

**FACULDADE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO ESTADO DO RIO DE  
JANEIRO FERNANDO MOTA  
ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**FILIPPE DA SILVA DUARTE  
LUCAS LEAN AZEREDO NASCIMENTO**

**GESTÃO DE ESTOQUE 3D**

Rio de Janeiro – RJ  
2022

**FILIPPE DA SILVA DUARTE**  
**LUCAS LEAN AZEREDO NASCIMENTO**

## **GESTÃO DE ESTOQUE 3D**

**Monografia** apresentada à disciplina Trabalho Final de Curso, do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro Fernando Mota, **sob orientação do Prof. Márcio Belo Rodrigues da Silva**, como exigência para conclusão do curso de graduação

Rio de Janeiro-RJ

2022

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o cenário atual de armazenagem e gestão de estoque e propor soluções tecnológicas para as limitações identificadas. Com o intuito de detectar essas necessidades, esse trabalho foi desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica da área, através dessa pesquisa foi estabelecida a elaboração de soluções, ao constatar-se situações que reduzem a produtividade dos galpões logísticos. Com o propósito de implementar as soluções produzidas, foi desenvolvido um sistema de gestão de estoque, destinado à otimização de espaço e redução de custos operacionais. Para a utilização do sistema, é disponibilizada a visualização da planta baixa do galpão e das prateleiras contendo os itens. Subsistemas automatizados foram elaborados para auxiliar o usuário no processo de armazenamento. Para o cálculo autônomo de alocação de itens, critérios de aproveitamento de espaço físico e parâmetros de segurança foram estabelecidos. Quando o sistema de armazenamento é acionado, o *software* guia visualmente o usuário até a estante, destacando o espaço na prateleira, no qual o item deverá ser alocado. Por ser adaptável a qualquer galpão, independente de suas dimensões, recursos de edição geográfica do armazém também foram disponibilizados. Como funcionalidade adicional, há recursos de acesso à informação, aprimorando-se a transparência.

**Palavras-chave:** Gestão de estoque, galpão logístico, automação, rota.

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to analyze the current scenario of storage and stock management and propose technological solutions for the identified limitations. In order to detect these needs, this work was developed based on bibliographic research in the area, through this research the elaboration of solutions was established, when situations that reduce the productivity of logistics warehouses were found. In order to implement the solutions produced, an inventory management system was developed, aimed at optimizing space and reducing operating costs. For the use of the system, the visualization of the floor plan of the shed and the shelves containing the items is available. Automated subsystems were designed to assist the user in the storage process. For the autonomous calculation of item allocation, criteria for the use of physical space and safety parameters were established. When the storage system is activated, the software visually guides the user to the shelf, highlighting the shelf space in which the item must be allocated. As it adapts to any warehouse, regardless of its dimensions, geographic editing capabilities of the warehouse were also available. As additional functionality, there are information access features, enhancing transparency.

**Keywords:** Inventory management, logistic shed, automation, route.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> - Galpão logístico.....   | 10 |
| <b>Figura 2</b> - Fases de desenvolvimento do software.....                           | 15 |
| <b>Figura 3</b> - Casos de uso.....   | 19 |
| <b>Figura 4</b> - Diagrama de classes.....  | 28 |
| <b>Figura 5</b> - Diagrama de sequência.....  | 29 |
| <b>Figura 6</b> - Diagrama físico do banco de dados.....                              | 35 |
| <b>Figura 7</b> - Exemplo Leaflet.....  | 36 |
| <b>Figura 8</b> - Exemplo GeoJson Finder.....   | 37 |
| <b>Figura 9</b> - Representação da visão superior de uma prateleira.....              | 38 |
| <b>Figura 10</b> - Representação do pacote alocado.....                               | 39 |
| <b>Figura 11</b> - Representação de dois pacotes alocados corretamente.....           | 40 |
| <b>Figura 12</b> - Representação de dois pacotes alocados erroneamente.....           | 40 |
| <b>Figura 13</b> - Alocação impossível com dois pacotes alocados no mesmo espaço..... | 41 |
| <b>Figura 14</b> - Alocação impossível por estar fora do plano.....                   | 42 |
| <b>Figura 15</b> - Alocação possível com espaços respeitados.....                     | 42 |
| <b>Figura 16</b> - Representação de alocação possível.....                            | 43 |
| <b>Figura 17</b> - Representação dos níveis dos pacotes alocados.....                 | 44 |
| <b>Figura 18</b> - Estantes e corredores no plano 2D.....                             | 46 |
| <b>Figura 19</b> - Funcionalidades do plano 2D.....                                   | 47 |
| <b>Figura 20</b> - Seções.....  | 47 |
| <b>Figura 21</b> - Seção de estantes.....   | 48 |
| <b>Figura 22</b> - Tela inicial do sistema.....                                       | 50 |
| <b>Figura 23</b> - Funcionalidade cadastrar estante.....                              | 51 |
| <b>Figura 24</b> - Tela de cadastro de estante.....                                   | 51 |
| <b>Figura 25</b> - Funcionalidade inserir estante.....                                | 52 |
| <b>Figura 26</b> - Funcionalidade mover estante.....                                  | 52 |
| <b>Figura 27</b> - Ícone de ancoragem.....  | 53 |
| <b>Figura 28</b> - Ancorando estante ao corredor.....                                 | 54 |
| <b>Figura 29</b> - Criando conexão da estante ao corredor.....                        | 54 |
| <b>Figura 30</b> - Buscando estante.....  | 55 |
| <b>Figura 31</b> - Funcionalidade excluir estante.....                                | 56 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 32</b> - Confirmação de exclusão da estante.....     | 56 |
| <b>Figura 33</b> - Funcionalidade cadastrar item.....          | 57 |
| <b>Figura 34</b> - Confirmando cadastro de item.....           | 57 |
| <b>Figura 35</b> - Funcionalidade inserir item.....            | 58 |
| <b>Figura 36</b> - Rota do balcão até a estante.....           | 59 |
| <b>Figura 37</b> - Imagem do item destacado na prateleira..... | 59 |
| <b>Figura 38</b> - Confirmação para editar o item.....         | 60 |
| <b>Figura 39</b> - Funcionalidade retirar item.....            | 61 |
| <b>Figura 40</b> - Funcionalidade excluir item.....            | 62 |
| <b>Figura 41</b> - Tela de confirmação para excluir item.....  | 62 |
| <b>Figura 42</b> - Acessando itens não estocados.....          | 63 |
| <b>Figura 43</b> - Visualizando item não estocado.....         | 63 |
| <b>Figura 44</b> - Funcionalidade para gerar relatório.....    | 64 |
| <b>Figura 45</b> - Planilha excel gerada.....                  | 64 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1</b> - Descrição de Casos de Uso..... | 20 |
| <b>Quadro 2</b> - Dicionário de Dados.....       | 30 |

## SUMÁRIO

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                   | <b>9</b>  |
| 1.1 Visão do Sistema                  | 12        |
| <b>2 METODOLOGIA</b>                  | <b>15</b> |
| 2.1 Método                            | 15        |
| 2.1.1 Planejamento                    | 16        |
| 2.1.2 Análise e projeto do sistema    | 16        |
| 2.1.3 Implementação                   | 16        |
| 2.1.4 Teste                           | 17        |
| 2.2 Processo Ágil                     | 17        |
| 2.3 Espaço de desenvolvimento         | 18        |
| <b>3 ANÁLISE</b>                      | <b>19</b> |
| 3.1 Casos de uso                      | 19        |
| 3.2 Descrição de casos de uso         | 20        |
| 3.3 Diagrama de classes               | 27        |
| 3.4 Diagrama de sequência             | 29        |
| 3.5 Dicionário de dados               | 30        |
| 3.6 Regras de negócios                | 33        |
| <b>4 PROJETO LÓGICO</b>               | <b>34</b> |
| 4.1 Linguagens Utilizadas             | 34        |
| 4.2 Banco de Dados                    | 34        |
| 4.3 Biblioteca Leaflet                | 36        |
| 4.4 Rotas (Biblioteca GeoJson Finder) | 36        |
| 4.5 Biblioteca 3D Container Packing   | 37        |
| 4.6 Algoritmo de empacotamento        | 37        |
| 4.7 Biblioteca Three.js               | 45        |
| 4.8 Escopo de interface               | 45        |
| <b>5 RESULTADOS SIMULADOS</b>         | <b>49</b> |
| 5.1 Cadastrar estante                 | 51        |
| 5.2 Inserir estante na planta 2D      | 52        |
| 5.3 Ancorar estante                   | 53        |
| 5.4 Buscar estante                    | 55        |
| 5.5 Excluir estante                   | 55        |
| 5.6 Cadastrar item                    | 57        |
| 5.7 Inserir item                      | 58        |
| 5.8 Editar item                       | 60        |
| 5.9 Retirar item                      | 61        |
| 5.10 Deletar item                     | 62        |
| 5.11 Visualizar itens não estocados   | 63        |



|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 5.12 Relatório de Inventário | 64        |
| <b>6 CONCLUSÃO</b>           | <b>65</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>           | <b>66</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O ato de estocar é uma prática realizada há milênios pela humanidade, sendo um hábito essencial para a sobrevivência e desenvolvimento do ser humano. Atualmente, o processo de estocagem está presente em praticamente todos os núcleos familiares, como também nas maiores organizações mundiais. O controle de estoque abrange as organizações de forma independente ao tamanho delas, sendo importante para as de pequeno como também para as de grande porte (BAGATTI; MARTINS; JACINTO, 2019). O manuseio dos produtos de acordo com o tamanho, peso e demais condições próprias do item são primordiais para preservar sua integridade. Esses cuidados são devido ao fato de cada item possuir suas particularidades no processo de armazenamento. Também cabe ressaltar a forma e local onde os itens serão acomodados, estabelecendo como prioridade a preservação e agilidade em obtê-los posteriormente.

A indústria é o segmento que mais deve crescer anualmente nesta década (BARRETO, 2021), tornando o setor logístico cada vez mais necessário. A nível mundial, a extrema pobreza se encontra em declínio ao longo das últimas décadas, tendo entre 1990 e 2015 caído de 1,9 bilhão para 735 milhões o número de pessoas em estado de extrema pobreza (UCHOA, 2019). Essas condições influenciam diretamente no aumento do consumo, estimulando continuamente os setores envolvidos. Para suprir a demanda, diversos galpões logísticos são utilizados para a distribuição das mercadorias. Um dos principais setores em operação nos galpões é a logística, responsável por armazenar e realizar todos os trâmites necessários para o produto chegar até o cliente. No Brasil, em 2022, o Mercado Livre pretende investir 17 bilhões de reais e parte desse investimento será direcionado para a construção de quatro novos centros de distribuição (ALVES, 2022). Investimentos da indústria no setor apontam que esse segmento está em ascensão, sinalizando projeções de manter constantemente esse crescimento.

No Brasil o e-commerce cresce cada vez mais ao longo dos anos, tendo um aumento de 75% apenas em 2020 (FACCA, 2021), com a previsão de aumento de 56% até 2024 (SHIMABUKURO, 2021). O aumento de vendas virtuais foram impulsionadas pela pandemia, com o e-commerce do Brasil tendo um aumento de faturamento de 62% após o Covid-19 (FERNANDES, 2021). O constante

crescimento do e-commerce reflete na mudança de perfil de consumo da sociedade. Com essa mudança, a logística é obrigada a se ampliar, gerando uma maior demanda na criação de centros de distribuição devido à própria dinâmica do e-commerce, que busca entregar o produto na residência do consumidor final (SENA, 2022). Essa mudança impacta diretamente no aumento da demanda por estoques ágeis e otimizados para suprir as necessidades do mercado.

Segundo o IBGE, em 2015 constatou-se que 84,72% da população brasileira vive em zona urbana (IBGE, 2015). Com a maior parte da população residindo em grandes centros urbanos, as cidades se tornam o principal destino das mercadorias. No trajeto do produto até a residência do cliente, diversos centros de distribuição são utilizados, passando por inúmeras etapas até chegar ao consumidor final. Com o constante ritmo de crescimento populacional e a expansão das metrópoles (PENA, s.d.), é impulsionado o fluxo de produtos dentro dos estoques, aumentando a complexidade de gestão e armazenamento. Na figura 1 é demonstrado um galpão logístico de grande porte.

**Figura 1 - Galpão logístico**



Fonte: FabriMetal, 2020

Devido ao espaço físico das metrópoles ser escasso, e com o metro quadrado tornando-se mais valorizado, faz-se necessária a otimização de espaço físico dentro dos galpões logísticos. Produtos mal armazenados geram custos desnecessários, podendo desencadear os seguintes problemas: (I) dificuldade em alcançar o produto dentro do estoque; (II) aumento de gasto dos recursos utilizados pelos meios responsáveis por buscar o objeto, como o combustível e a eletricidade; (III) dificuldade em localizar o produto dentro do estoque; (IV) desperdício de tempo do funcionário na execução de tarefas, gerando perda de produtividade; (V) desperdício de espaço; (VI) danos ao produto. Tais problemas ocasionam no aumento de custo geral e na piora da qualidade de entrega.

A qualidade no fornecimento do produto deve ser algo prioritário. Segundo Silva (2021), “o estoque não está somente relacionado ao custo de fornecedores e produtos, mas também ao seu lucro e diversos outros fatores que envolvem diretamente a gestão do seu negócio”. Geralmente, na maioria das empresas, existem dificuldades devido ao espaço físico ser limitado em relação à quantidade de materiais em estoque (BRANDÃO, 2015). Um estoque mal organizado, sem o auxílio de um software, também enfrentará dificuldade na criação de relatórios, reduzindo a capacidade de transparência de informações do estoque e na tomada de decisões sobre os produtos. Tais necessidades podem ocasionar em perdas e possíveis desvios, ocasionados pela dificuldade em registrar e conferir as devidas informações (SILVA, 2021). Mas afinal, como podemos solucionar tais problemas?

Diante desta situação, o projeto Gestão de Estoque 3D surge com o propósito de desenvolver um *software* para solucionar os problemas abordados. O público alvo serão organizações que operem galpões logísticos, independente de seu tamanho. O sistema visa aumentar a transparência, reduzir custos, otimizar espaço e auxiliar na automatização do gerenciamento de estoque. No Brasil, empresas buscando agilidade e automação, optaram por implementar sistemas responsáveis por auxiliar as decisões na gestão dos itens de estoque, como o terminal de cargas do aeroporto de Guarulhos (AERO POR TRÁS DA AVIAÇÃO, 2020), que possui um estoque totalmente automatizado.

## 1.1 Visão do Sistema

O *software* se propõe em solucionar as principais dificuldades analisadas nos estoques, reduzindo custos e tornando-os mais eficientes. Devido à complexidade do sistema, diversas ferramentas serão integradas para tornar possível o seu desenvolvimento. As ferramentas utilizadas serão de código livre, permitindo que o *software* seja econômico e com baixo custo de manutenção. A implementação poderá ser realizada via rede local ou WEB, tornando-o compatível com diversos dispositivos que estejam conectados à rede. Caso a implementação seja via *internet*, o usuário terá a possibilidade de acessar o sistema sem necessitar estar fisicamente no local.

Para alcançar o objetivo proposto, o sistema possuirá diversas aplicações, a seguir estão descritas as principais: (I) construção e customização de estoque; (II) visualização da planta do galpão logístico em plano 2D; (III) visualização da prateleira e do item em plano 3D; (IV) sistema de rota, auxiliando o funcionário em chegar até a estante; (V) cálculo automatizado do espaço no qual o item será armazenado, tendo como critério a otimização de espaço; (VI) sistema de prevenção de danos aos itens e às estantes; (VII) gerar relatório de itens; (VIII) apoio ao funcionário, destacando o local onde o item será inserido ou retirado da prateleira. Essas funcionalidades serão abordadas com mais detalhes no decorrer do trabalho.

Almejando o fácil aprendizado do usuário, conceitos empregados em galpões logísticos também serão utilizados no sistema. Nos elementos que não possuam seus correspondentes, serão utilizados termos auto-explicativos. As bases do projeto são: (I) armazém — local onde o estoque está implementado; (II) balcão — ponto de entrada e saída de itens no estoque; (III) estante — unidade que abriga prateleiras. Cada estante poderá possuir diversas prateleiras; (IV) prateleira — unidade que abriga itens. A prateleira possui profundidade, altura e largura, cadastradas no momento de criação da estante; (V) corredor — caminho que conecta o balcão às estantes; (VI) ancoragem — caminho que interliga corredor e estante, permitindo ao sistema gerar a rota do balcão até a estante; (VII) rota — caminho destacado, demonstrando o trajeto que o funcionário deverá percorrer; (VIII) tipo de item — unidade de referência para a alocação de itens; (IX) item — instância do tipo de item; (X) plano 2D — visualização em duas dimensões (largura e comprimento) da planta baixa do estoque; (XI) plano 3D — visualização em três

dimensões (altura, largura e profundidade) da prateleira e dos itens. (XII) item não estocado — item sem associação com alguma prateleira.

