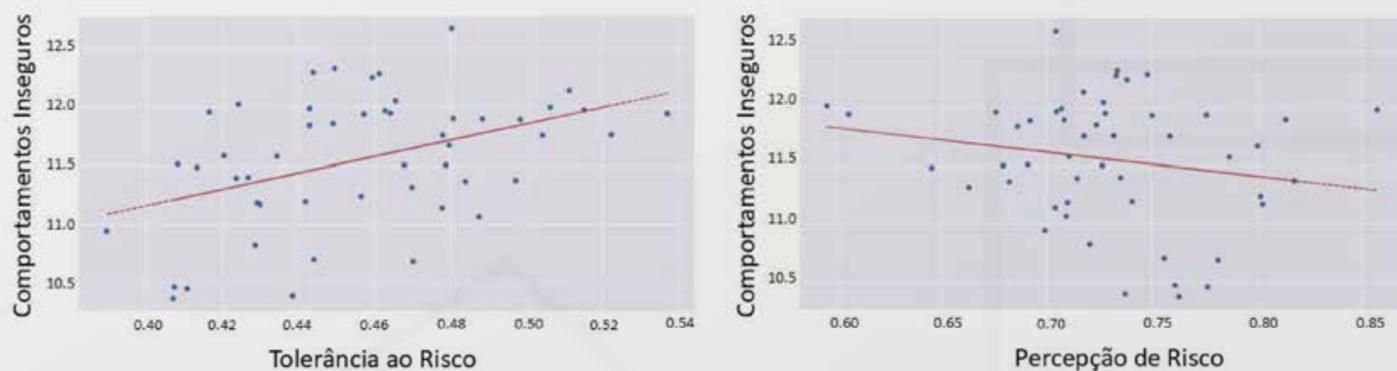
Fonte: Os autores

Cada passo simulado representa um dia de trabalho na construção civil. Os agentes desse modelo são colaboradores da construção civil em um canteiro de obras artificial. Os trabalhadores realizam comportamentos de segurança individualmente, influenciados pela interação entre seu processo cognitivo e o ambiente, incluindo as condições de risco do local, o comportamento dos colegas, as ações gerenciais (treinamento de segurança, diálogo de segurança e feedback) e as percepções do clima de segurança organizacional e de grupo. A simulação termina após todos os trabalhadores serem expostos a uma condição segura ou insegura e tomarem decisões com base na comparação entre seu nível de percepção e tolerância ao risco. Os resultados do modelo são apresentados através de gráficos dinâmicos, que mostram a taxa de incidentes na obra simulada, de acordo com a relação entre o número de incidentes e o número de horas trabalhadas, além da percepção e tolerância ao risco dos agentes ao longo dos dias de simulação.

## 4.2 Avaliação do modelo baseado em agentes

Primeiro, foi avaliado se o modelo respondia à Teoria do Risco (Figura 4). Os resultados do estudo de campo (Etapa de Sugestão) validaram o uso dessa teoria para representar o comportamento dos trabalhadores. Os dados indicaram que os colaboradores possuem diferentes percepções e tolerâncias ao risco, tanto entre si quanto em relação à equipe de engenharia. As simulações mostraram que a tolerância ao risco dos trabalhadores está diretamente relacionada ao número de comportamentos inseguros, em uma relação proporcional: quanto maior a tolerância ao risco, maior a incidência de comportamentos inseguros. Além disso, a simulação revelou que a percepção de risco afeta a ocorrência de comportamentos inseguros: quanto mais riscos os trabalhadores percebem, maior a probabilidade de adotarem ações seguras. Estes resultados são coerentes aos encontrados na revisão da literatura (Etapa de Conscientização) [CHOI; LEE, 2018; LIANG; ZHANG, 2018].

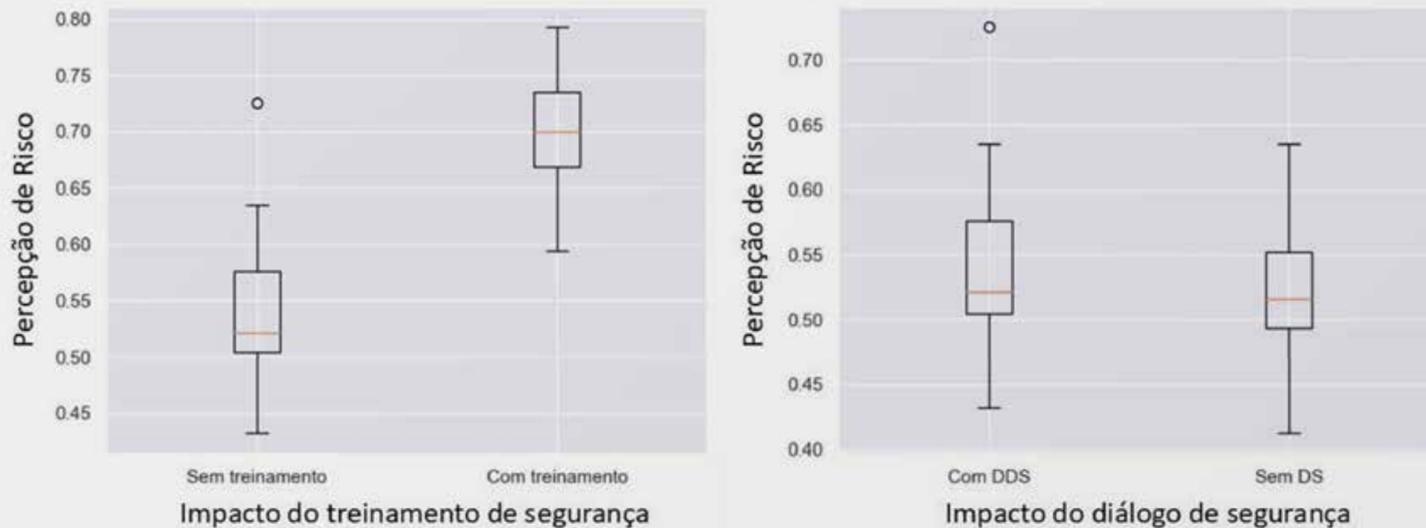
Figura 4 – A relação entre a tolerância ao risco e a percepção de risco de trabalhadores da construção civil e o número de comportamentos inseguros.



Fonte: Os autores

Segundo, foi avaliado o impacto individual das estratégias de segurança no comportamento dos colaboradores no MBA (Figura 5). De acordo com os resultados obtidos no estudo de campo (Etapa de Sugestão), ambas as estratégias influenciam a percepção de risco dos trabalhadores. Os dados coletados a partir do questionário indicam que o treinamento de segurança tem um impacto maior na percepção de risco dos trabalhadores do que os diálogos de segurança. Segundo os trabalhadores, o treinamento ensina como realizar as atividades de forma segura, enquanto os diálogos de segurança servem como uma ferramenta para manutenção e revisão do conhecimento adquirido durante o treinamento. Os resultados das simulações são coerentes aos encontrados na revisão da literatura (Etapa de Conscientização) [ZHANG et al., 2019; YE et al., 2020].

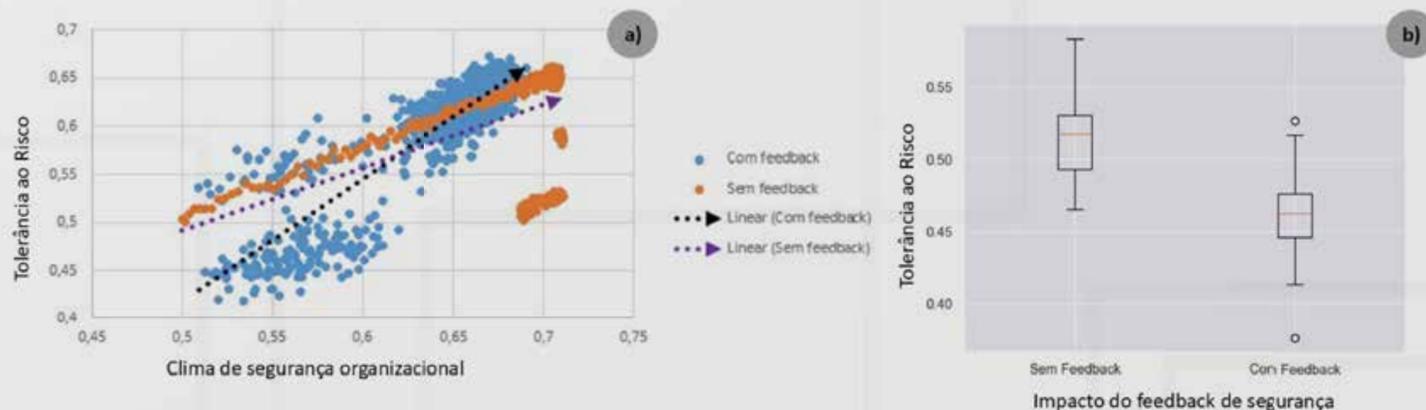
Figura 5 – A relação do impacto do treinamento de segurança e do diálogo de segurança na percepção de risco de trabalhadores da construção civil



Fonte: Os autores

Os resultados obtidos no estudo de campo (Etapa de Sugestão) indicaram uma forte influência do feedback (tanto positivo quanto negativo) na tolerância ao risco dos trabalhadores. A revisão da literatura (Etapa de Conscientização) destacou a relação entre o clima de segurança organizacional (CSO) e a tolerância ao risco dos indivíduos (CHOI; LEE, 2018). Assim, com o modelo de base, foi avaliado o impacto do feedback na tolerância ao risco dos agentes [Figura 6 (b)] e sua relação com o CSO [Figura 6 (a)]. Observou-se que a simulação sem feedback indicou uma maior quantidade de trabalhadores com um alto nível de tolerância ao risco, sugerindo que os trabalhadores são mais propensos a correr riscos. Em contraste, a simulação com feedback mostrou que os trabalhadores são menos tolerantes ao risco, ou seja, têm uma menor tendência à exposição a riscos.

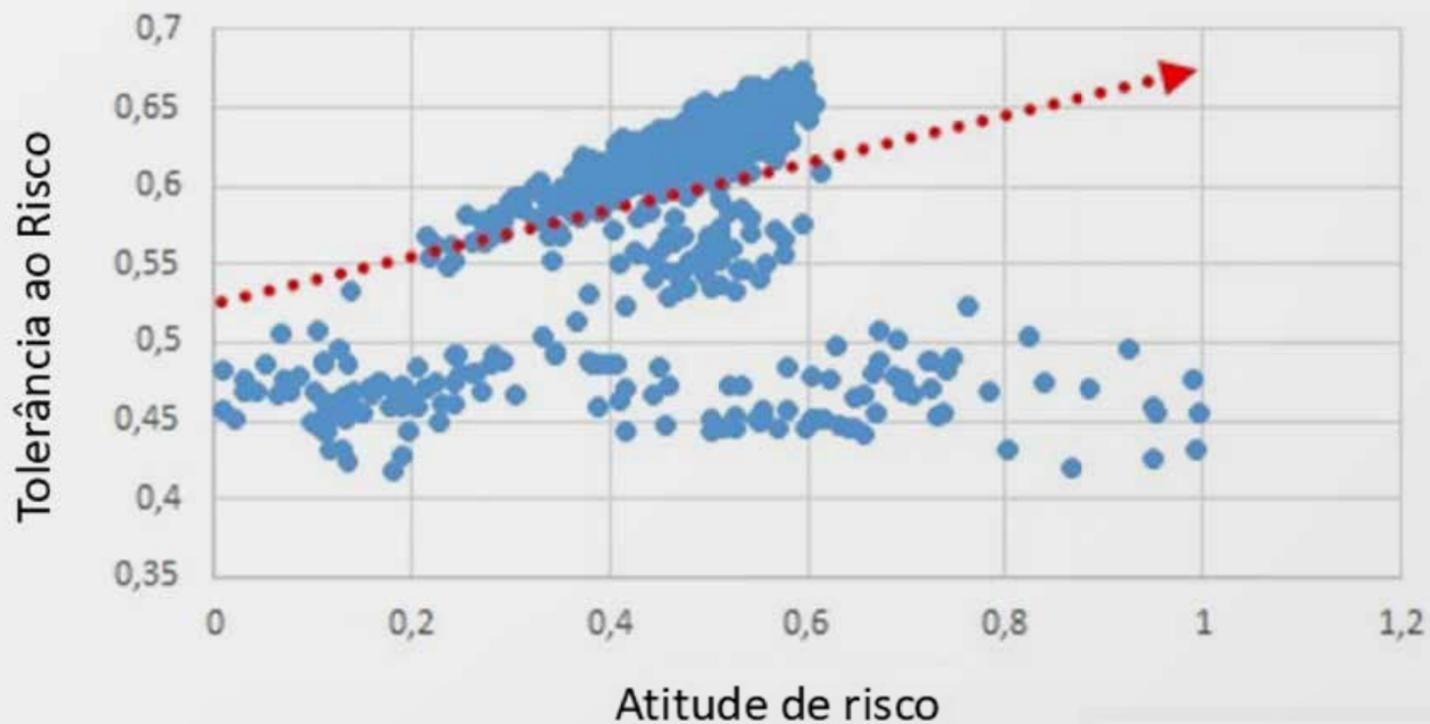
Figura 6 – A relação do impacto do feedback de segurança na tolerância ao risco dos trabalhadores



Fonte: Os autores

Terceiro, a relação entre a tolerância ao risco e a atitude de segurança dos trabalhadores foi avaliada (Figura 7). Os resultados da simulação reafirmaram a influência da atitude de segurança na tolerância ao risco e no comportamento seguro dos agentes. Conforme mostrado na Figura 7, há uma correlação significativa e positiva entre a atitude de segurança e a tolerância ao risco. Este resultado indica que, se um trabalhador tem uma atitude de se colocar em situações de risco, isso implica que ele possui uma maior tolerância ao risco (CHOI; LEE, 2018).