O trabalho Gestão de Estoque 3D irá possuir sistema de rota e de alocação. Ambos serão autônomos e irão oferecer apoio ao usuário, garantindo bom desempenho em sua execução. O funcionamento do sistema de rota consiste em calcular o menor trajeto até a estante onde o item será alocado. No sistema de alocação, o algoritmo irá determinar o espaço mais apropriado para inserção do item, obedecendo diversos critérios e restrições. Durante o funcionamento dos sistemas, serão destacados os caminhos e o espaço onde o item será armazenado. Quando o programa for informado da entrada de um item no armazém, ambos os sistemas serão acionados automaticamente. Na tela do funcionário responsável pelo item será gerada a rota do balcão até a estante, a rota estará destacada em vermelho. Na prateleira, estará realçado o espaço que o item ocupará na prateleira.

O sistema se baseia nos seguintes critérios para a alocação de um item: (I) tamanho — se não houver espaço suficiente na prateleira, o item não será alocado; (II) peso máximo de empilhamento — cada item suporta um peso máximo, ultrapassar este peso pode gerar danos ao produto; (III) peso máximo da prateleira — cada prateleira suporta um peso máximo, se a inserção do novo item ultrapassar o peso total suportado, então ele não poderá ser alocado.

Se a prateleira não suprir as necessidades do item, o mesmo será alocado em outra prateleira que atenda às suas especificações. As restrições foram desenvolvidas buscando respeitar padrões de segurança, com objetivo de evitar acidentes como o ocorrido no supermercado Mix Mateus Atacarejo (FROES, 2020). No caso em questão, as prateleiras desabaram, vitimando funcionários e gerando prejuízo financeiro.

O projeto irá dispor de dois ambientes de visualização do estoque, o plano 2D e o plano 3D, ambos localizados na tela inicial. O plano 2D será similar a uma planta baixa, tornando possível identificar a posição das estantes através de formas geométricas. Os corredores serão representados por traços que ligam o balcão e as estantes. O plano 3D irá possuir três dimensões (altura, largura e profundidade), exibindo ao usuário a prateleira e os itens que nela estarão alocados. O plano 3D poderá ser rotacionado em 360°, além da possibilidade de aproximar ou distanciar o ponto de vista da prateleira. Os itens serão representados através de caixas, com seus respectivos tamanhos. As prateleiras também terão uma representação própria

de tamanho, proporcional à dimensão da prateleira na estante. Também será possível acessar seções contendo todos os atributos dos objetos, facilitando a gestão de estantes e itens. O objetivo será entregar ao usuário uma interface agradável e intuitiva, com o propósito de aprimorar a experiência do usuário.

Cada galpão logístico é único, e, ao compará-los, é possível constatar que cada estoque se adapta à sua realidade. Existem armazéns de diferentes tipos e tamanhos, além da diferente quantidade de estantes. Essa circunstância torna essencial oferecer ao usuário a possibilidade de customizar o estoque no sistema. Para sanar esta necessidade, o projeto irá dispor de funcionalidades que permitam ao usuário modelar e personalizar o armazém. Será possível realizar a edição geográfica de todos elementos do plano 2D, permitindo modelar as estantes e desenhar os corredores. Será oferecido suporte ao usuário nas seguintes etapas do estoque: (I) planejamento de construção; (II) estoque construído; (III) futuras alterações e expansões. O sistema de construção deverá ser ágil e intuitivo, bastando selecionar e arrastar os elementos para os locais desejados. O sistema não possuirá limite de tamanho de estoque, expandindo-se conforme a necessidade do usuário. Desta forma, tal ferramenta auxiliará na resolução dos possíveis problemas surgidos da alta demanda por galpões logísticos, além de agilizar na implementação e manutenção do estoque.

Como restrições, cabe citar que o sistema irá inserir os itens no armazém utilizando a estrutura de dados LIFO (last-in first-out), onde o último elemento a ser inserido, será o primeiro a ser retirado (FARIAS, 2009). Portanto, o sistema não será capaz de armazenar artigos perecíveis, por não possuir controle de prioridade no ato de alocar e desalocar itens. Outra restrição é considerar apenas prateleiras de tamanhos iguais na mesma estante.

Com o objetivo de cumprir um dos pilares do projeto, que é a transparência, será disponibilizada a possibilidade de gerar relatório em formato Excel. Na planilha, estarão listados todos os itens armazenados no estoque e suas respectivas localizações.

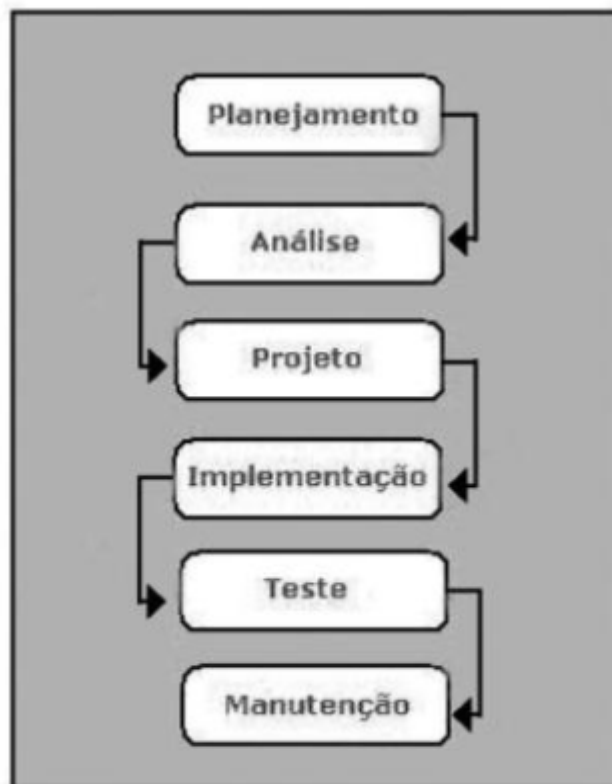
## 2 METODOLOGIA

Neste Capítulo, serão apresentadas as metodologias e espaços de desenvolvimento empregados na confecção do sistema. Técnicas com o objetivo de aprimorar a integração entre alunos e professor também foram abordadas.

### 2.1 Método

Nesse tópico serão abordados os processos utilizados no desenvolvimento do sistema. O método de criação do *software* refere-se a um conjunto de atividades divididas em partes, com a conclusão das etapas refletindo na progressão do desenvolvimento do software (ALMEIDA, 2009). Os métodos são divididos em fases, iniciando pelo planejamento e progredindo para as demais etapas que resultarão na implementação do programa. As fases do método utilizado estão representadas na figura 2. A fase de manutenção não foi utilizada, pois é empregada apenas no pós-desenvolvimento.

**Figura 2** - Fases de desenvolvimento do software



Fonte: ALMEIDA, 2008



### 2.1.1 Planejamento

O levantamento de necessidades foi realizado tendo como base as limitações observadas em galpões logísticos atuais. Esses requisitos foram obtidos através de pesquisa bibliográfica da área. No decorrer do trabalho, foram observadas que parte dessas necessidades não são originárias apenas de problemas internos dos galpões logísticos, mas de fatores externos como a mudança de consumo da sociedade. Devido a isso, um dos objetivos do trabalho foi adequar e aprimorar os galpões logísticos para atender as demandas atuais.

Após o estudo, foi discutido informalmente quais funcionalidades seriam empregadas para a solução das dificuldades vigentes. Em seguida, foi elaborada uma visão geral do que o *software* deveria entregar. Essa visão foi projetada objetivando empregar as soluções definidas para o projeto. Contudo, embora definida uma visão geral do sistema, à medida que progredia o desenvolvimento do sistema, diversos aprimoramentos e modificações foram realizados. No decorrer do desenvolvimento também foram identificadas novas demandas, necessitando alterar a documentação para adequar-se aos novos objetivos propostos.

### 2.1.2 Análise e projeto do sistema

A modelagem dos requisitos teve o propósito de gerar a documentação do sistema. O modelo teórico foi essencial para estabelecer as expectativas do sistema e possibilitar alcançar seu objetivo proposto. Nessa fase foram elaborados diagramas e regras de negócios através de análise e esses documentos gerados representam as diretrizes do projeto. No decorrer do trabalho, abordaremos essa documentação com mais detalhes.

### 2.1.3 Implementação

A implementação do sistema foi realizada utilizando diversas ferramentas devido à sua complexidade. Buscando reduzir custos de implementação e manutenção, todas as ferramentas utilizadas são de código livre. As linguagens e ferramentas foram selecionadas com base no conhecimento prévio dos alunos e na capacidade de atender os requisitos do sistema. Buscando agregar valor ao

*software*, subsistemas autônomos foram implementados para auxiliar o usuário no processo de armazenagem dos itens.

#### 2.1.4 Teste

Para entregar um sistema funcional e com boa performance, foram realizados testes de análise do código e de interação com o sistema, designados testes de caixa branca e caixa preta (BECK, 2000). Testes de caixa branca foram realizados observando o código desenvolvido, visando analisar se o código está bem estruturado. Já os testes de caixa preta são realizados quando o sistema está em execução, observando se os resultados retornados pelo sistema estão dentro do esperado.

Os testes foram realizados à medida que as funcionalidades do sistema eram implementadas. Testes gerais também foram realizados após a implementação do sistema, verificando a qualidade de funcionamento do *software* em sua versão final. Os testes foram essenciais para verificar se o sistema está consistente, permitindo atestar a qualidade do *software* em sua execução.

### 2.2 Processo Ágil

O trabalho foi desenvolvido com o uso da metodologia ágil Scrum (SCHWABER; SUTHERLAND, 2020). O uso do Scrum teve como objetivo aprimorar a comunicação entre aluno e professor. As *sprints* (espaço de tempo que as atividades determinadas devem ser executadas) foram realizadas no período de uma semana, com encontros em todas as sextas-feiras. Posteriormente os encontros foram mudados para as terças-feiras. Para a melhor definição dos objetivos e tarefas semanais do projeto, foi realizado o *sprint planning*, que é a reunião responsável por definir as tarefas e objetivos a serem desenvolvidos na semana. Também foi utilizado o *sprint review*, que é a etapa da reunião responsável por avaliar o progresso dos objetivos estipulados. O *sprint planning* e o *sprint review* cumprem dois dos requisitos básicos do Scrum, conhecidos como inspeção e adaptação. Outro pilar do Scrum é a transparência, que foi cumprida a partir do uso de um site próprio, por meio do qual foi possível acompanhar o progresso em tempo

real do desenvolvimento do projeto.

### **2.3 Espaço de desenvolvimento**

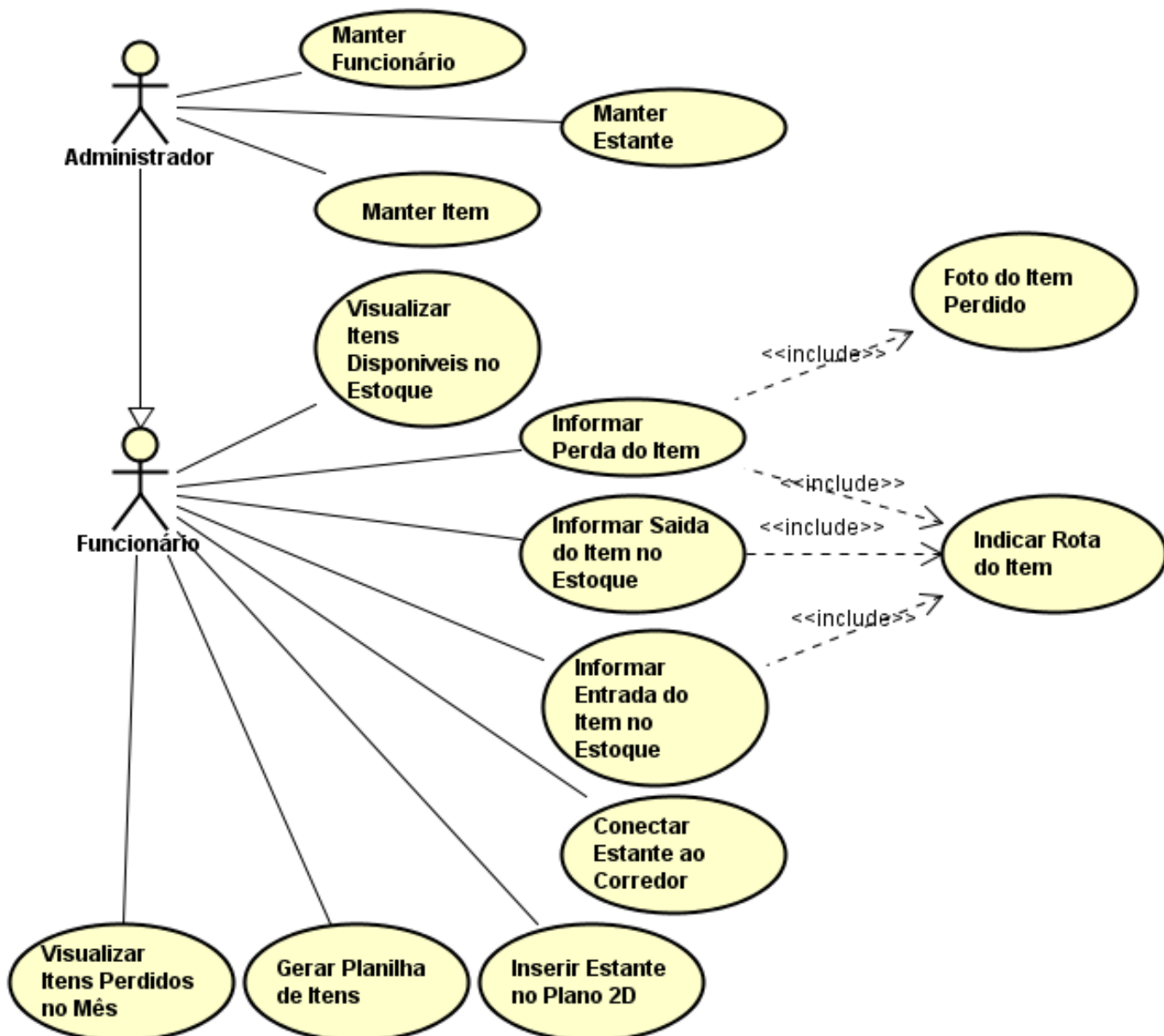
O sistema foi desenvolvido no Microsoft Visual Studio, disponível no repositório GitHub (GITHUB, 2022), no endereço: <<https://github.com/LeanZo/GestaoDeEstoque3d>>. Para propósito de desenvolvimento e acompanhamento, alocamos um servidor utilizando o Azure WebSites (Azure, 2022), para implantação do ambiente que servisse aos nossos testes, no endereço: <<https://armazem3d.azurewebsites.net>>.

### 3 ANÁLISE

Nesse tópico serão apresentados os diagramas e a documentação desenvolvida no planejamento do sistema. A especificação da documentação foi realizada nos padrões da *Unified Modeling Language* – UML, utilizada como linguagem-padrão para a elaboração da estrutura de projetos de software (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2005).

#### 3.1 Casos de uso

Figura 3 - Casos de uso



### 3.2 Descrição de casos de uso

O quadro 1 aborda de forma textual a sequência de interação dos casos de uso. Cada quadro está relacionado a um caso de uso, exibidos na figura 3.