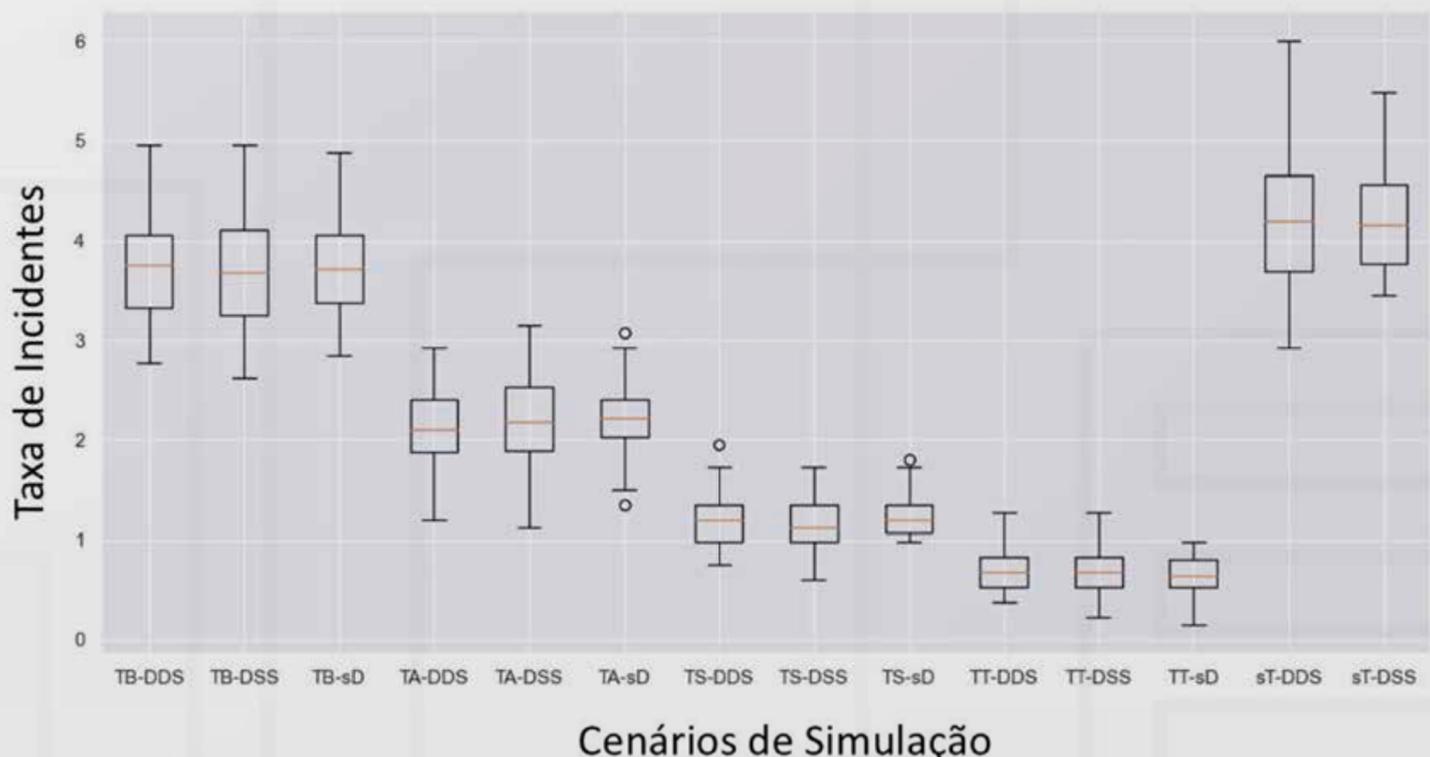
Figura 7 – A relação da tolerância ao risco dos trabalhadores na atitude de segurança



Fonte: Os autores

Quinto, para validar a aplicabilidade do MBA proposto e sua eficácia no apoio à investigação de comportamentos relacionados à segurança em locais de construção, um total de 14 cenários de gestão de segurança diferentes foram simulados neste estudo (Figura 8). Os cenários consideraram a probabilidade de 50% de inspeções de segurança com feedback e variaram a periodicidade do treinamento de segurança e do diálogo de segurança. Os resultados demonstram a sensibilidade do modelo às alterações na periodicidade dessas práticas na influência sobre o comportamento inseguro dos trabalhadores. As simulações indicaram que a combinação entre treinamentos bienais e diálogos semanais resulta nas maiores taxas de acidentes, perdendo apenas para o cenário em que não foi considerado o impacto dos treinamentos de segurança, apenas dos diálogos de segurança. Por outro lado, as menores taxas de acidentes foram observadas nos cenários com treinamentos de segurança trimestrais.

Figura 8 – Efeitos das estratégias gerenciais na taxa de incidentes



Fonte: Os autores

## 5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este estudo validou um modelo baseado em agentes proposto para representar o processo sociocognitivo dos comportamentos de segurança dos trabalhadores da construção civil. Os resultados das simulações do modelo de base garantem a validação preditiva e estrutural do MBA. A validação preditiva foi estabelecida a partir da comparação dos resultados do modelo com os dados empíricos obtidos no estudo de caso, enquanto a validação estrutural foi garantida pela obtenção de resultados coerentes com os encontrados na literatura. A avaliação da aplicabilidade do modelo valida a capacidade da ferramenta de ser utilizada para conduzir experimentos que examinam o processo de tomada de decisão de segurança dos colaboradores e o impacto das estratégias de gestão da segurança (como treinamento de segurança, diálogo de segurança e inspeção de segurança com feedback) nos comportamentos seguros dos trabalhadores. A ferramenta identifica que treinamentos de segurança com menor periodicidade reduzem significativamente a taxa de acidentes no canteiro de obras, enquanto uma periodicidade bienal, conforme recomendação normativa, resulta nas piores taxas de acidentes. Como próximas etapas, os pesquisadores planejam aprimorar o modelo considerando outros cenários de simulação, com mais trabalhadores, grupos de trabalho e diferentes níveis de risco. Além disso, o projeto prevê a continuidade do desenvolvimento do protótipo para um MVP, com o objetivo de torná-lo uma ferramenta mais completa. Há um potencial futuro para a criação de uma ferramenta mais robusta que faça uso de inteligência artificial para auxiliar a gestão da segurança em canteiros de obras em todo o território brasileiro. Essa ferramenta seria utilizada para apoiar a tomada de decisão dos gestores de segurança, otimizar os recursos organizacionais e contribuir para um ambiente mais saudável, sustentável e seguro na construção civil.

## REFERÊNCIAS

- ALRAWAS, L.; TRIDANE, A.; BENRHACH, G. A novel approach to model the role of mobility suppression and vaccinations in containing epidemics in a network of cities. *Infectious Disease Modelling*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idm.2024.01.005>
- ANAMT. Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho. Disponível em: <<https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/>>. Acesso em: 30 maio. 2024.
- BASKERVILLE, R., BAIYERE, A., GREGOR, S., HEVNER, A., & ROSSI, M. Design Science research contributions: Finding a balance between artifact and theory. *Journal of the Association for Information Systems*, v. 19, n. 5, p. 3, 2018.
- Brasil. Ministério da Previdência Social. Instituto Nacional de Seguro Social. Empresa de tecnologia e informação da previdência social. Anuário estatístico da previdência social. Brasília. 2024.
- BEN-ALON, L; SACKS, R. Simulating the behavior of trade crews in construction using agents and building information modeling. *Automation in Construction*, v. 74, p. 12-27, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.11.002>
- CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. PIB Brasil e Construção Civil – PIB e Investimento. 2022. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-co-nstrucao-civil>. Acesso em: 28 março 2022.
- CHEN, J.; MA, J.; LO, S. M. Event-driven modeling of elevator assisted evacuation in ultra high-rise buildings. *Simulation modelling practice and theory*, v. 74, p. 99-116, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2017.03.004>
- CHOI, B.; LEE, S. An empirically based agent-based model of the sociocognitive process of construction workers' safety behavior. *Journal of construction engineering and management*, v. 144, n. 2, p. 04017102, 2018. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001421](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001421)
- DING, L.; FANG, W.; LUO, H.; LOVE, P. E.; ZHONG, B.; OUYANG, X. A deep hybrid learning model to detect unsafe behavior: Integrating convolution neural networks and long short-term memory. *Automation in construction*, v. 86, p. 118-124, 2018.
- EID, M. S.; EL-ADAWAY, I. H. Integrating the social vulnerability of host communities and the objective functions of associated stakeholders during disaster recovery processes using agent-based modeling. *Journal of Computing in Civil Engineering*, v. 31, n. 5, p. 04017030, 2017. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000680](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000680)
- FURTADO, B. A..PolicySpace: modelagem baseada em agentes. Rio de Janeiro: Ipea, 2018.
- GE, J.; FURTADO, B. A. Modelling urban transition with coupled housing and labour markets. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, v. 51, n. 3, p. 590-609, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/239980832311866>
- KHODABANDELU, A.; PARK, J. Agent-based modeling and simulation in construction. *Automation in Construction*, v. 131, p. 103882, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103882>.
- LIANG, H.; LIN, K.; ZHANG, S. Understanding the social contagion effect of safety violations within a construction crew: a hybrid approach using system dynamics and agent-based modeling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 12, p. 2696, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15122696>
- LUKKA, K. The constructive research approach. In Ojala, L. & Hilmola, O.-P. (eds.) *Case study research in logistics*. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B1, p.83-101, 2003.
- MIRAHADI, F.; MCCABE, B.; SHAHI, A. IFC-centric performance-based evaluation of building evacuations using fire dynamics simulation and agent-based modeling. *Automation in Construction*, v. 101, p. 1-16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.007>

NWAGBALA, D C.; PARK, J. Y. A Study of the Foremen's Influence on the Safety Behavior of Construction Workers Based on Cognitive Theory. *Buildings*, v. 13, n. 7, p. 1792, 2023.

PACHECO, V. C.; BARROS JÚNIOS, M. C.; ALBERTE, E. P. V. Agent-based safety: modelo baseado em agentes para gestão da segurança em canteiros de obras. *Prêmio Ademi de Inovação Acadêmica 2023*. 01ed.: 2024.

YE, G.; YUE, H.; YANG, J.; LI, H.; XIANG, Q.; FU, Y.; CUI, C. Understanding the sociocognitive process of construction workers' unsafe behaviors: an agent-based modeling approach. *International journal of environmental research and public health*, v. 17, n. 5, p. 1588, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17051588>

ZARE, P.; LEO, S.; GUEDES, O.; PETTIT, C. A simple agent-based model for planning for bicycling: Simulation of bicyclists' movements in urban environments. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 108, p. 102059, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2023.102059>

ZHANG, P.; LI, N.; JIANG, Z.; FANG, D.; ANUMBA, C. J. An agent-based modeling approach for understanding the effect of worker-management interactions on construction workers' safety-related behaviors. *Automation in Construction*, v. 97, p. 29-43, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.015>

# INTEGRAÊ - Centro Terapêutico Multidisciplinar para Pessoas no Espectro Autista

**Aluno: Victor Hugo Teixeira Miranda**

**Orientadora: Cristina Figueiras de Araújo**

**Curso: Arquitetura e Urbanismo**

**Instituição: UCSAL - Universidade Católica do Salvador**

## RESUMO

Em Salvador, é notória a insuficiência de espaços para a assistência e tratamento de pessoas no espectro autista, devido ao grande crescimento do número de pessoas buscando esse serviço e às longas listas de espera nos espaços de atendimento. Diante disso, o presente trabalho busca estudar a influência da arquitetura em terapias voltadas para o Transtorno do Espectro Autista utilizando os conceitos da neurociência, da psicologia ambiental, da biofilia e da neuroarquitetura, com o objetivo de elaborar o projeto de um Centro Clínico de Apoio a Pessoas no Espectro Autista na cidade de Salvador - BA, visando a criação de ambientes confortáveis, acolhedores e que auxiliem no acompanhamento clínico. A fim de alcançar o resultado esperado, o estudo baseou-se em trabalhos teóricos, na análise de ambientes projetados pensando nas especificidades do autismo, na análise das legislações e normas, assim como pesquisas e entrevistas de experiências do cotidiano de quem vive e convive com o autismo, além de diversos estudos urbanísticos acerca do local de implantação. Estes estudos foram de extrema importância para a elaboração de um projeto que supre as necessidades que este tipo de equipamento propõe. Assim, além de criar um espaço acolhedor, acessível e inclusivo, busca-se contribuir e incentivar a discussão acerca de espaços inclusivos para pessoas dentro e fora do espectro com a criação de uma praça pública, aumentando a visibilidade do debate acerca da necessidade de inclusão social das pessoas neste espectro.

**Palavras-chaves:** Arquitetura; Transtorno do Espectro Autista; Neuroarquitetura; Psicologia Ambiental; Saúde, Trabalho de Conclusão de Curso II.

# 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país diverso, mas grande parte dessa diversidade ainda é invisibilizada. Dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, apontam que quase 46 milhões de brasileiros declararam possuir algum grau de deficiência, seja física, sensorial ou intelectual. Dentre essas condições, destaca-se o Transtorno do Espectro Autista (TEA).