**Quadro 1 - Descrição de Casos de Uso**

|   |  |
|---|--|
| Quadro 1 - Descrição do Caso de Uso   |  |
| Título  | Manter Funcionário   |
| Ator Principal  | Administrador  |
| Descrição   | Este caso de uso descreve como o Administrador usa o sistema de funcionário. |
| Pré-Condições   | O Administrador deve estar autenticado.                                      |
| Pós-Condições   | O funcionário é criado/lido/atualizado/deletado.                             |
| Fluxo Normal  |  |
| Ações do Ator   | Ações do Sistema   |
| 1. O caso de uso começa quando o Administrador utiliza a funcionalidade Manter Funcionário.   |  |
|   | 2. Sistema exibe lista contendo todos os funcionários cadastrados.           |
| Fluxo Alternativo   |  |
| Administrador seleciona a funcionalidade cadastrar funcionário.   |  |
| Ações do Ator   | Ações do Sistema   |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Funcionário for escolhida a opção cadastrar funcionário. |  |
| Administrador insere informações de funcionário.  |  |
|   | Sistema verifica através do CPF se o funcionário já foi cadastrado.          |
|   | Sistema cria funcionário.  |
| Fluxo Alternativo   |  |
| Administrador seleciona a funcionalidade editar funcionário.  |  |
| Ações do Ator   | Ações do Sistema   |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Funcionário for escolhida a opção editar funcionário.    |  |
| Administrador insere informações que deseja alterar.  |  |
| Administrador confirma atualizações.  |  |
|   | Sistema realiza as atualizações.   |
| Fluxo Alternativo   |  |

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Administrador seleciona a funcionalidade deletar funcionário.   |                             |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>     |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Funcionário for escolhida a opção deletar funcionário. |                             |
|   | Sistema deleta funcionário. |

|   |   |
|---|---|
| <b>Título</b>   | Manter Item   |
| <b>Ator Principal</b>   | Administrador   |
| <b>Descrição</b>  | Este caso de uso descreve como o Administrador usa o sistema de item. |
| <b>Pré-Condições</b>  | O Administrador deve estar autenticado.                               |
| <b>Pós-Condições</b>  | O item é criado/lido/atualizado/deletado.                             |
| <b>Fluxo Normal</b>   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| 1. O caso de uso começa quando o Administrador utiliza a funcionalidade Manter Item.  |   |
|   | 2. Sistema exibe lista contendo todos os itens cadastrados.           |
| <b>Fluxo Alternativo</b>  |   |
| Administrador seleciona a funcionalidade Cadastrar item.  |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Item for escolhida a opção cadastrar item. |   |
|   | Sistema exibe tela requerendo dados de item.                          |
| Administrador insere dados de item.   |   |
| Administrador confirma cadastro de item.  |   |
|   | Sistema cadastra item.  |
| <b>Fluxo Alternativo</b>  |   |
| Administrador seleciona a funcionalidade editar item.   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Item for escolhida a opção editar item.    |   |
|   | Sistema exibe tela contendo dados de item.                            |

|   |   |
|---|---|
| Administrador insere dados que deseja alterar.  |   |
| Administrador confirma atualização de dados.  |   |
|   | Sistema realiza atualização de dados do item. |
| <b>Fluxo Alternativo</b>  |   |
| Administrador seleciona a funcionalidade deletar item.  |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>                       |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Item for escolhida a opção deletar item. |   |
|   | Sistema exibe tela de confirmação.            |
| Administrador confirma deletar item.  |   |
|   | Sistema deleta item.                          |

|   |   |
|---|---|
| <b>Título</b>   | Manter Estante  |
| <b>Ator Principal</b>   | Administrador   |
| <b>Descrição</b>  | Este caso de uso descreve como o Administrador usa o sistema de Manter Estante. |
| <b>Pré-Condições</b>  | O Administrador deve estar autenticado.   |
| <b>Pós-Condições</b>  | A estante é criada/lida/atualizada/deletada.                                    |
| <b>Fluxo Normal</b>   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| 1. O caso de uso começa quando o Administrador utiliza a funcionalidade Manter Estante.   |   |
|   | 2. Sistema exibe lista contendo estantes cadastradas.                           |
| <b>Fluxo Alternativo</b>  |   |
| Administrador seleciona a funcionalidade criar estante.   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Estante for escolhida a opção Cadastrar estante. |   |
|   | Sistema exibe tela requerendo dados de estante.                                 |
| Administrador insere informações da estante.  |   |
| Administrador confirma cadastro de estante.   |   |

|   |  |
|---|--|
|   | Sistema cadastra estante.                        |
| <b>Fluxo Alternativo</b>  |  |
| Administrador seleciona a funcionalidade editar estante.  |  |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>                          |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Estante for escolhida a opção editar estante.  |  |
|   | Sistema exibe tela contendo dados de estante.    |
| Administrador insere informações que deseja atualizar.  |  |
| Administrador confirma atualizações.  |  |
|   | Sistema realiza atualização de dados da estante. |
| <b>Fluxo Alternativo</b>  |  |
| Administrador seleciona a funcionalidade deletar estante.   |  |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>                          |
| Se no passo 2 do fluxo básico do Administrador do Sistema do caso de uso: Manter Estante for escolhida a opção deletar estante. |  |
|   | Sistema deleta estante.                          |

|  |  |
|--|--|
| <b>Título</b>  | Visualizar Itens Disponíveis no Estoque  |
| <b>Ator Principal</b>  | Funcionário  |
| <b>Descrição</b>   | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Visualizar Itens Disponíveis no Estoque. |
| <b>Pré-Condições</b>   | O funcionário deve estar autenticado.  |
| <b>Fluxo Normal</b>  |  |
| <b>Ações do Ator</b>   | <b>Ações do Sistema</b>  |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Visualizar Itens Disponíveis no Estoque. |  |
|  | 2. Sistema exibe itens armazenados no estoque.   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Título</b>         | Informar entrada do Item no estoque  |
| <b>Ator Principal</b> | Funcionário  |
| <b>Descrição</b>      | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Informar entrada do Item no estoque. |



|  |  |
|--|--|
| <b>Pré-Condições</b>   | O funcionário deve estar autenticado.                    |
| <b>Fluxo Normal</b>  |  |
| <b>Ações do Ator</b>   | <b>Ações do Sistema</b>                                  |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Informar entrada do Item no estoque. |  |
| 2. Funcionário informa item a ser adicionado no estoque.   |  |
|  | 3. Sistema calcula o espaço onde o item será armazenado. |
|  | 4. Incluir o caso de uso: Indicar Rota do Item           |
|  | 5. Sistema insere item no estoque.                       |

|  |  |
|--|--|
| <b>Título</b>  | Informar saída do item no estoque  |
| <b>Ator Principal</b>  | Funcionário  |
| <b>Descrição</b>   | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Informar saída do item no estoque. |
| <b>Pré-Condições</b>   | O funcionário deve estar autenticado.  |
| <b>Fluxo Normal</b>  |  |
| <b>Ações do Ator</b>   | <b>Ações do Sistema</b>  |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Informar saída do item no estoque. |  |
| 2. Funcionário informa item a ser retirado do estoque.   |  |
|  | 3. Incluir o caso de uso: Indicar Rota do Item   |
|  | 4. Sistema retira item do estoque.   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Título</b>   | Informar perda do item  |
| <b>Ator Principal</b>   | Funcionário   |
| <b>Descrição</b>  | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Informar perda do item. |
| <b>Pré-Condições</b>  | O funcionário deve estar autenticado.   |
| <b>Fluxo Normal</b>   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Informar perda do item. |   |

|   |  |
|---|--|
| 2. Funcionário informa o item desejado. |  |
|   | 3. Incluir o caso de uso: Indicar Rota do Item |
|   | 4. Incluir o caso de uso: Foto do Item Perdido |
|   | 5. Sistema retira item do estoque.             |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Título</b>         | Indicar Rota do Item  |
| <b>Ator Principal</b> | Funcionário   |
| <b>Descrição</b>      | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Indicar Rota do Item. |
| <b>Pré-Condições</b>  | O funcionário deve estar autenticado.   |
| <b>Fluxo Normal</b>   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
|                       | 1. Sistema exibe caminho em 2D do balcão até a estante.                             |
|                       | 2. Sistema exibe no plano 3D item destacado na prateleira.                          |

|   |   |
|---|---|
| <b>Título</b>   | Foto do Item Perdido  |
| <b>Ator Principal</b>   | Funcionário   |
| <b>Descrição</b>  | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Foto do Item Perdido. |
| <b>Pré-Condições</b>  | O funcionário deve estar autenticado.   |
| <b>Fluxo Normal</b>   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Foto do Item Perdido. |   |
|   | 2. Sistema requer foto de item.   |
| 3. Funcionário realiza foto de item perdido.  |   |
|   | 4. Sistema armazena foto retirada.  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Título</b>         | Visualizar Itens Perdidos no Mês  |
| <b>Ator Principal</b> | Funcionário   |
| <b>Descrição</b>      | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Visualizar Itens Perdidos no Mês. |

|   |   |
|---|---|
| <b>Pré-Condições</b>  | O funcionário deve estar autenticado.                                   |
| <b>Fluxo Normal</b>   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Visualizar Itens Perdidos no Mês. |   |
| 2. Funcionário informa mês e ano  |   |
|   | 3. Sistema exibe perdas de itens que ocorreram no mês e ano informados. |

|   |   |
|---|---|
| <b>Título</b>   | Conectar Estante ao Corredor  |
| <b>Ator Principal</b>   | Funcionário   |
| <b>Descrição</b>  | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Conectar Estante ao Corredor.                 |
| <b>Pré-Condições</b>  | O Funcionário deve estar autenticado.   |
| <b>Fluxo Normal</b>   |   |
| <b>Ações do Ator</b>  | <b>Ações do Sistema</b>   |
| 1. O caso de uso começa quando o Funcionário utiliza a funcionalidade Conectar Estante ao Corredor. |   |
|   | 2. Sistema exibe pontos de ancoragem no formato de círculo, nos traços em azul representando os corredores. |
| 3. Funcionário seleciona ponto de ancoragem no corredor.  |   |
| 4. Funcionário seleciona ponto próximo a estante.   |   |
|   | 5. Sistema realiza conexão entre estante e corredor.  |

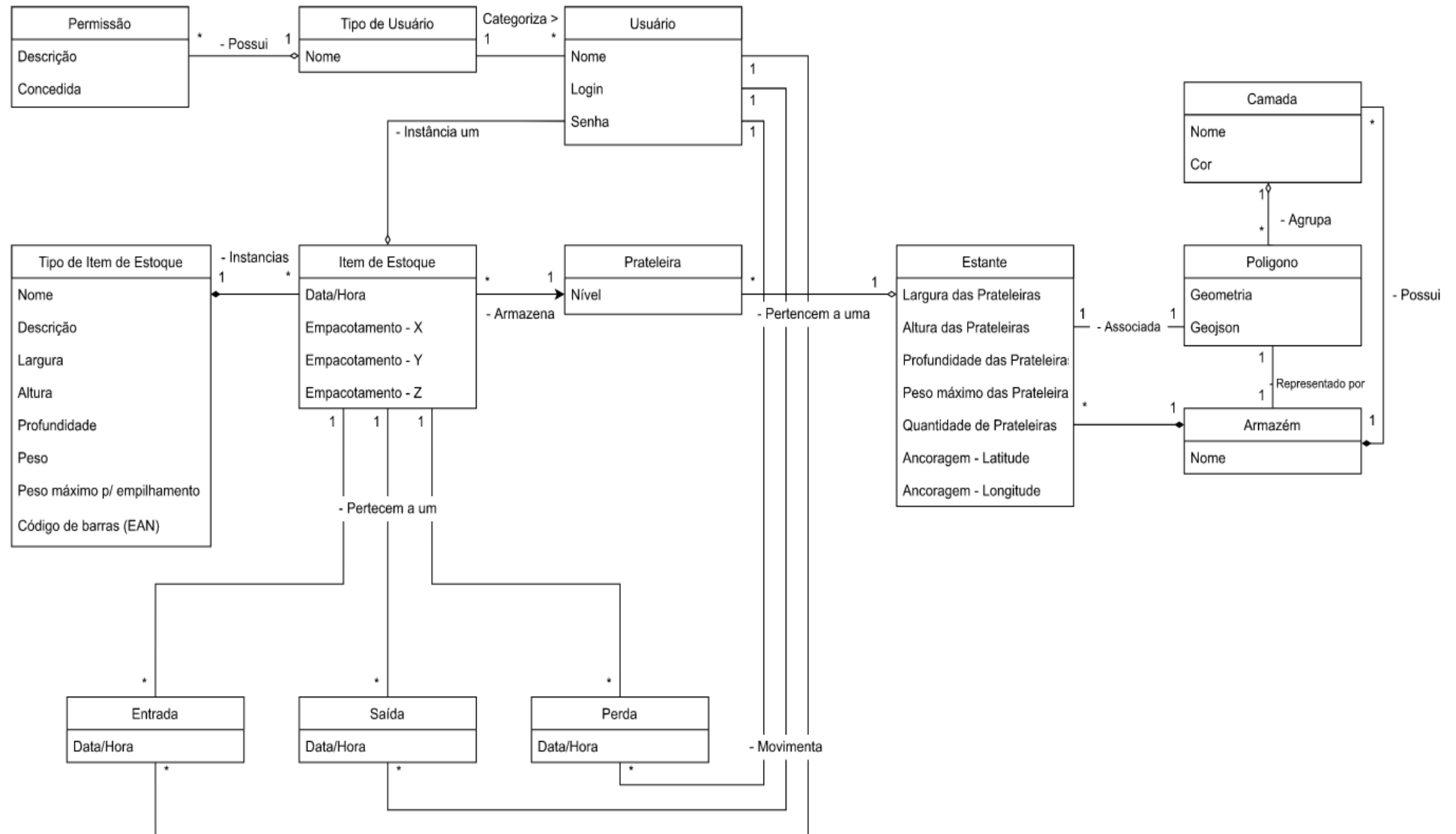
|  |  |
|--|--|
| <b>Título</b>  | Gerar Planilha de Itens  |
| <b>Ator Principal</b>  | Funcionário  |
| <b>Descrição</b>   | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Gerar Planilha de Itens. |
| <b>Pré-Condições</b>   | O funcionário deve estar autenticado.  |
| <b>Fluxo Normal</b>  |  |
| <b>Ações do Ator</b>   | <b>Ações do Sistema</b>  |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Gerar Planilha de Itens. |  |
|  | 2. Sistema realiza <i>download</i> de planilha contendo todos os itens do estoque.     |

|  |  |
|--|--|
| <b>Título</b>  | Inserir Estante no Plano 2D  |
| <b>Ator Principal</b>  | Funcionário  |
| <b>Descrição</b>   | Este caso de uso descreve como o Funcionário usa o sistema de Inserir Estante no Plano 2D. |
| <b>Pré-Condições</b>   | O funcionário deve estar autenticado.  |
| <b>Fluxo Normal</b>  |  |
| <b>Ações do Ator</b>   | <b>Ações do Sistema</b>  |
| 1. O caso de uso começa quando o funcionário utiliza a funcionalidade Inserir Estante no Plano 2D. |  |
|  | 2. Sistema implementa polígono da estante no plano 2D.                                     |

### 3.3 Diagrama de classes

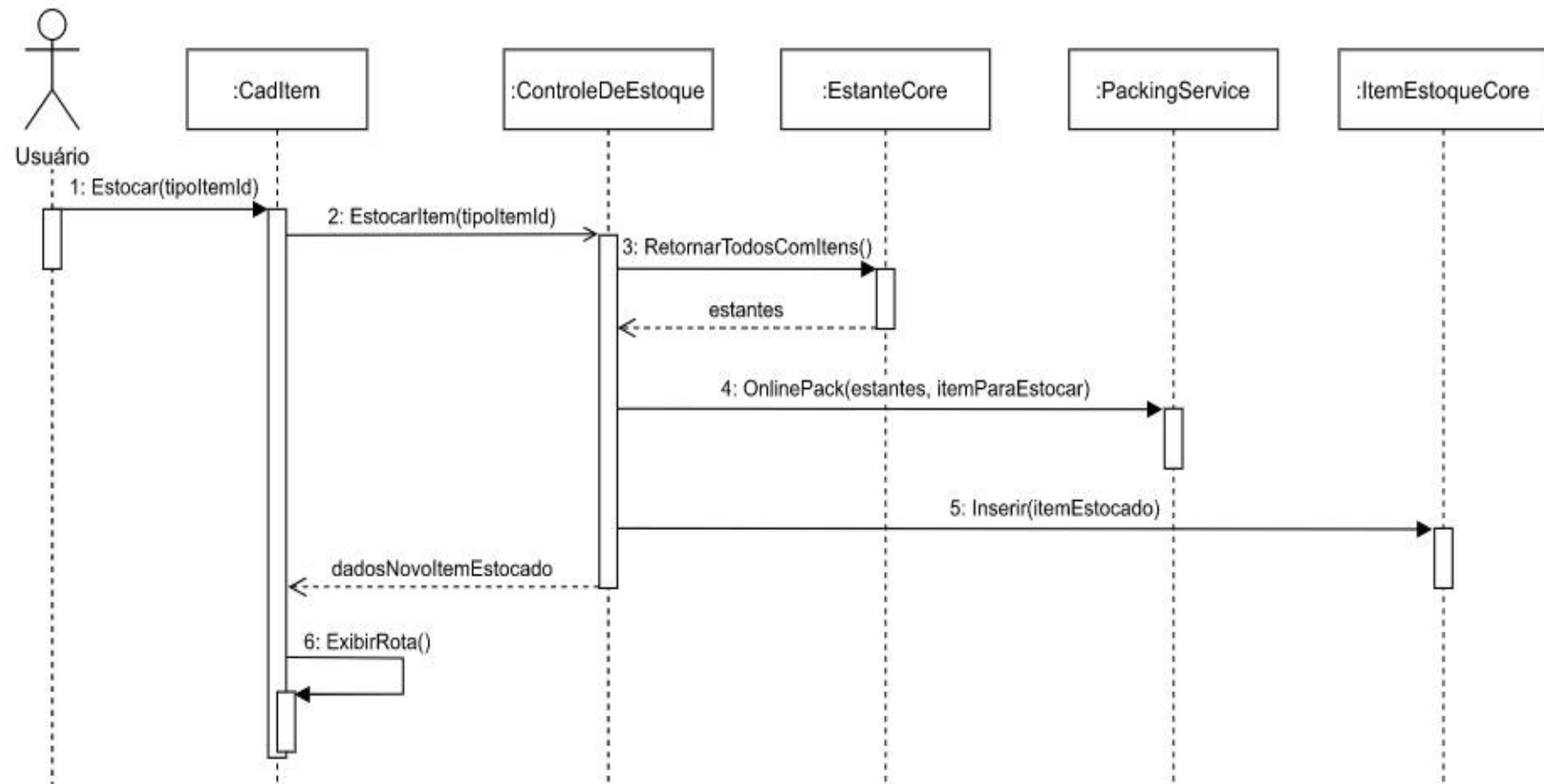
O diagrama de classes é a documentação responsável por mapear as estruturas do sistema. Essa documentação exhibe as relações entre as classes, representadas por setas. Dentro das classes, representadas por quadros, são demonstrados os atributos do sistema. A figura 4 disponibiliza o diagrama de classes utilizado no sistema.