O termo surge no século 20, vindo da palavra grega autós, que significa “por si mesmo”. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) de 2017, traduzida pela Associação de Amigos do Autista (AMA), o Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é: “Um grupo de condições caracterizadas por algum grau de alteração do comportamento social, da comunicação ou da linguagem. Além de por um repertório restrito, estereotipado e repetitivo de interesses e atividades”.

Dito isto, a pessoa autista pode necessitar de tratamentos e cuidados específicos para assegurar uma melhoria na qualidade de vida, objetivando conquistar a independência. O indivíduo com TEA, possui experiências e sensações subjetivas individuais, visto que a maneira com que percebe o ambiente é realizada de forma fragmentada, alterando-se a depender de onde se encontra no espectro e da sua hiper ou hipossensibilidade em frente aos diversos estímulos relacionados ao tato, audição e visão. Assim, entende-se que o ambiente ao seu redor pode não suprir ou até mesmo sobrecarregar as necessidades do seu sistema sensorial, necessitando da humanização e estruturação espacial de acordo com as necessidades observadas a partir do comportamento desses usuários, principalmente sobre os estímulos cognitivos e perceptivos (INSPIRADOS PELO AUTISMO, 2015).

Embora o sistema público de saúde ofereça acompanhamento de qualidade, a alta demanda, o aumento de diagnósticos e a escassez de recursos geram um déficit no atendimento, especialmente para comunidades mais pobres, que muitas vezes precisam recorrer ao sistema privado. Como alternativa, ONGs como a APAE e a AMA oferecem assistência a essas comunidades. No entanto, essas organizações também enfrentam limitações, como número reduzido de vagas e tratamentos de longa duração, o que resulta em uma demanda crescente superior à capacidade de atendimento. A existência de ambientes para realizar o diagnóstico precoce e o acompanhamento pode mudar toda a história de uma pessoa autista, auxiliando na sua socialização e no seu processo de desenvolvimento. Como destaca a Organização Mundial de Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019, online):

“Uma vez que um caso de TEA foi identificado, é importante que a criança e sua família recebam informações e serviços relevantes, encaminhamento para especialistas e assistência prática de acordo com as necessidades específicas de cada indivíduo. Não há cura para TEA. No entanto, intervenções psicossociais baseadas em evidências, como terapia comportamental e programas de treinamento para pais e outros cuidadores, podem reduzir as dificuldades de comunicação e o comportamento social e ter um impacto positivo na qualidade de vida e bem-estar da pessoa. As pessoas com TEA têm necessidades de saúde complexas e exigem uma gama de serviços integrados que incluem serviços de promoção, cuidados e reabilitação da saúde e a colaboração de outros campos, como o educacional, o profissional e o social. As intervenções voltadas para pessoas com TEA e outros transtornos do desenvolvimento devem ser acompanhadas por medidas mais amplas que tornem seus ambientes físicos, sociais e de atitudes mais acessíveis, inclusivos e acolhedores/suportivos.”

Considerando essas informações, a atenção ao espaço projetado se torna essencial, tendo em vista todas as necessidades das pessoas que o irão frequentar. É nesse ponto que a união entre a interdisciplinaridade da neurociência, neuroarquitetura e da psicologia ambiental torna-se uma forte aliada na criação desses ambientes de forma a deixá-los cada vez mais capazes de auxiliar no acompanhamento clínico dos indícios que o frequentam.

Este trabalho tem por objetivo conceber um Centro Clínico de Apoio a Pessoas no Espectro Autista na cidade de Salvador - BA, utilizando os conceitos da Neurociência, da Psicologia Ambiental e da Neuroarquitetura aplicados, visando a criação de ambientes confortáveis, acolhedores e que auxiliem na rotina e no acompanhamento clínico tanto às pessoas no espectro autista, quanto para seus familiares, acompanhantes e toda a equipe que estará ali presente durante seu funcionamento.

## 2. CONCEITO DO PROJETO

Para a elaboração do projeto que tem como alicerce os axiomas da Neuroarquitetura e da Psicologia Ambiental, alinhado à integração sensorial e social, adotou-se o símbolo da neurodiversidade como objeto conceitual, de forma que o edifício seja parte do processo terapêutico auxiliando no desenvolvimento da autonomia e propondo um espaço de acolhimento.

O logotipo da neurodiversidade, ícone mais aceito pela comunidade autista, foi desenvolvido pela própria comunidade, sendo composto por um sinal do infinito nas cores do arco-íris, visando promover a esperança e a diversidade dentro do espectro.

Figura 1: Símbolo da Neurodiversidade



Fonte: FREEPIK, 2022. Disponível em: <https://br.freepik.com>

### 3. ESTUDO DO TERRENO

O terreno localiza-se entre a Av. Jorge Amado e a Av. Octávio Mangabeira, no bairro Boca do Rio, em Salvador-BA. É um local predominantemente plano e que já foi endereço de outros empreendimentos e encontra-se desocupado. A escolha da gleba deu-se principalmente pela sua localização com fácil acesso por diversos meios de transporte, tornando-o uma excelente escolha para suprir as necessidades de diversas famílias que precisam desse tipo de equipamento, mesmo morando em bairros mais distantes.

Outro fator muito importante foi o terreno estar próximo de uma área com praças muito utilizadas pela população, o que permitirá uma forte integração entre a comunidade e o terreno, visto que, tem-se como um dos objetivos do projeto a criação de uma praça que possa complementar as falhas que as praças no local possuem de forma que atraia a comunidade gerando maior inclusão social entre as pessoas dentro e fora do espectro.

Figura 2: Localização do Terreno

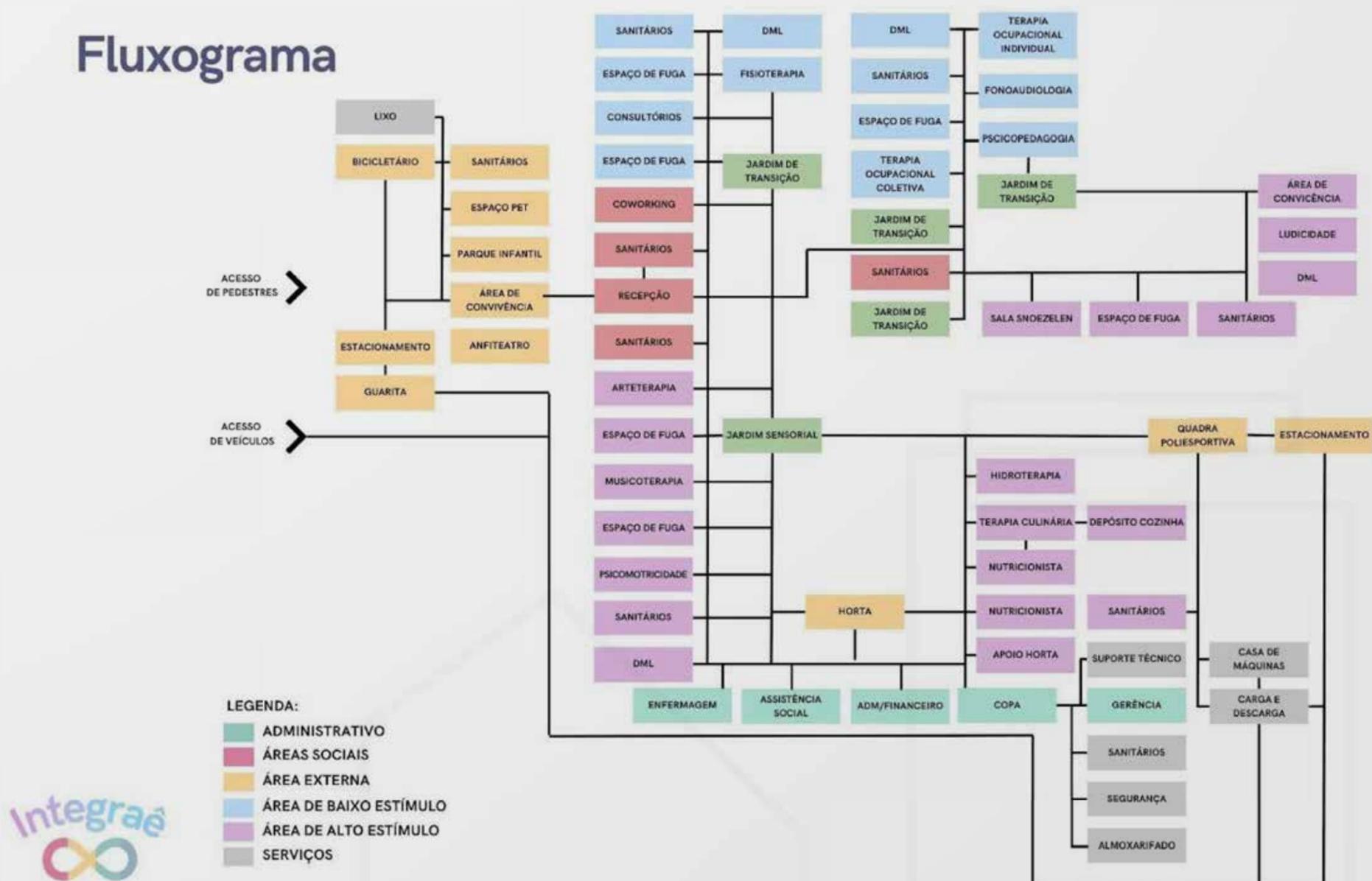


Fonte: SEFAZ, 2017. Disponível em: <http://cartografia.salvador.ba.gov.br>

## 4. FLUXOGRAMA

Dividido entre níveis de estímulo, o projeto apresenta-se com a seguinte configuração: Na parte frontal do terreno ficará toda a área voltada a praça pública, como o estacionamento, o banheiro público e o anfiteatro. Avançando no terreno encontra-se uma edificação dividida entre áreas sociais. As áreas de baixo e alto estímulo, que são separadas por um jardim de transição e um jardim sensorial. Por fim, ao fundo do terreno fica a área administrativa, a área relacionada a serviços, uma quadra poliesportiva e um estacionamento privado voltado ao uso dos pacientes e funcionários.

Figura 3: Fluxograma



Fonte: MIRANDA, 2023

## 5. ESTUDO DE MASSA PRELIMINAR E ESTUDOS CLIMÁTICOS

Com um forte conceito como norteador da forma da massa principal do projeto, o maior desafio foi adequar um formato que remete ao símbolo do autismo de maneira a aproveitar o terreno da melhor forma possível.