Figura 4 - Diagrama de classes



### 3.4 Diagrama de sequência

**Figura 5** - Diagrama de sequência



Na figura 5 é exibido o diagrama de sequência utilizado para descrever o funcionamento da funcionalidade responsável por estocar o item. Nessa documentação, as demais funções relacionadas também são abordadas, demonstrando o momento de início e fim.

### 3.5 Dicionário de dados

O quadro 2 descreve os atributos utilizados no diagrama de classes do sistema, apresentado na figura 4.

**Quadro 2 - Dicionário de Dados**

| ENTIDADE        | ATRIBUTO  | DESCRIÇÃO   | PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO | FORMATO E/OU EXEMPLO   |
|-----------------|---|---|---------------------------|--|
| Usuário         | Entidade que representa o usuário da aplicação.                                     |   |                           |  |
|                 | Nome  | Nome do usuário para ser exibido no sistema.                | SIM                       | string<br>ex: Larissa Manoela  |
|                 | Login   | Nome do usuário, utilizado para realizar login no sistema.  | SIM                       | string<br>ex: Emanuela   |
|                 | Senha   | Senha do usuário, utilizado para realizar login no sistema. | SIM                       | string<br>criptografada<br>ex:<br>\$2y\$12\$u1zXXr<br>T3J/JOu4FkunP<br>BCOAcgTcX93j2<br>rVCYHTnAKu0H<br>fK4ig1Ge |
| Tipo de Usuário | Entidade que representa um grupo ao qual um usuário pode pertencer.                 |   |                           |  |
|                 | Nome  | Nome do tipo de usuário.                                    | SIM                       | string<br>ex:<br>Admin/Fiscal/<br>Gerente.   |
| Permissão       | Entidade que representa uma permissão concedida/não concedida a um tipo de usuário. |   |                           |  |
|                 | Descrição   | Descrição resumida da permissão.                            | SIM                       | string<br>ex: Acesso às configurações do sistema.  |
|                 | Concedida   | Indica se a permissão está ou                               | SIM                       | boolean  |

|                         |   |   |     |   |
|-------------------------|---|---|-----|---|
|                         |   | não concedida ao tipo de usuário.   |     |   |
| Prateleira              | Entidade que representa uma prateleira onde itens de estoque podem ser armazenados.     |   |     |   |
|                         | Nível   | Indica o nível (andar) da prateleira dentro da estante.                   | SIM | int   |
| Estante                 | Entidade que representa uma estante composta por prateleiras.                           |   |     |   |
|                         | Largura das Prateleiras   | Largura, em centímetros, da área útil de cada prateleira da estante.      | NÃO | float   |
|                         | Altura das Prateleiras  | Altura, em centímetros, da área útil de cada prateleira da estante.       | NÃO | float   |
|                         | Profundidade das Prateleiras  | Profundidade, em centímetros, da área útil de cada prateleira da estante. | NÃO | float   |
|                         | Peso máximo das Prateleiras   | Peso máximo, em quilos, suportado por cada prateleira                     | NÃO | float   |
|                         | Quantidade de Prateleiras   | Quantidade de prateleiras da estante.                                     | NÃO | int   |
|                         | Ancoragem Latitude  | Latitude do ponto geográfico que representa a frente da estante.          | NÃO | float   |
|                         | Ancoragem Longitude   | Longitude do ponto geográfico que representa a frente da estante.         | NÃO | float   |
| Tipo de Item de Estoque | Entidade que representa as informações gerais de um tipo específico de item de estoque. |   |     |   |
|                         | Nome  | Nome do tipo de item de estoque.  | SIM | string<br>ex: Monitor 40"   |
|                         | Descrição   | Descrição do tipo de item de estoque.                                     | NÃO | string<br>ex: Fabricado pela empresa XPTO com garantia de 4 anos. |
|                         | Largura   | Largura, em metros, do pacote do tipo de item de estoque.                 | NÃO | float   |
|                         | Altura  | Altura, em metros, do pacote do tipo de item de estoque.                  | NÃO | float   |



|                 |  |   |     |                                    |
|-----------------|--|---|-----|------------------------------------|
|                 | Profundidade   | Profundidade, em metros, do pacote do tipo de item de estoque.              | NÃO | float                              |
|                 | Peso   | Peso, em quilos, do tipo de item de estoque.                                | NÃO | float                              |
|                 | Peso máximo para empilhamento                                  | Peso, em quilos, que o tipo de item de estoque suporta.                     | NÃO | float                              |
|                 | Código de barras (EAN)   | Código de barras do tipo de item de estoque no padrão EAN.                  | NÃO | string<br>ex:<br>501234567890<br>0 |
| Item de Estoque | Entidade que representa uma unidade física de item de estoque. |   |     |                                    |
|                 | Data/Hora  | Data e hora do momento de cadastro do item de estoque.                      | SIM | Datetime                           |
|                 | Empacotamento - X  | Eixo X da coordenada que representa a posição do item dentro da prateleira. | NÃO | float                              |
|                 | Empacotamento - Y  | Eixo Y da coordenada que representa a posição do item dentro da prateleira. | NÃO | float                              |
|                 | Empacotamento - Z  | Eixo Z da coordenada que representa a posição do item dentro da prateleira. | NÃO | float                              |
| Entrada         | Entidade que representa a entrada de um item de estoque.       |   |     |                                    |
|                 | Data/Hora  | Data e hora do momento de cadastro da entrada.                              | SIM | Datetime                           |
| Saída           | Entidade que representa a saída de um item de estoque.         |   |     |                                    |
|                 | Data/Hora  | Data e hora do momento de cadastro da saída.                                | SIM | Datetime                           |
| Perda           | Entidade que representa a perda de um item de estoque.         |   |     |                                    |
|                 | Data/Hora  | Data e hora do momento de cadastro da perda.                                | SIM | Datetime                           |
| Camada          | Entidade que representa as camadas carregadas na planta 2D.    |   |     |                                    |
|                 | Nome   | Nome da camada.   | SIM | string                             |
|                 | Cor  | Cor dos polígonos da camada em formato hexadecimal.                         | NÃO | string<br>Ex:<br>#FF2525           |
| Polígono        | Entidade que representa um polígono da planta 2D.              |   |     |                                    |

|         |  |   |     |          |
|---------|--|---|-----|----------|
|         | Geometria  | Geometria do polígono.                                | NÃO | Geometry |
|         | Geojson  | Informação geográfica do polígono no formato geojson. | NÃO | string   |
| Armazém | Entidade que representa um armazém onde itens são estocados. |   |     |          |
|         | Nome   | Nome do armazém.                                      | NÃO | string   |

### 3.6 Regras de negócios

A seguir estão descritas as regras de negócios (RIBEIRO, 2020) do sistema, responsáveis por padronizar as regras dos fluxos de programação das funcionalidades.

**RN1.** O item de estoque não pode ser posicionado acima de outro item que exceda o limite de peso de empilhamento.

**RN2.** O limite de peso da prateleira não deve ser ultrapassado.

**RN3.** Itens de estoque com maior giro devem ser armazenados nas estantes próximas ao balcão de saída.

**RN4.** Maximizar uso do espaço.

**RN5.** Requerer foto para registrar perda do item.

**RN6.** Não armazenar item que atingiu limite de altura máximo.

**RN7.** O sistema deve calcular a rota do balcão até a estante.

**RN8.** O sistema deve exibir de forma autônoma o local onde o item será alocado.

## 4 PROJETO LÓGICO

A seção de projeto lógico visa abordar as decisões de implementação e ferramentas empregadas no sistema gestão de estoque 3D.

### 4.1 Linguagens Utilizadas

O sistema consiste na utilização de duas linguagens de programação. O JavaScript foi utilizado majoritariamente no desenvolvimento do *front-end*, acompanhado da linguagem de marcação HTML<sup>1</sup> por ser um sistema WEB. A linguagem CSS<sup>2</sup> foi utilizada para a construção do *layout* do sistema. No *back-end* foi utilizada a linguagem C#, desenvolvida pela Microsoft (MICROSOFT, 2022).

### 4.2 Banco de Dados

O banco de dados utilizado no sistema é o PostgreSQL, um sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional – SGBD de código aberto. Para armazenar os dados das prateleiras e rotas de forma concisa, foi utilizada a extensão PostGIS. A extensão possui diversas funções para manipular dados espaciais, dentre eles foi utilizado o tipo Geometry. Esses tipos de dados facilitam o armazenamento de informações, pois permitem que os dados necessários persistam para representar polígonos e linhas utilizando apenas uma coluna.

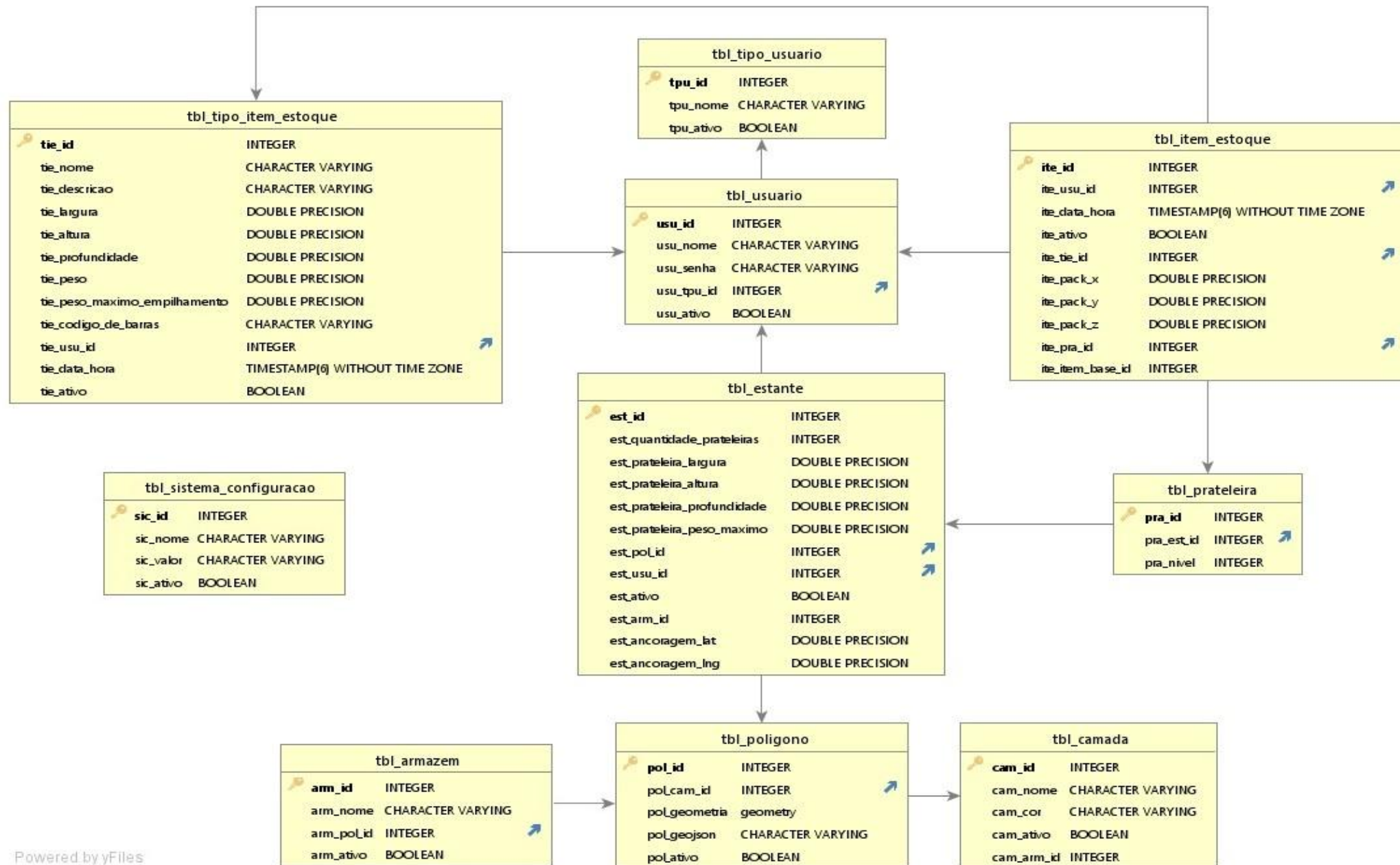
Na figura 6 é exibido o diagrama de dados extraído do banco de dados do sistema gestão de estoque 3D.

---

<sup>1</sup> HyperText Markup Language

<sup>2</sup> Cascading Style Sheets

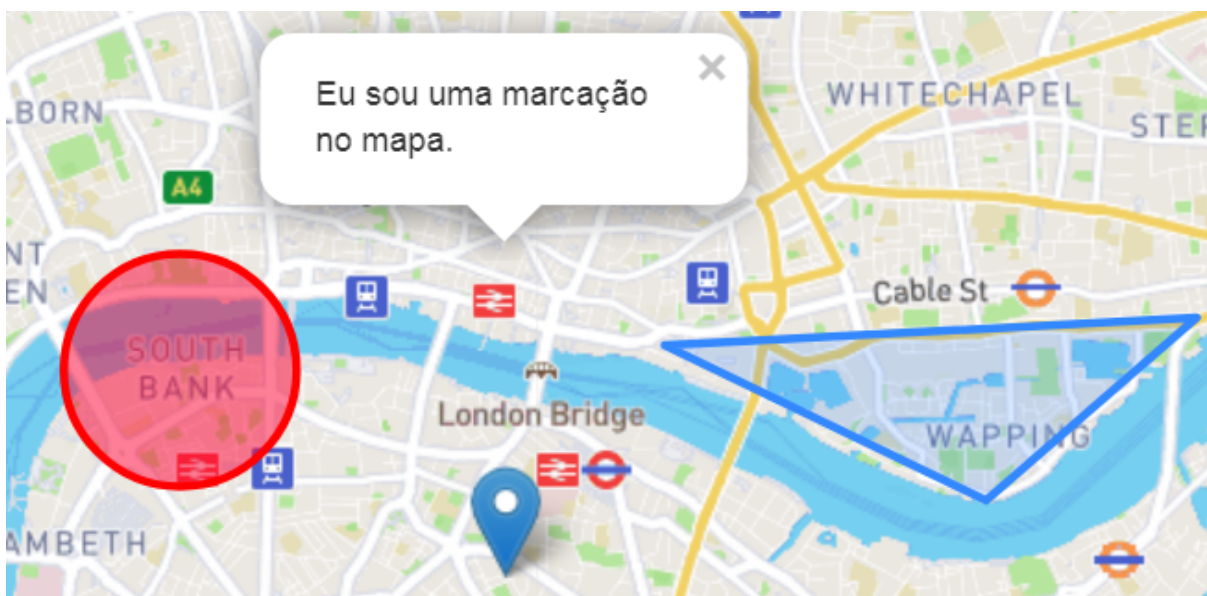
Figura 6 - Diagrama físico do banco de dados



### 4.3 Biblioteca Leaflet

Leaflet é uma biblioteca JavaScript de código aberto. Suas principais funções são: construção de mapas, permitindo a inserção de componentes em formato de círculos; polígonos; marcações de texto. Com o Leaflet é possível inserir e personalizar diversos componentes nos mapas, de diferentes formas geométricas. A modelagem dos componentes é fácil e intuitiva, bastando “arrastar” as bordas dos polígonos para gerar a forma desejada. Na figura 7 são apresentados exemplos de utilização da biblioteca.

**Figura 7 - Exemplo Leaflet**

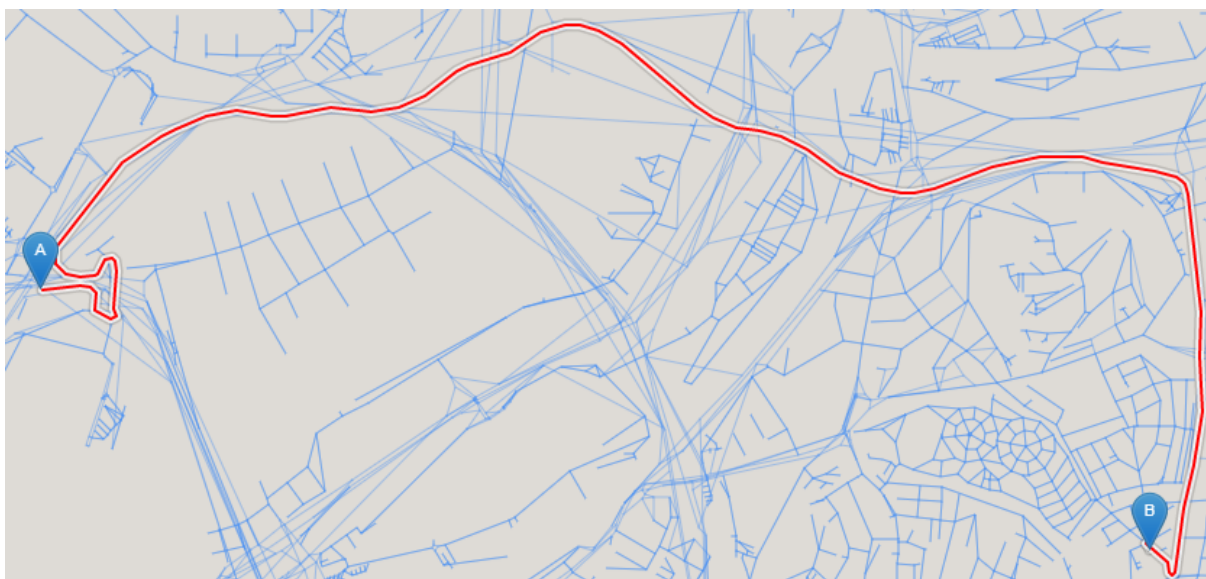


Fonte: LeafletJS

### 4.4 Rotas (Biblioteca GeoJson Finder)

*GeoJSON Path Finder* é uma biblioteca JavaScript que realiza o cálculo da rota de um ponto a outro. O sistema utiliza o *GeoJSON* para coletar as informações do mapa e retornar a rota que deverá ser percorrida do ponto inicial até o destino. Não é necessário o uso de um servidor para o seu funcionamento, podendo funcionar *offline* no próprio navegador de *internet*. Essa ferramenta apresenta boa performance ao calcular a rota com agilidade. Na figura 8 é demonstrada uma rota do ponto A até o ponto B.