Figura 4: Implantação



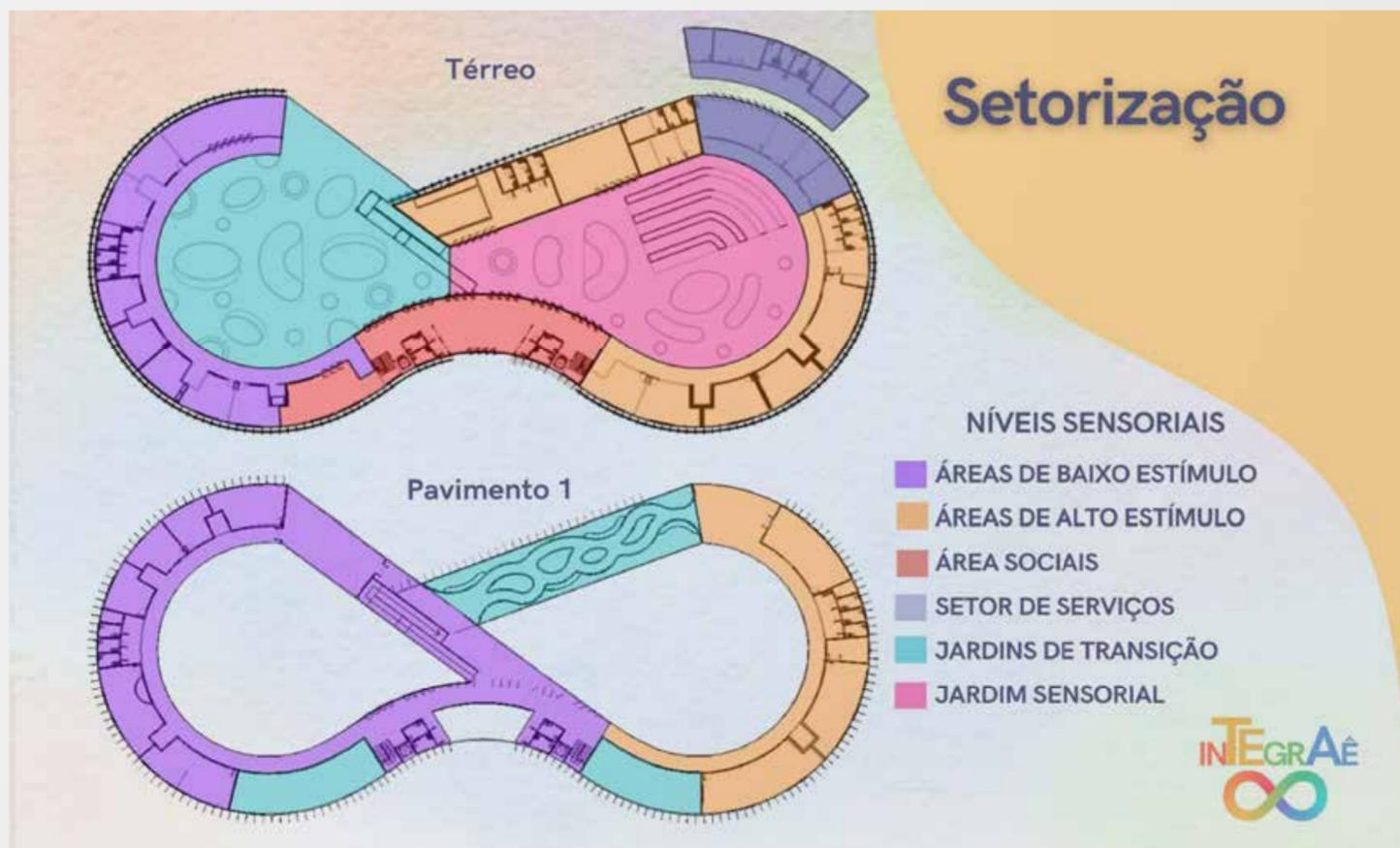
Fonte: MIRANDA, 2023

A edificação divide-se entre níveis sensoriais de maneira que proporcione áreas com boa compartimentalização e um bom sequenciamento espacial no geral. Para isto, o setor de baixo estímulo caracteriza-se por um arco que abraça o jardim de transição e uma reta sem pavimento térreo, que conta com consultórios gerais, fisioterapia, terapia ocupacional coletiva e individual, fonoaudiologia e psicopedagogia. Estes se conectam ao setor social, que é um arco voltado para fora proporcionando uma recepção mais convidativa para a construção. Esta conta com recepção, coworking e sanitários.

A direita, outro arco que abriga o setor de alto estímulo, que conta com hidroterapia, sala snoezelen, psicomotricidade, arteterapia, musicoterapia, ludicidade e terapia culinária. Já o setor administrativo, abraça o jardim sensorial. O setor de alto estímulo conta também com uma reta que possui apenas pavimento térreo e uma cobertura verde, ligando o setor de alto e baixo estímulo por mais um jardim de transição. Desta forma o projeto setoriza-se bem enquanto usa cheios e vazios para proporcionar belas vistas aos jardins.

A construção ocupa o centro do terreno, posição escolhida com base em estudos climáticos, de forma que aproveite da melhor forma de iluminação e ventilação natural. Além de deixar espaço para a praça pública na parte frontal, no intuito de integrar o centro clínico à comunidade, enquanto permite uma área verde mais privativa ao fundo junto ao estacionamento e ao setor de serviços.

Figura 5: Setorização



Fonte: MIRANDA, 2023

## 6. PROJETO ARQUITETÔNICO

Com um forte conceito como norteador da forma da massa principal do projeto, o maior desafio foi adequar um formato que remete ao símbolo do autismo de maneira a aproveitar o terreno da melhor forma possível.

Figura 6: Vista Frontal



Fonte: MIRANDA, 2023

Figura 7: Parque Infantil



Fonte: MIRANDA, 2023

Figura 8: Área de Apresentações



Fonte: MIRANDA, 2023

O projeto conta também com jardim sensorial, que conta com diversas espécies de plantas e diferentes tipos de pavimentação para promover estímulos sensoriais de todos os âmbitos.

Figura 9: Jardim Sensorial



Fonte: MIRANDA, 2023

Diferente do jardim sensorial, o jardim de transição busca utilizar poucas espécies de plantas e limitadores visuais, de forma que permita um melhor controle sensorial.

Figura 10: Jardim de Transição



Fonte: MIRANDA, 2023

Importante elemento na arquitetura voltada a pessoas autistas, os espaços de fuga, que são destinados ao auxílio em momentos de desequilíbrio físico ou emocional, são posicionados de forma estratégica por todo o projeto.

Figura 11: Espaços de Fuga



Fonte: MIRANDA, 2023

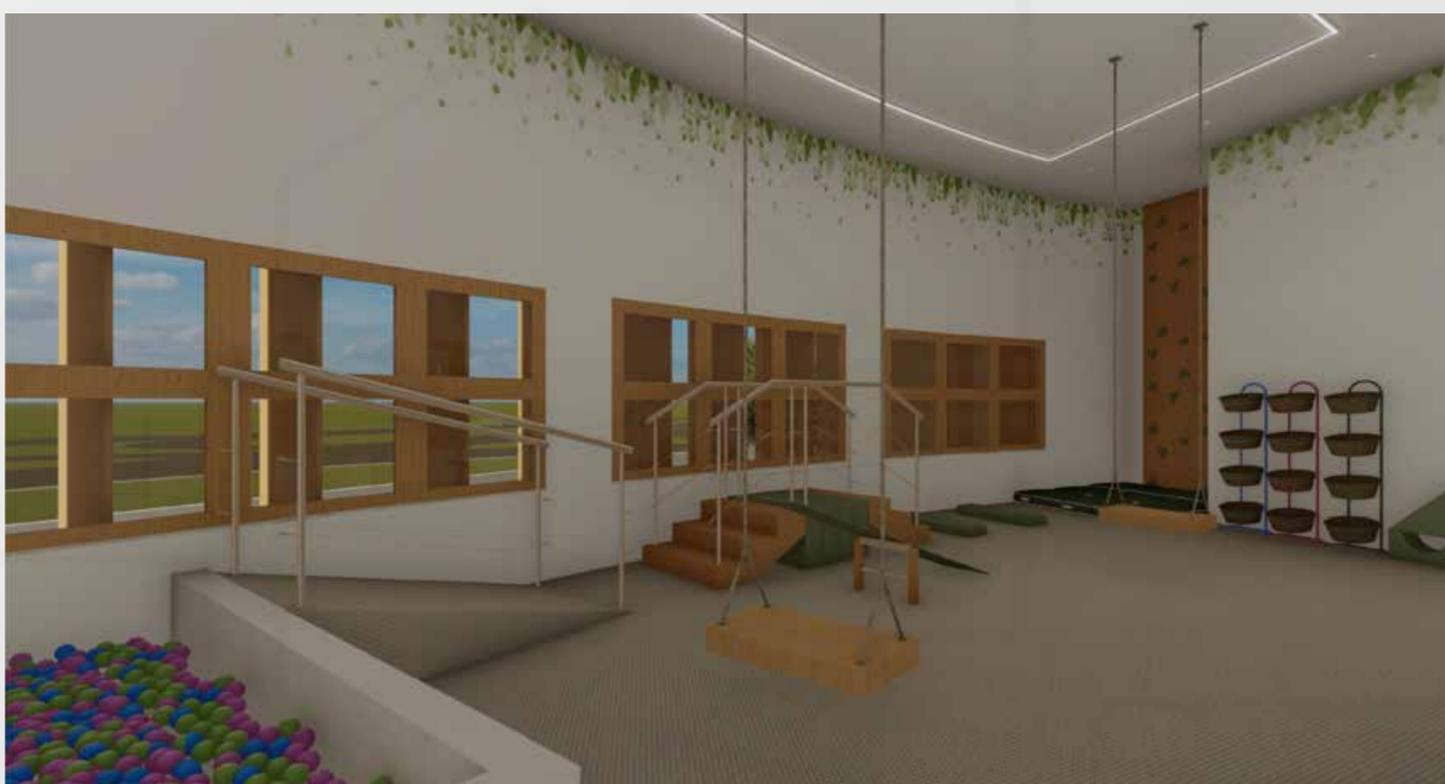
O projeto conta também consultórios destinados ao atendimento das mais diversas necessidades, desde os mais gerais aos mais específicos

Figura 12: Modelo Consultórios



Fonte: MIRANDA, 2023

Figura 13: Sala Psicomotricidade



Fonte: MIRANDA, 2023

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente dossiê busca, em primeira instância, reunir e esclarecer informações básicas sobre o TEA a fim de contribuir para a discussão de temas ligados à inclusão de pessoas autistas na sociedade.