**Figura 8 - Exemplo GeoJson Finder**



**Fonte:** liedman

#### **4.5 Biblioteca 3D Container Packing**

*3D Container Packing* é uma biblioteca de código aberto escrita em C#. A biblioteca é utilizada para encontrar soluções no problema do empacotamento do tipo *offline*. Esta biblioteca implementa o algoritmo de empacotamento EB-AFIT (BALTACIOĞLU, 2001), projetado por Erhan Baltacioğlu (EB) no Instituto de Tecnologia da Força Aérea dos Estados Unidos (*U.S. Air Force Institute of Technology* – AFIT).

#### **4.6 Algoritmo de empacotamento**

No decorrer do desenvolvimento do projeto, foram observadas limitações no funcionamento da biblioteca 3D Container Packing. A biblioteca abrange apenas uma categoria de empacotamento necessária para o funcionamento do sistema, não sendo suficiente para atingir os objetivos estabelecidos.

O problema do empacotamento se trata de um tipo de problema matemático. Nesse caso, objetos de diferentes volumes devem ser organizados dentro de um ou mais containers de volume finito, buscando utilizar o menor número possível de containers (MARTELLO; TOTH, 1990).

Este problema possui diversas categorias, entre elas a categoria *offline* e *online*. No modo *offline* todos os objetos envolvidos são previamente conhecidos. Já no modo *online* os objetos vão sendo apresentados de forma sequencial.

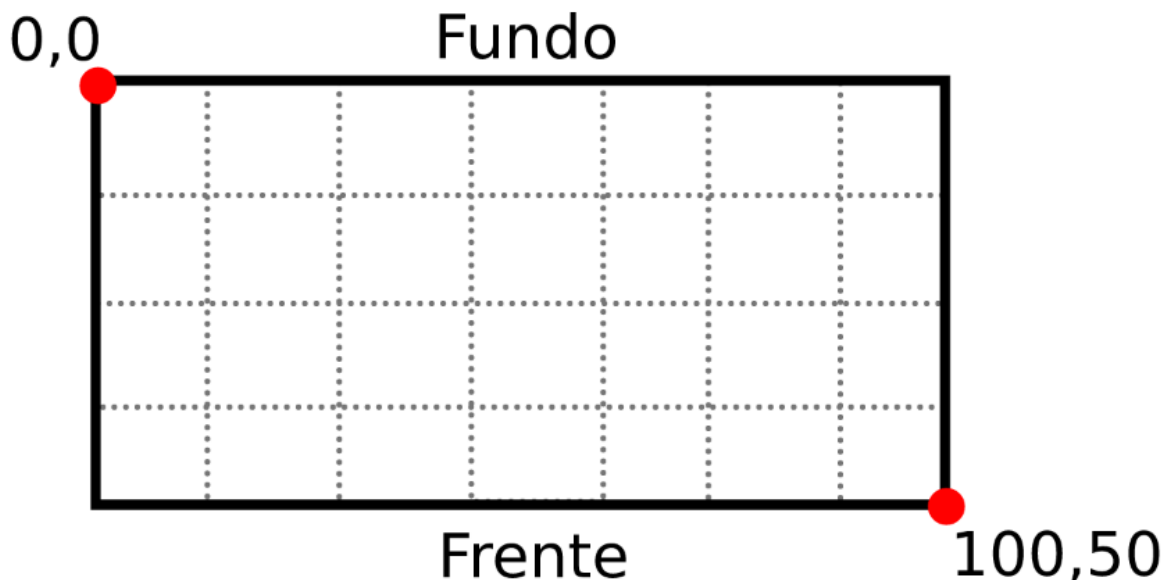
No contexto de um galpão logístico, os pacotes são os objetos e as prateleiras são os containers. Além disso, a categoria é *online* já que novos pacotes são recebidos e não há como prever a quantidade e volume dos novos pacotes.

A partir do estudo do funcionamento do *3D Container Packing* (CHAPMAN, 2021) desenvolvemos uma versão própria do algoritmo empacotador. Sabendo que o algoritmo original é apenas capaz de solucionar o problema do empacotamento do tipo *offline*, foi necessária uma série de modificações e adições ao código fonte que o tornaram bastante diferente do original.

Nossa versão do algoritmo funciona em duas etapas: (I) empacotar todo o nível inferior de uma prateleira; (II) empilhamento dos pacotes.

Para entender melhor, devemos imaginar que uma prateleira pode ser representada como na figura 9, que contém a representação da visão superior de uma prateleira de um metro de largura por meio metro de profundidade.

**Figura 9** - Representação da visão superior de uma prateleira



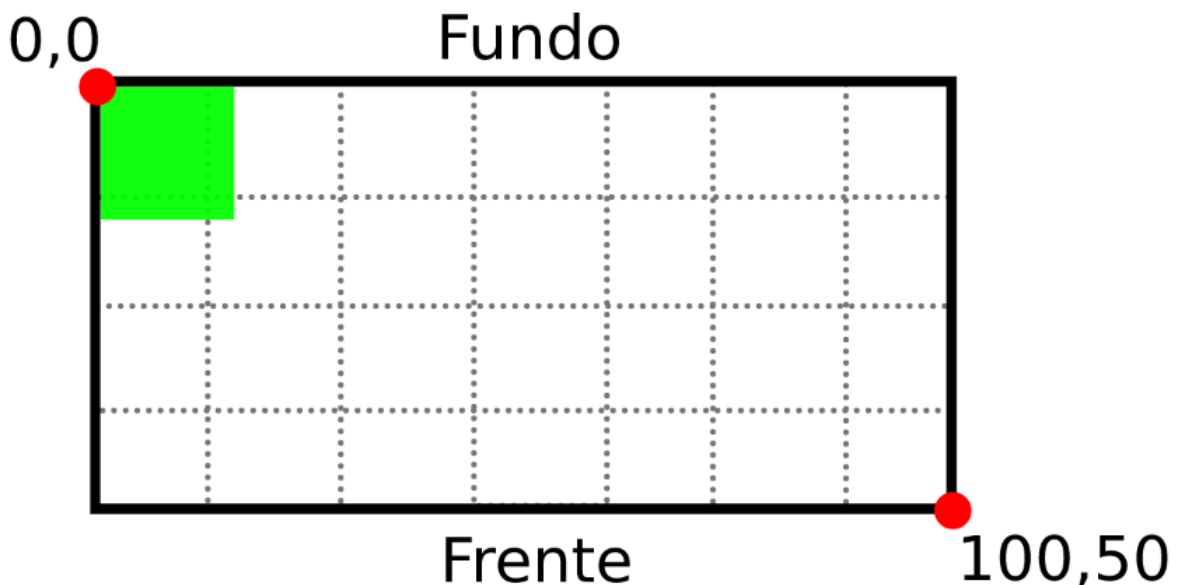
Olhando a prateleira de cima para baixo, definimos a parte mais ao topo e à esquerda como sendo o ponto de coordenada (0,0). O ponto oposto a esse, mais abaixo e à direita, possui as coordenadas definidas pela largura e profundidade da



prateleira. No caso de uma prateleira de um metro de largura por meio metro de profundidade, teremos o ponto (100,50).

Com isso estabelecido, devemos entender como se dá o processo de empacotamento de um novo item dentro desta prateleira. O primeiro passo é verificar se a prateleira está vazia. Caso esteja, o algoritmo tentará alocar o pacote à coordenada (0,0). Para isso, também verificará se a largura, altura, profundidade e peso do pacote estarão dentro dos limites físicos da prateleira. Caso esteja, então o pacote é alocado com sucesso. Na figura 10 é possível observar o pacote alocado na coordenada (0,0) da prateleira.

**Figura 10** - Representação do pacote alocado

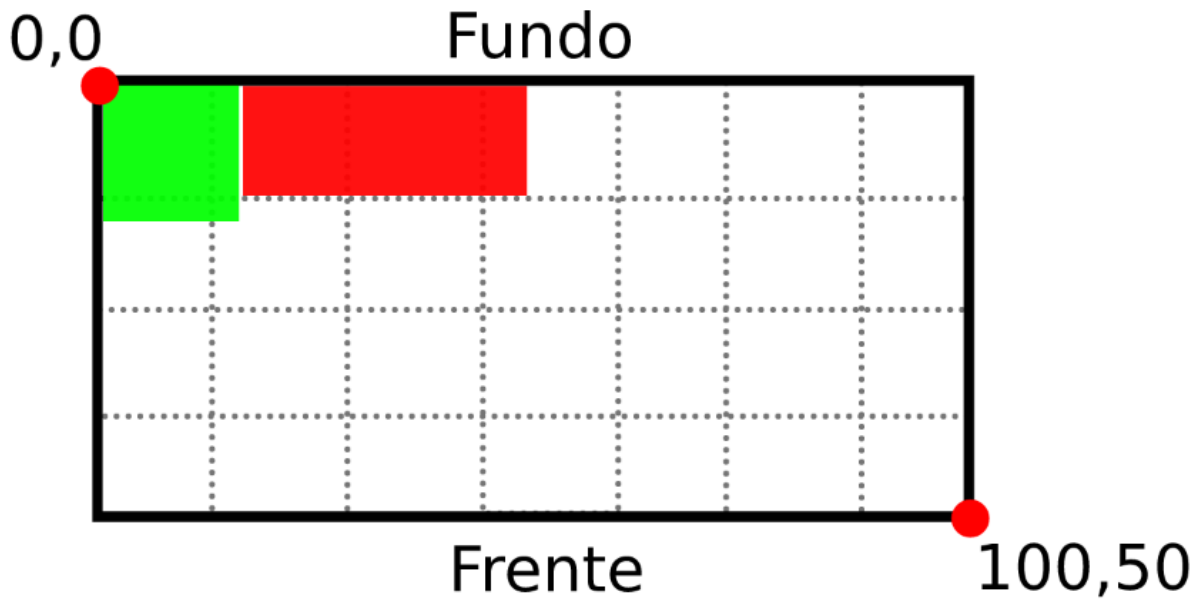


A posição do pacote dentro da prateleira é armazenada no banco de dados, salvando-se apenas as coordenadas do canto superior esquerdo, neste caso (0,0). Não é necessário salvar a posição de todos os cantos, já que podemos calcular suas coordenadas utilizando a largura e profundidade do pacote.

No caso de já existirem pacotes alocados na prateleira, se nenhum pacote estiver alocado à coordenada (0,0), o algoritmo tentará inserir o novo pacote nesta coordenada. Porém, desta vez, o espaço será verificado para saber se é suficiente para as dimensões do pacote. Na figura 11, dois pacotes são representados. Em vermelho um pacote previamente alocado, em verde o novo pacote.

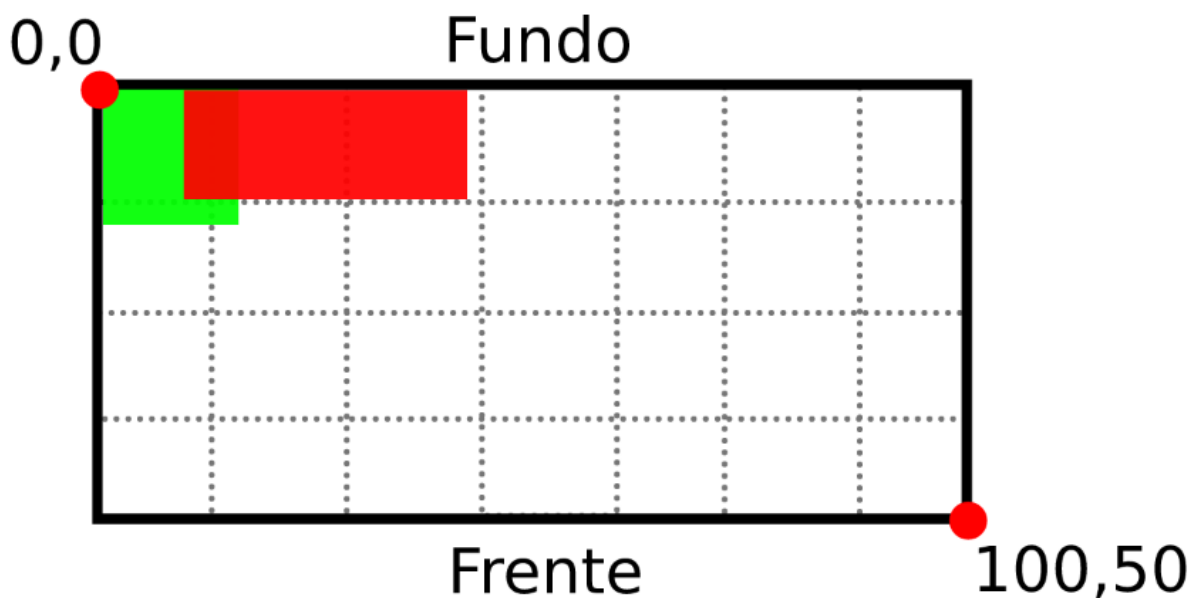


**Figura 11** - Representação de dois pacotes alocados corretamente



A alocação é considerada inválida caso não exista espaço suficiente para que o novo pacote seja inserido na coordenada (0,0), demonstrado na figura 12.

**Figura 12** - Representação de dois pacotes alocados erroneamente

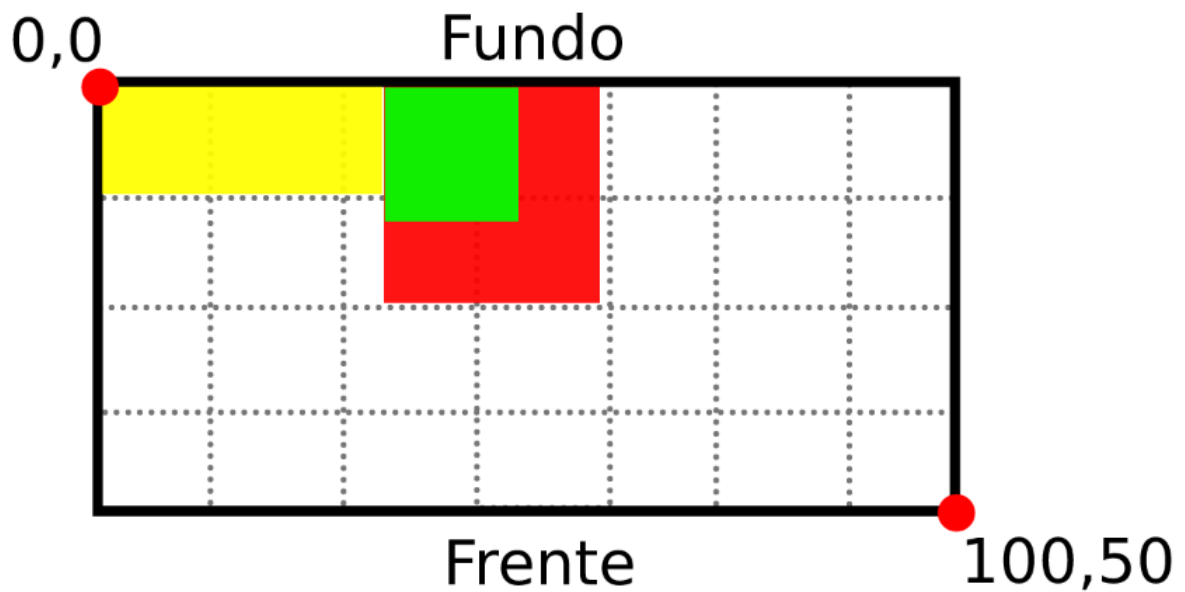


Caso exista um pacote já alocado na coordenada (0,0), partiremos para a próxima estratégia, que consiste em tentar inserir o novo pacote à direita de cada pacote existente na prateleira. Aqui valem as seguintes regras: (I) o pacote deve ser menor que a largura, profundidade e altura da prateleira; (II) o seu peso somado ao

peso dos demais pacotes já alocados devem ser menor ou igual ao peso máximo suportado pela prateleira; (III) o pacote não deve possuir interseção com nenhum outro pacote nem com os limites da prateleira, ou seja, devem respeitar as leis da física e jamais ocupar o mesmo espaço de outro pacote.