A partir disso, as pesquisas debruçam-se sobre o foco da relação do espectro com a arquitetura e todos os temas que a cercam, como a neurociência, a psicologia ambiental, a biofilia ou a neuroarquitetura, contemplados na proposta do Centro Clínico de Apoio a Pessoas no Espectro Autista, com ambiente confortáveis, acolhedores e que auxiliem no acompanhamento clínico.

É fundamental evidenciar que o delineamento desenvolvido pela pesquisa não tem como objetivo estabelecer regras ou critérios definitivos que se apliquem a todos os centros clínicos projetados para pessoas autistas em relação aos aspectos arquitetônicos discutidos, e sim destacar a importância de discutir as interações entre o espaço físico e as necessidades específicas relacionadas ao TEA, além de incentivar a revisão dos discursos e práticas de projetos nessa área de estudo de forma que se torne cada vez mais comum projetos mais humanizados e, de fato, inclusivos a todos.

Figura 14: Vista Superior de Fundo



Fonte: MIRANDA, 2023

## 7. REFERÊNCIAS

ARCHITECTURE FOR AUTISM. Advance Center for Autism. Disponível em: <https://architectureforautism.wordpress.com/treatment-centers-for-people-with-autistic-spectrum-disorders/advance-center-for-autism>. Acesso em: 27 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO DE AMIGOS DO AUTISTAS. AMA, 2017. Definição: Transtornos do espectro do autismo. Disponível em: <https://www.ama.org.br/site/autismo/definicao/>. Acesso em: 7 mar. de 2023.

BARTOSZECK, Amauri Betini; BARTOSZECK, Flavio Kulevicz. Neurociência dos seis primeiros anos: implicações educacionais. EDUCERE. Revista da Educação, v. 9, n. 1, p. 7-32, 2007.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years: Autism and Developmental

CUTIERU, Andreea. Neurociência ambiental: um campo emergente para cidades mais equitativas. ARCHDAILY, 24 de Out de 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/969362/neurociencia-ambiental-um-campo-emergente-para-cidades-mais-equitativas>. Acesso em: 11 de mar de 2023.

MONDE, Raquel. Autismo e o conceito de Double Empathy. Dra Raquel Del Monde, 2023. Disponível em: <https://raqueldelmonde.com.br/autismo-e-o-conceito-de-double-empathy/>. Acesso em: 16 de mar de 2023.

MOSER, Gabriel. Psicologia Ambiental. Universidade René Descartes-Paris V, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epsic/a/JJ6HsWrYfmYZy9XxZxtYVFr/>. Acesso em: 16 de mar de 2023.

NERDCAST CANECA DE MAMICAS 90: Vivendo no espectro. Entrevistadas: Ana Arantes e Tatiana Percin. Entrevistadoras: Andreia Pazos e Agatha Ottoni. Luiza ABS Magalu. 21 jan. de 2023. Podcast. Disponível em: <https://jovemnerd.com.br/nerdcast/caneca-de-mamicas/vivendo-no-espectro/>. Acesso em: 11 de mar de 2023.

ORTEGA, Francisco. O sujeito cerebral e o movimento da neurodiversidade. Rio de Janeiro, 12 de dez de 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mana/a/TYX864xpHchch6CmX3CpxSG/?lang=pt>. Acesso em: 16 de mar de 2023.

PAIVA, Andrea. Neuroscience for Architecture: How Building Design Can Influence Behaviors and Performance. Journal of Civil Engineering and Architecture, Volume 12, N° 2. p 132-138. Fevereiro 2018.

PINHEIRO, José. Behavior Setting. In: S. Cavalcante, & G. A. Elali (Orgs.). Temas Básicos em Psicologia Ambiental. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes. 2011.

RUSSO, F. Graus de autismo - importante saber. NeuroConecta. 20 set. 2017. Disponível em: <https://neuroconecta.com.br/graus-de-autismo-importante-saber/>. Acesso em: 11 de mar. de 2023.



ASSOCIAÇÃO DE DIRIGENTES DE EMPRESAS  
DO MERCADO IMOBILIÁRIO DA BAHIA

PRESIDENTE  
**Cláudio Cunha**

1º VICE-PRESIDENTE  
**Marcos Dias Lins Melo**

2º VICE-PRESIDENTE  
**Marcos Nogueira Vieira Lima**

DIRETOR  
ADMINISTRATIVO-FINANCEIRO  
**Eduardo Lázaro Freire Villa Nova**

DIRETOR TÉCNICO  
**Pedro de Oliveira Mendonça**

DIRETOR DE HABITAÇÃO  
**Daniel Sande Rodrigues da Costa**

DIRETOR DE NORMAS E LEGISLAÇÃO  
**André Luiz Duarte Teixeira**

DIRETOR DE EXPANSÃO DE MERCADOS  
**Cristiano Augusto da Silva Freitas**

DIRETOR DE ASSUNTOS AMBIENTAIS  
E GESTÃO SUSTENTÁVEL  
**Rafael Cardoso Valente**

DIRETORA COMERCIAL E DE MARKETING  
**Viviane de Brito Oliveira da Fonseca**

---

#### CONSELHO DIRETOR

**Adriano Segura**  
**Alceu Roberto Hiltner Filho**  
**Arthur Prisco Paraíso Rêgo**  
**Daniel Sampaio Santos**  
**Eugênio de Souza Mendes**  
**Gustavo Gesteira Mattos**  
**Ivan de Freitas Leão**  
**Jorge Goldenstein**  
**Luciano Corrêa Carneiro**  
**Luiz Fernando Pedreira Larangeira**  
**Marcelo Castro Lima Filho**  
**Reynaldo Jorge Calmon Loureiro**

#### CONSELHO CONSULTIVO

**Antônio Carlos Costa Andrade**  
**Eduardo Meirelles Valente**  
**Luciano Muricy Fontes**  
**Luiz Augusto Amoedo**  
**Manuel Seabra Suarez**  
**Mario de Paula Guimarães Gordilho**  
**Mário Reis Mendonça**  
**Mário Seabra Suarez**  
**Nilson Sarti da Silva Filho**  
**Paulo Lebram**  
**Walter Barretto Jr.**



(71) 3273-8130 | contato@ademi-ba.com.br  
www.ademi-ba.com.br  
Rua Alceu Amoroso Lima, 470 - Sala 901  
Empresarial Niemeyer - Caminho das Árvores - Salvador/BA