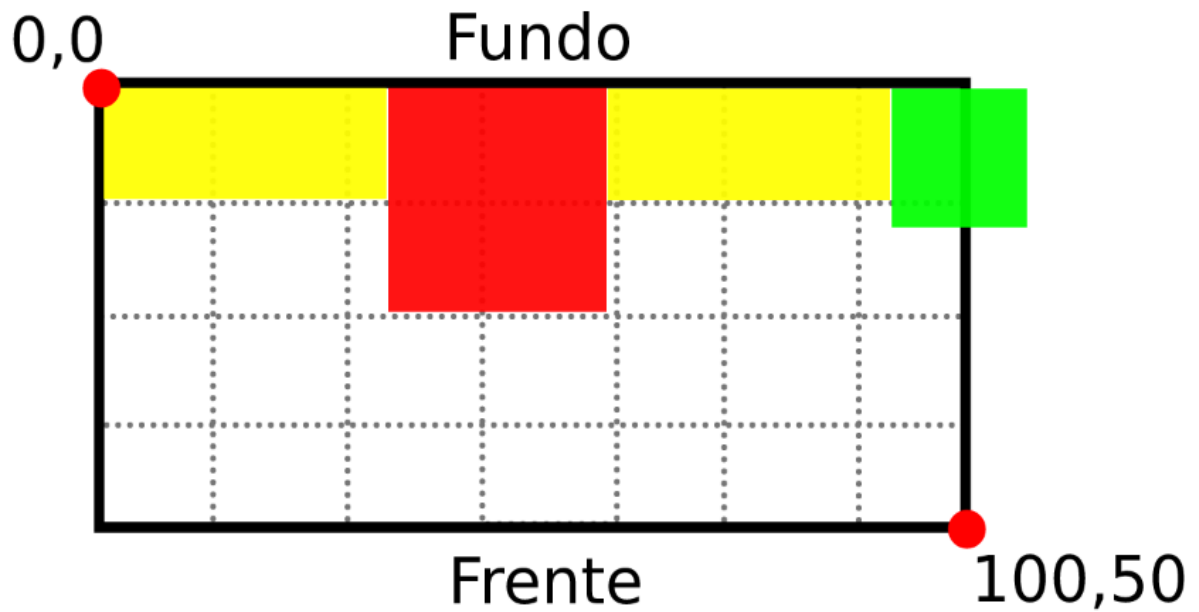
A figura 13 representa uma alocação inválida por interseção com outro pacote.

**Figura 13** - Alocação impossível com dois pacotes alocados no mesmo espaço



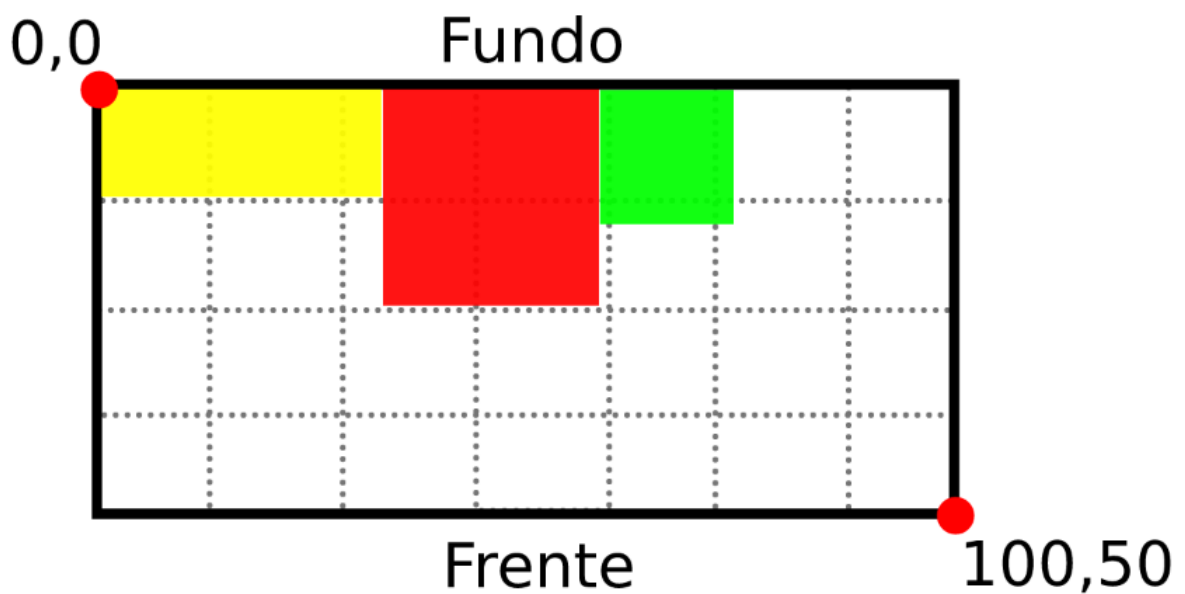
A figura 14 representa uma alocação inválida por ultrapassar os limites da prateleira.

**Figura 14** - Alocação impossível por estar fora do plano



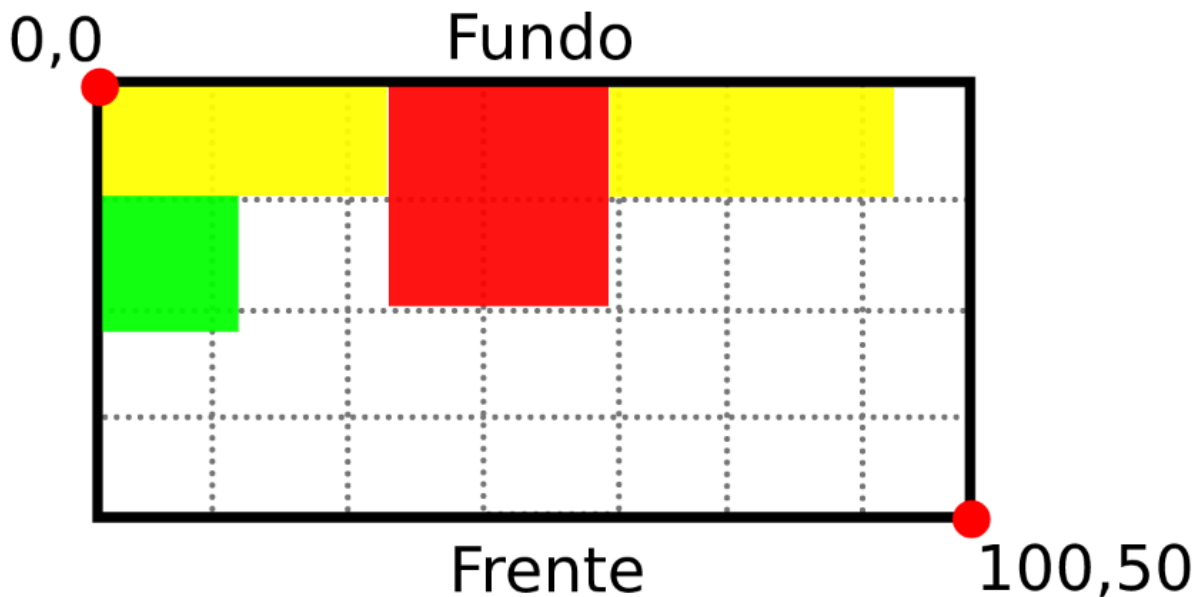
A figura 15 representa uma alocação válida, pois respeita os limites físicos da prateleira e não possui interseção com outros pacotes.

**Figura 15** - Alocação possível com espaços respeitados



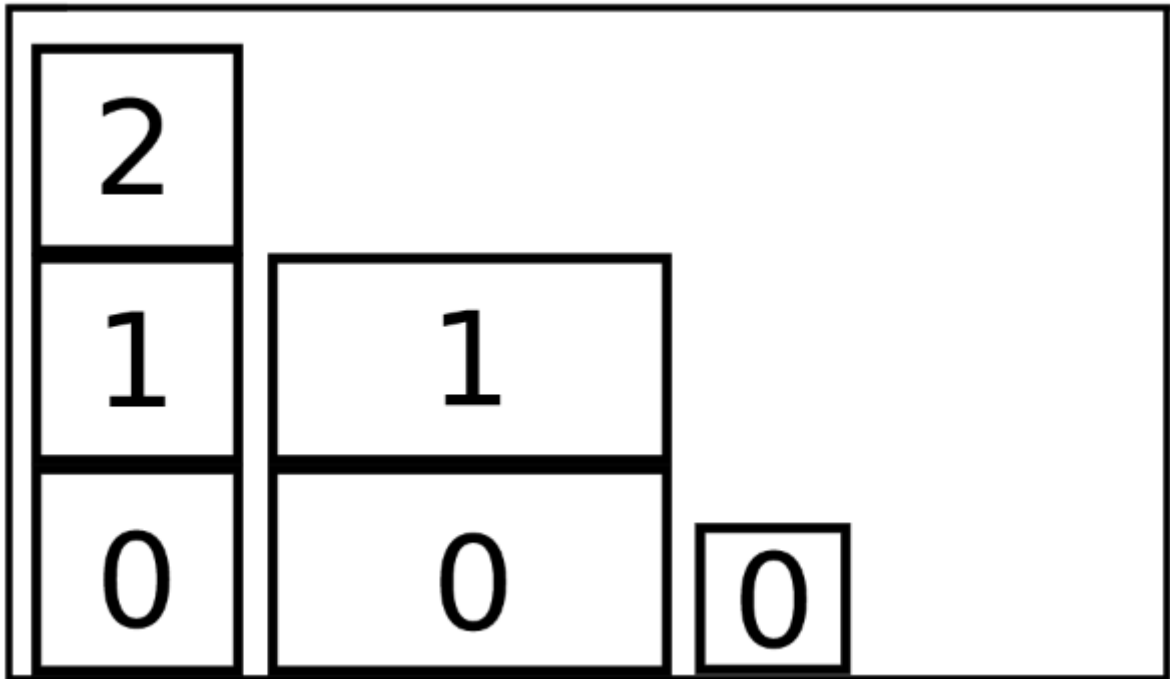
Caso não seja possível associar o pacote à direita de nenhum dos pacotes, então a próxima estratégia será tentar alocar abaixo de cada pacote existente na prateleira. As mesmas regras da estratégia anterior são seguidas, representado na figura 16.

**Figura 16** - Representação de alocação possível



Caso ainda não seja possível encontrar uma alocação válida para o novo pacote, então iniciaremos o processo de empilhamento. Cada pacote pertence a um grupo, chamado de tipo de item de estoque, e só pode ser alocado sobre um pacote do mesmo grupo. Assim garantimos que apenas pacotes da mesma dimensão e peso possam ser empilhados. Para cada pacote alocado em uma prateleira, uma informação de nível é atribuída. Itens em contato direto com o chão da prateleira recebem o valor zero. Um pacote que está sobre outro pacote de nível zero recebe o valor de nível um, e caso sobre si exista outro pacote, este receberá o valor de nível 2, e assim sucessivamente. A figura 17 representa uma visão frontal de uma prateleira, os números dentro dos pacotes representam os níveis.

**Figura 17 - Representação dos níveis dos pacotes alocados**



As seguintes regras precisam ser obedecidas para que um pacote possa ser empilhado sobre outros pacotes: (I) um pacote só pode ser alocado sobre um pacote do mesmo grupo; (II) a altura total da pilha de pacotes não pode exceder a altura da prateleira; (III) a soma do peso de todos os pacotes da pilha, excluindo o pacote de nível zero, deve ser menor ou igual ao peso máximo para empilhamento do tipo de item de estoque.

Caso ainda assim não seja possível encontrar uma alocação válida para o pacote dentro da prateleira, então o algoritmo retornará para a primeira etapa do processo de empacotamento, porém utilizando outra prateleira do armazém. Isso se repetirá até que seja encontrada uma alocação válida ou se esgote a quantidade de prateleiras do armazém.

O processo de desempacotamento é realizado de maneira simples. Quando o usuário solicitar a remoção de um pacote de um grupo específico, busca-se o último pacote alocado deste grupo e o mesmo é removido da prateleira.

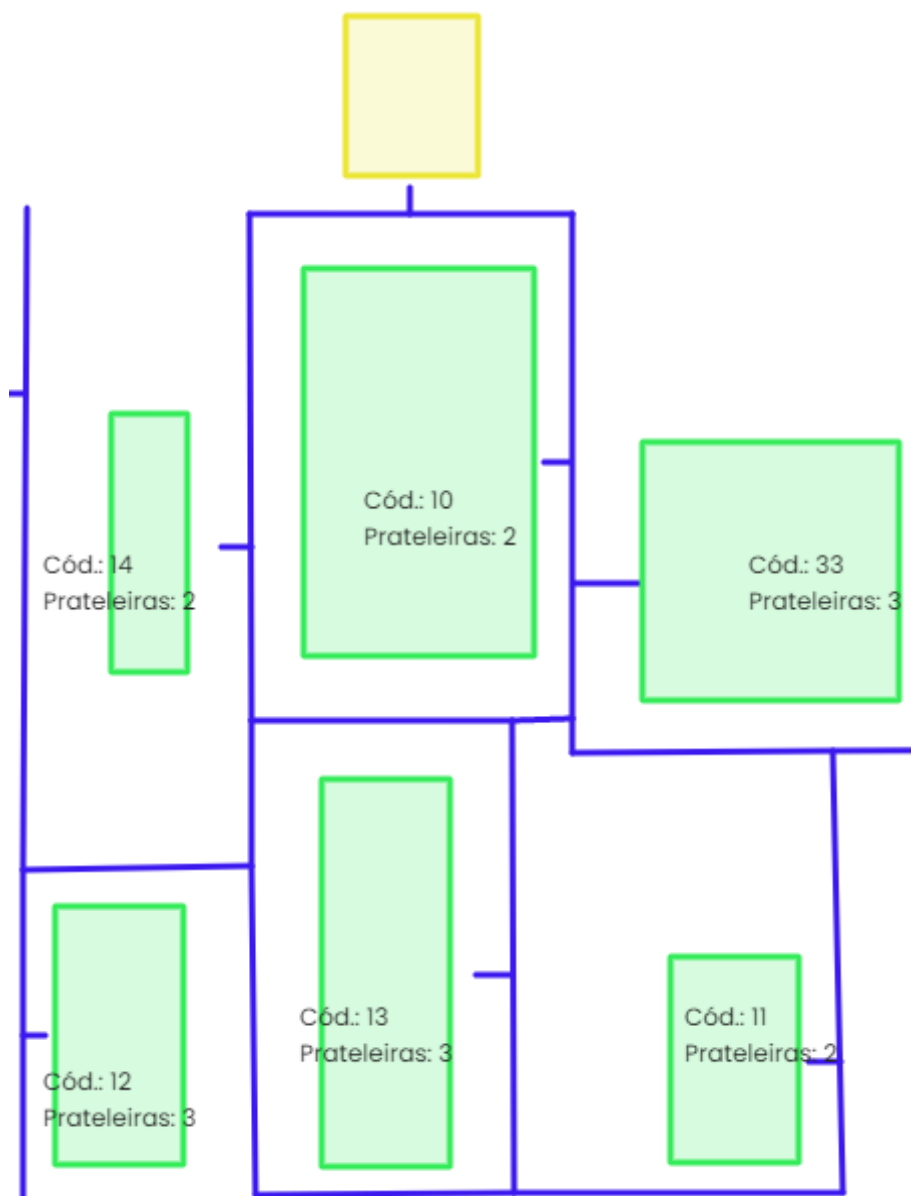
## 4.7 Biblioteca Three.js

Three.js é uma biblioteca *JavaScript* lançada em 2010. Sua principal função é a criação de animações 3D em um navegador WEB, permitindo rotacionar a animação 3D em 360°. A biblioteca possibilita a criação de modelos dinâmicos e realistas.

## 4.8 Escopo de interface

Visando aprimorar a interface de usuário e obter uma aprendizagem ágil na utilização do sistema, foram definidos padrões para a construção de interface do sistema.

Normas na apresentação dos elementos do plano 2D foram estabelecidas. As representações das estantes e corredores foram posicionados no centro da tela inicial. As estantes são identificadas pela cor verde, e o balcão pela cor amarela. Traços azuis indicam os corredores, que interligam o balcão às estantes. Na figura 18 são exibidos os elementos do plano 2D.

**Figura 18** - Estantes e corredores no plano 2D

No canto esquerdo da tela inicial foram posicionadas as funcionalidades responsáveis pela modelagem do plano 2D. Devido aos ícones possuírem imagens que representam suas funções, auxilia-se o usuário a assimilar as funções, gerando agilidade no aprendizado do usuário. Na figura 19 o menu de funcionalidades é exibido.

**Figura 19 - Funcionalidades do plano 2D**

No canto superior esquerdo da tela inicial, foram posicionadas as seções do sistema. O botão de acesso às seções “Estantes” e “Itens de Estoque” são representados na figura 20.

**Figura 20 - Seções**

Nas seções, o sistema de busca foi posicionado no canto superior esquerdo da tela. As funções cadastro e relatório de inventário foram alocadas no canto superior direito. Na região central da tela foram posicionados os quadros contendo informações do objeto, e abaixo destas estão presentes as funcionalidades que acarretam em ações diretas a instância referente ao quadro. Na figura 21 estão destacadas as funcionalidades de busca, relatório de inventário e cadastro de estantes.



Figura 21 - Seção de estantes

Relatório de Inventário

+ Cadastrar Estante

Cód.: 34

Quantidade de Prateleiras

3

Largura

2m

Altura

2m

Profundidade

2m

Peso Máximo

20kg

Cód.: 29

Quantidade de Prateleiras

1

Largura

1m

Altura

1m

Profundidade

1m

Peso Máximo

1kg

Cód.: 14

Quantidade de Prateleiras

2

Largura

0.3m

Altura

0.3m

Profundidade

1m

Peso Máximo

50kg

Cód.: 13

Quantidade de Prateleiras

3

Largura

0.5m

Altura

0.5m

Profundidade

1.5m

Peso Máximo

20kg

Cód.: 12

Quantidade de Prateleiras

3

Largura

0.5m

Altura

0.2m

Profundidade

1m

Peso Máximo

20kg

## 5 RESULTADOS SIMULADOS

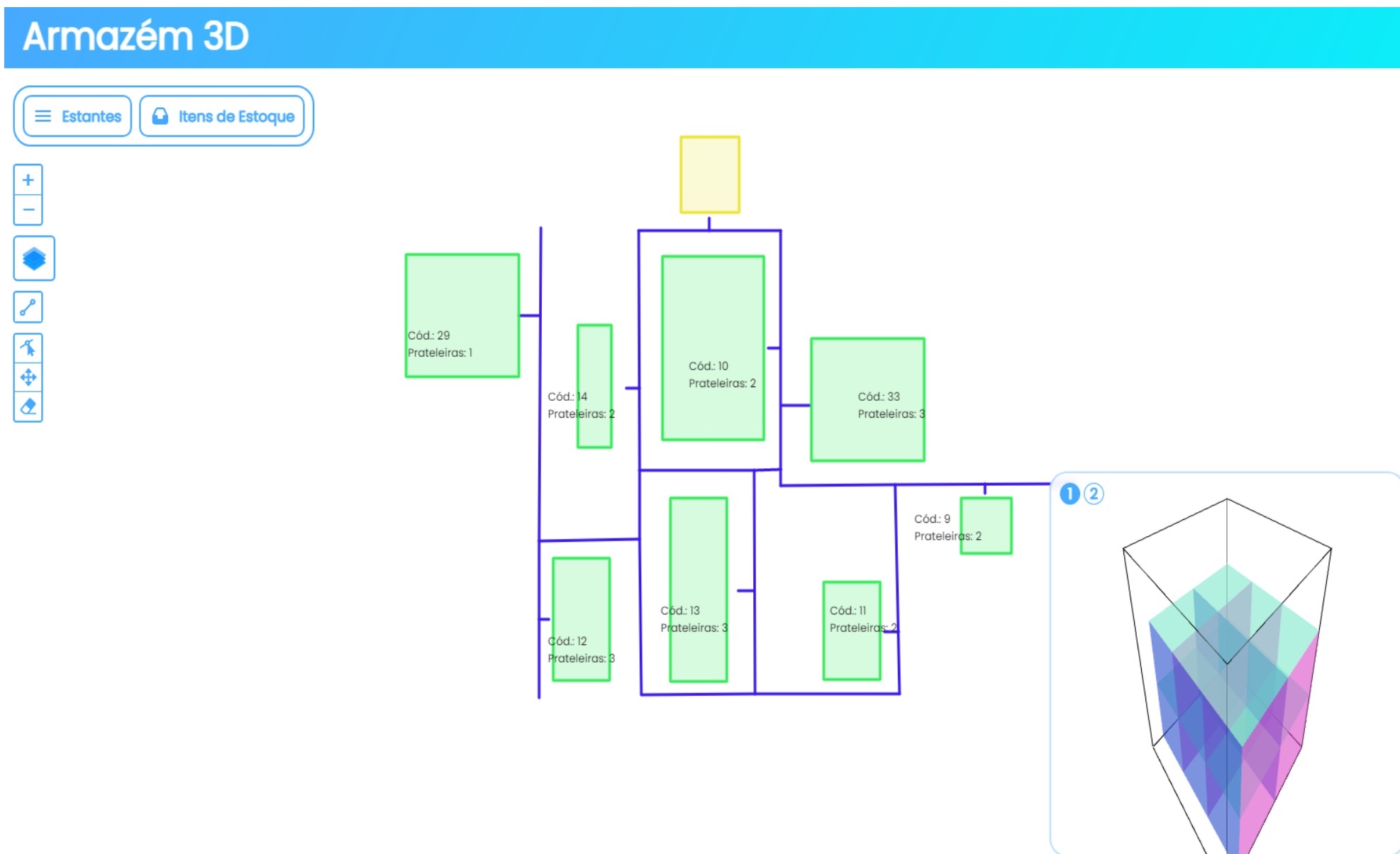
Nesta seção será apresentado o passo a passo de como utilizar o sistema de gestão de estoque 3D, abordando as principais funcionalidades do mesmo. Esta seção possui objetivo de ilustrar as funcionalidades do sistema como uma espécie de manual, baseando a sequência de interações no fluxo normal do usuário. A sequência de etapas será disponibilizada de forma textual; e na forma visual, com o uso de figuras, tornando-o mais didático.

A sequência de instruções do funcionamento do sistema começa com as instruções de cadastramento e posicionamento dos ícones das estantes no plano 2D do sistema. A implementação das estantes é o ponto inicial para a elaboração e criação do estoque. Nesse tópico, também abordamos as demais funcionalidades da estante, exemplificando o sistema de busca e exclusão.

Em seguida, abordamos as funcionalidades de itens, iniciando com as etapas para registrar um tipo de item no sistema. Também será abordado a alocação e desalocação dos itens nas prateleiras, exemplificando como o sistema interage nas ações realizadas após o acionamento dessas funcionalidades.

Por fim, exibiremos as etapas para realizar o *download* da planilha. O arquivo Excel conterá os dados e a localização de todos os itens estocados nas prateleiras das estantes. A figura 22 exibe a visão inicial do sistema.

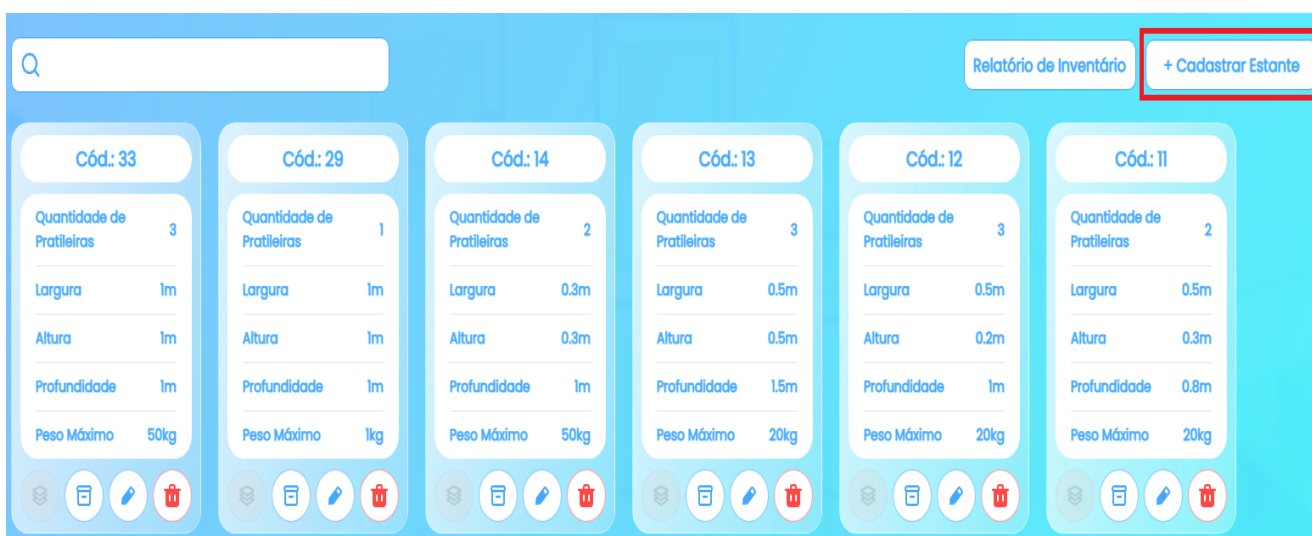
Figura 22 - Tela inicial do sistema



## 5.1 Cadastrar estante

Para cadastrar uma estante, clique no botão estatantes, no canto superior esquerdo da tela inicial. Após essa etapa, serão exibidas todas as estantes cadastradas. Acione o botão “Cadastrar Estante” para iniciar o cadastro, destacado no retângulo vermelho na figura 23.

**Figura 23** - Funcionalidade cadastrar estante



Após iniciar o cadastro, dados para a criação da estante serão solicitados. Ao preencher os dados, selecione o botão “confirmar” para concluir o cadastro, destacado na figura 24.

**Figura 24** - Tela de cadastro de estante

A imagem mostra a tela de cadastro de estante. O título é 'Cadastrar Estante'. Há cinco campos de entrada com rótulos: 'Quantidade de Prateleiras' (valor 3), 'Largura (m)' (valor 4), 'Altura (m)' (valor 2), 'Profundidade (m)' (valor 2) e 'Peso Máximo (kg)' (valor 200). No rodapé, há dois botões: um com um símbolo de confirmação (checkmark) dentro de um retângulo vermelho, e outro com um símbolo de cancelamento (X).

## 5.2 Inserir estante na planta 2D

Para inserir a estante na planta 2D, selecione o botão destacado na figura 25, na seção “Estantes”. As estantes não inseridas no mapa estarão com o ícone na cor branco e azul, enquanto as não inseridas se encontrarão na cor cinza, simbolizando que já estão alocadas no plano 2D.

**Figura 25 - Funcionalidade inserir estante**



Ao ser inserida, a representação gráfica da estante será implementada na área central da planta 2D, no formato de um quadrado ou de um retângulo na cor verde. Para mover a estante, acione a funcionalidade “Mover”, destacado no canto esquerdo central da tela inicial, representado na figura 26. Após a função ser selecionada, será possível arrastar o ícone da estante para o local desejado.

**Figura 26 - Funcionalidade mover estante**



Após manejar a estante para o local desejado, a próxima etapa será encerrar a funcionalidade selecionando “finish”, posicionado ao lado do ícone da função mover. Após finalizar a função, a estante ficará fixa no plano 2D. O botão “finish” está representado na figura 26.

### 5.3 Ancorar estante

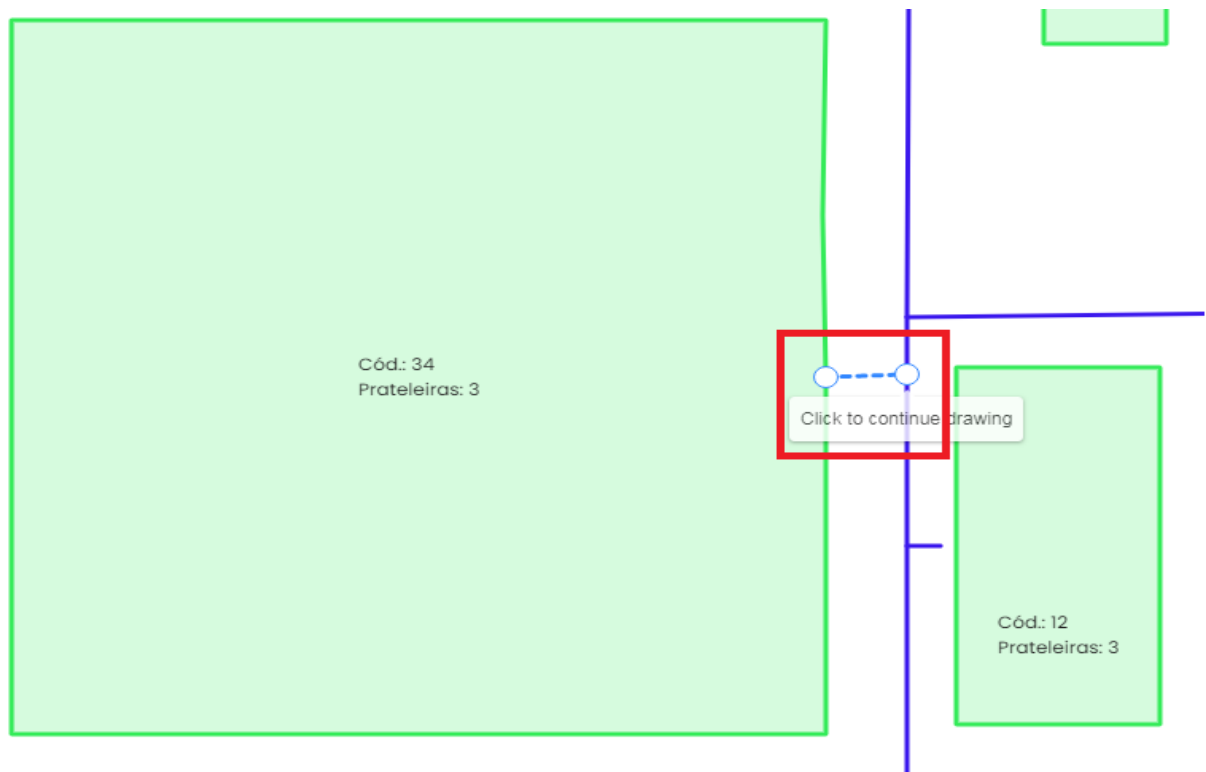
Para o funcionamento do sistema de rotas será necessário interligar a estante e o corredor. Ancorar a estante é importante para a representação visual da rota no mapa, demonstrando o caminho que o item deverá percorrer ao ser inserido ou removido da estante.

Para ancorar a estante ao corredor, selecione a função “ancorar”, clicando no ícone representado na figura 27, localizado no canto central esquerdo da tela inicial.

**Figura 27** - Ícone de ancoragem



Após acionar a função, direcione o cursor do *mouse* até a estante desejada, movendo o cursor para a borda da estante. Com o cursor sobre a borda da estante, clique com o *mouse*. Ao surgir um círculo na borda da estante, repita os mesmos passos com o mouse sobre o corredor, representado por uma linha azul. Quando a ligação entre corredor e estante for criada, uma linha pontilhada entre ambos será gerada. Na figura 28 é demonstrada a ligação dentro do retângulo vermelho.

**Figura 28 - Ancorando estante ao corredor**

Após essa etapa selecione “*finish*” para encerrar a função, localizado ao lado do ícone da funcionalidade “ancorar”. Quando a funcionalidade for encerrada irá aparecer uma tela, selecione a opção “Corredores” e clique no botão “Criar”, destacado na figura 29.

**Figura 29 - Criando conexão da estante ao corredor**

**Escolha a camada para criar o polígono**

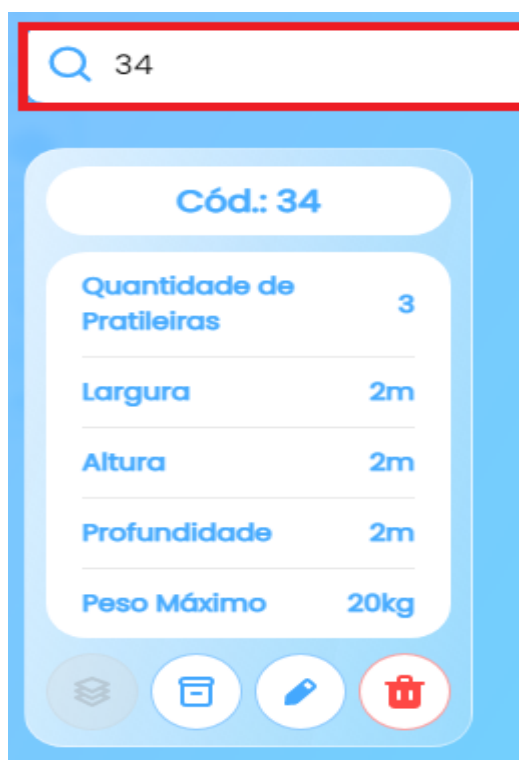
Corredores ▼

**Criar**

## 5.4 Buscar estante

Para utilizar o sistema de busca, digite o código da estante na seção “Estantes”, inserindo o número ao lado do símbolo de lupa, representado na figura 30 dentro do retângulo vermelho.

**Figura 30** - Buscando estante



| Cód.: 34                  |      |
|---------------------------|------|
| Quantidade de Prateleiras | 3    |
| Largura                   | 2m   |
| Altura                    | 2m   |
| Profundidade              | 2m   |
| Peso Máximo               | 20kg |

## 5.5 Excluir estante

Para excluir a estante selecione a seção “Estantes”, identifique a estante desejada e clique no botão com símbolo de lixeira destacado na figura 31.



**Figura 31 - Funcionalidade excluir estante**

Após selecionar o botão “excluir”, irá aparecer uma tela alertando que os itens que estiverem relacionados à estante serão deslocados para a seção “Itens não estocados”. Ao clicar no ícone “confirmar”, ocorrerá a exclusão da estante. Na figura 32 está destacado o botão “confirmar” na tela de aviso.

**Figura 32 - Confirmação de exclusão da estante**

Após esse procedimento, a estante será excluída totalmente do sistema, incluindo sua representação visual no plano 2D.

## 5.6 Cadastrar item

Para cadastrar um tipo de item no sistema será necessário ir na seção “Itens de Estoque”, localizado no canto superior esquerdo da tela inicial do sistema. Após essa etapa, selecione a função “ + Cadastrar item”, destacado na figura 33.

**Figura 33** - Funcionalidade cadastrar item



Em seguida, será aberta uma tela requisitando os dados para cadastro do item, após preenchimento, clique no botão “confirmar” para criar o tipo de item no sistema. A figura 34 exibe a tela de cadastro, com o botão confirmar em destaque.

**Figura 34** - Confirmando cadastro de item

A imagem mostra uma tela de formulário com o título "Cadastrar Item de Estoque" em azul. O formulário é composto por sete campos de entrada, cada um com um rótulo à esquerda e um campo de texto à direita. Os dados preenchidos são: Nome: Ventilador; Código de Barras: 7898357417892; Largura (m): 1; Altura (m): 1; Profundidade (m): 1; Peso (kg): 5; e Peso Máximo p/ Empilhamento (kg): 50. Na base da tela, há dois botões circulares: um com um checkmark azul e outro com um X vermelho. O botão do checkmark está destacado com um retângulo vermelho.

## 5.7 Inserir item

Para inserir o item dentro de uma estante/prateleira, o tipo de item deverá ter sido previamente cadastrado no sistema, explicitado na seção Cadastrar item.

Para inserir o item de forma manual no sistema, será necessário ir na seção “Itens de Estoque”, onde serão exibidos todos os tipos de itens cadastrados no sistema. Ao clicar no símbolo “adicionar” o item será alocado na estante. Na figura 35 está destacado o botão adicionar.

**Figura 35** - Funcionalidade inserir item

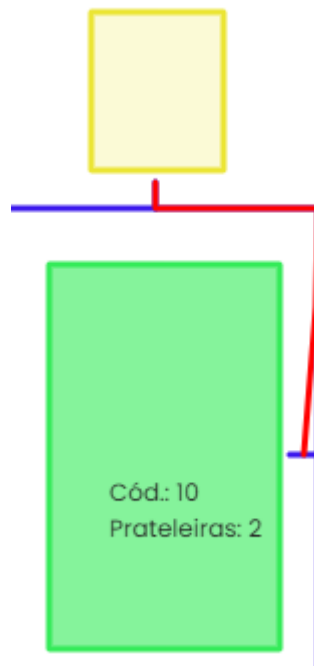
A interface de inserção de item no sistema, intitulada "Ventilador", apresenta os seguintes dados:

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Código                   | 1             |
| Código de Barras         | 7898357417892 |
| Largura                  | 1m            |
| Altura                   | 1m            |
| Profundidade             | 1m            |
| Peso                     | 5kg           |
| Peso Máximo Empilhamento | 50kg          |

Na base da interface, há uma barra de ferramentas com quatro botões circulares: um botão de adição (+) destacado por um retângulo vermelho, um botão de subtração (-), um ícone de lápis para edição e um ícone de lixeira para exclusão.

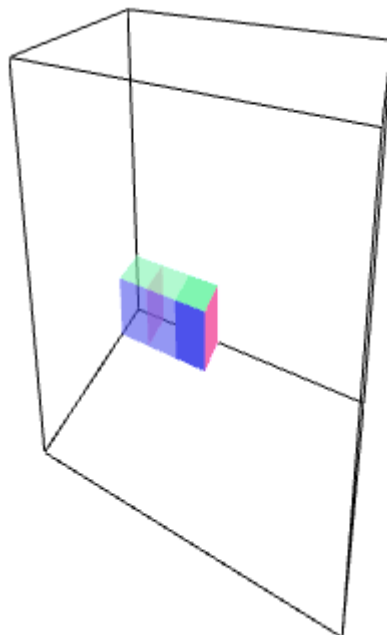
Com o item inserido, o sistema irá calcular o lugar mais apropriado onde o item será alocado. Será demonstrado visualmente a rota até a estante a partir do balcão, estando representada na figura 36 no traço vermelho, conectando o balcão na cor amarelo até a estante na cor verde.

**Figura 36** - Rota do balcão até a estante



O item será destacado na representação 3D com a coloração mais forte dos demais itens, indicando o local exato que o item foi inserido, representado na figura 37.

**Figura 37** - Imagem do item destacado na prateleira



## 5.8 Editar item

Para editar um tipo de item será necessário ir na seção “Itens de Estoque” e clicar no botão "editar" do item desejado. Após essa etapa será aberta uma tela exibindo os dados previamente cadastrados. Após a alteração dos dados, os novos dados serão salvos ao selecionar o botão “confirmar”, destacado na figura 38.

**Figura 38** - Confirmação para editar o item



The image shows a mobile application screen titled "Editar Item de Estoque" (Edit Inventory Item). The screen has a light blue header and a white content area. It contains several input fields for editing an item's details. At the bottom, there are two circular buttons: a blue one with a white checkmark and a red one with a white 'X'. The checkmark button is highlighted with a red square border.

| Field Label                      | Value         |
|----------------------------------|---------------|
| Nome                             | Ventilador    |
| Código de Barras                 | 7898357417892 |
| Largura (m)                      | 1             |
| Altura (m)                       | 1             |
| Profundidade (m)                 | 1             |
| Peso (kg)                        | 5             |
| Peso Máximo p/ Empilhamento (kg) | 50            |

## 5.9 Retirar item

Para retirar o item do estoque será necessário ir na seção “Itens de Estoque”, no canto superior esquerdo da tela inicial do sistema. Na seção itens de estoque, deve-se identificar o tipo de item que deseja retirar e clicar no botão “retirar”, representado na figura 39.

**Figura 39** - Funcionalidade retirar item



Logo que a funcionalidade for executada, o sistema irá indicar a rota até a estante, na qual o item se encontra. O item também será destacado dentro da prateleira, no plano 3D.

### 5.10 Deletar item

Para deletar o tipo de item do sistema, será necessário selecionar o botão “excluir”, representado na figura 40 na seção “Itens de Estoque”. Essa seção contém todos os tipos de itens cadastrados no sistema.

**Figura 40** - Funcionalidade excluir item



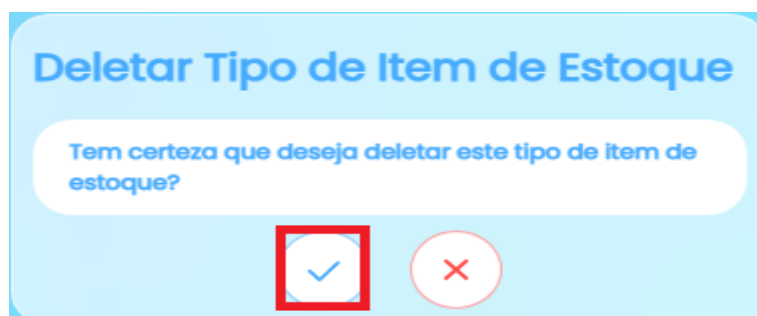
O formulário exibe os seguintes dados:

| Ventilador               |               |
|--------------------------|---------------|
| Código                   | 1             |
| Código de Barras         | 7898357417892 |
| Largura                  | 1m            |
| Altura                   | 1m            |
| Profundidade             | 1m            |
| Peso                     | 5kg           |
| Peso Máximo Empilhamento | 50kg          |

Na base do formulário, há uma barra de ferramentas com quatro ícones: um sinal de mais (+), um sinal de menos (-), um ícone de lápis (edição) e um ícone de lixeira (exclusão). O ícone de lixeira está destacado por um retângulo vermelho.

Após essa etapa, o sistema exibirá uma tela solicitando a confirmação de exclusão do item, ao clicar no botão confirmar, destacado na figura 41, o tipo de item será deletado do sistema.

**Figura 41** - Tela de confirmação para excluir item



A tela apresenta o título "Deletar Tipo de Item de Estoque" e a pergunta: "Tem certeza que deseja deletar este tipo de item de estoque?". Na base, há dois botões: um com um ícone de marca de verificação (confirmar) e outro com um ícone de X (cancelar). O botão de confirmação está destacado por um retângulo vermelho.

### 5.11 Visualizar itens não estocados

Caso o item não seja retirado antes da estante ser excluída do sistema, os itens que estavam estocados nela serão encaminhados para a seção “Itens não estocados”. Essa funcionalidade está localizada no canto superior direito da seção “Itens de Estoque”, destacada na figura 42.

**Figura 42** - Acessando itens não estocados



Ao acessar a seção de itens não estocados, serão exibidos todos os itens que não se encontram relacionados a alguma estante no sistema, como no exemplo da figura 43, onde se encontram nove itens de “Ventilador” não estocados.

**Figura 43** - Visualizando item não estocado





## 5.12 Relatório de Inventário

Para gerar um relatório contendo todos os itens alocados nas estantes, será necessário acionar o botão “Relatório de Inventário”, destacado na figura 44. Essa funcionalidade está localizada dentro da seção “Estantes”.

**Figura 44** - Funcionalidade para gerar relatório



Após selecionar a funcionalidade "Relatório de Inventário", será baixado o arquivo contendo a planilha de todos os itens de estoque na máquina do usuário, em formato *Excel*. A figura 45 exibe uma planilha gerada pelo sistema.

**Figura 45** - Planilha excel gerada

|   | A       | B     | C       | D              | E         | F       | G      | H      | I    | J      | K        | L     |
|---|---------|-------|---------|----------------|-----------|---------|--------|--------|------|--------|----------|-------|
| 1 | Cód Est | Nível | Cód Tip | Nome           | Descriç   | Largura | Altura | Profun | Peso | Peso M | Código   | Quant |
| 2 | 9       | 1     | 1       | Ventilado      | Teste Des | 15      | 15     | 2      | 1    | 1      | 123456   | 12    |
| 3 | 9       | 2     | 1       | Ventilado      | Teste Des | 15      | 15     | 2      | 1    | 1      | 123456   | 6     |
| 4 | 10      | 1     | 4       | Liquidificador |           | 2       | 2      | 2      | 1    | 1      | 1,23E+08 | 1     |

## 6 CONCLUSÃO

O projeto gestão de estoque 3D se propôs a desenvolver um sistema de gestão e aprimoramento do espaço físico de um estoque, capaz de atender galpões de grande, médio e pequeno porte. Foram utilizadas ferramentas de código livre, objetivando reduzir custos de implementação. Com o sistema desenvolvido, acreditamos que atingimos os principais objetivos, descritos a seguir: (I) uso intuitivo e fácil no manuseio do sistema; (II) agilidade na modelagem; (III) otimização do espaço físico; (IV) reduzir custos de estoque; (V) apoio ao usuário na automação do estoque. Com esses objetivos cumpridos, os problemas identificados neste trabalho, presentes nos galpões logísticos, foram tratados.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, foi possível implementar todas as funcionalidades necessárias para o funcionamento do sistema. O software é capaz de calcular, de forma autônoma, o local onde os itens serão alocados e o cálculo de rota. Também foram implementadas as funções de edição geográfica das estantes na planta do galpão, e a visualização das estantes no plano 2D e dos itens no plano 3D.

Para trabalhos futuros, sugerimos a implementação de funcionalidades que não foram implementadas por se tratarem de funções não essenciais para o funcionamento do sistema. São elas: (I) sistema de desfragmentação, responsável por realizar uma realocação dos itens dentro das estantes com o fim de ocupar espaços vazios entre os itens; (II) sistema de *login* contendo os tipos de usuário administrador e funcionário; (III) sistema de perda de itens; (IV) sistema que priorize a alocação de itens com maior demanda próximo ao balcão, utilizando o fluxo de entrada e saída de itens como base para a tomada de decisões; (V) sistema de leitura de código de barras; (VI) integração com robótica, tornando o sistema totalmente automatizado; (VII) sistema que trate a inserção de itens perecíveis.

## REFERÊNCIAS

Aero Por Trás da Aviação. Como eles ACHAM CADA CAIXA no terminal de cargas? Youtube, 11 nov. 2020. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=kJSRxMNELbw>>. Acesso em: 11 maio. 2021.

ALMEIDA, Marilane. Curso essencial de Lógica de Programação. São Paulo: Digerati Books, 2008.

ALVES, Aluisio. Mercado Livre investirá R\$17 bi no Brasil em 2022. Isto é dinheiro, 2022. Disponível em:

<<https://www.istoedinheiro.com.br/mercado-livre-investira-r17-2/>>. Acesso em: 09 maio. 2022.

Azure. <<https://portal.azure.com/>>. Acesso em: 26 fev. 2022.

BAGATTINI, Guilherme; MARTINS, Flavia; JACINTO, Adriana. DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA AUXÍLIO NO CONTROLE DE ESTOQUE DE EMBALAGENS EM UMA EMPRESA DE TECNOLOGIA. 2019. Disponível em:

<<https://publicacao.cimatech.com.br/index.php/cimatech/article/view/221/58>>.

Acesso em: 19 mar. 2022.

BALTACIOĞLU, Erhan. The Distributer's Three-Dimensional Pallet-Packing Problem: A Human Intelligence-Based Heuristic Approach, 2001. Disponível em:

<<https://scholar.afit.edu/etd/4563/>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

BARRETO, Elis. Indústria é o segmento que mais deve crescer anualmente nesta década, aponta EPE. CNN, 2021. Disponível em:

<<https://www.cnnbrasil.com.br/business/industria-e-o-segmento-que-mais-deve-crescer-anualmente-nesta-decada-aponta-epe>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BECK, Kent. Test Driven Development: By Example. United States of America: Addison-Wesley Professional, 2003.

BOOCH, Grady. RUMBAUGH, James. JACOBSON, Ivar. The Unified Modeling Language User Guide, 2nd ed. United States of America: Addison-Wesley Professional, 2005.

BRANDÃO, Rodrigo. Melhorias no processo de armazenagem em um almoxarifado de embalagens: Estudo de caso numa indústria alimentícia. – João Pessoa: UFPB, 2015.

CHAPMAN, David. 3DContainerPacking. GITHUB, 2021. Disponível em:

<<https://github.com/davidmchapman/3DContainerPacking>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

FABRIMETAL. Estantes de aço para estoques: solução ideal para sua empresa. 2020. Disponível em:

<<https://www.fabrimetalarmazenagem.com.br/blog/estantes-de-aco-para-estoques/>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

FACCA, Júlia. E-commerce cresce 75% no Brasil em 2020. Baguete, 2021.

Disponível em:

<<https://www.baguete.com.br/noticias/19/02/2021/e-commerce-cresce-75-no-brasil-e-m-2020>>. Acesso em: 08 maio. 2021.

FARIAS, Ricardo. Estrutura de Dados e Algoritmos. UFRJ, 2009. Disponível em:

<<https://www.cos.ufrj.br/~rfarias/cos121/pilhas>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

FERNANDES, Dinalva. B2B: faturamento do e-commerce cresce 62% no Brasil após Covid-19. E-Commerce Brasil, 2020. Disponível em:

<<https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/b2b-faturamento-e-commerce-brasil-coronavirus/>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

FROES, Rafaelle. Prateleiras com produtos desabam em supermercado e deixam um morto e feridos em São Luís; VÍDEO. G1, 2020. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2020/10/02/estruturas-metalicas-com-produtos-desabam-e-atingem-clientes-em-supermercado-de-sao-luis.ghtml>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

GITHUB. <<https://github.com/>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

IBGE. POPULAÇÃO RURAL E URBANA. 2015. Disponível em:

<<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

MARTELLO, Silvano; TOTH, Paolo. Knapsack problems: algorithms and computer implementations. 1990. Disponível em: <<http://www.or.deis.unibo.it/kp/Chapter8.pdf>>.

Acesso em: 13 abr. 2022.

MICROSOFT. <<https://www.microsoft.com/>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Metropolização". Brasil Escola. Disponível em:

<<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/metropolizacao.htm>>. Acesso em 10 de junho de 2022.

RIBEIRO, Renato. "Entenda o que são as regras de negócio e como ajudam seu software!". IUGU. Disponível em: <https://www.iugu.com/blog/regras-de-negocio>.

Acesso em 10 de junho de 2022.

SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. 2020. Disponível em:

<<https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>>.

Acesso em: 26 fev. 2022.

SENA, Victor. "E-commerce obriga que logística se amplie", diz diretor da JSL.

Exame, 2022. Disponível em:

<<https://exame.com/negocios/e-commerce-obriga-que-logistica-se-amplie-diz-diretor-da-jsl/>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SILVA, Bruno. Controle de almoxarifado: o que é e como organizar corretamente. Programa Manex, 2021. Disponível em:

<<https://www.programanex.com.br/blog/controle-de-almoxarifado-o-que-e-e-como-organizar-corretamente>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

SHIMABUKURO, Igor. Segmento de e-commerce pode crescer 56% no Brasil até 2024. Olhar digital, 2021. Disponível em:

<<https://olhardigital.com.br/2021/03/24/pro/segmento-de-e-commerce-pode-crescer-cinquenta-e-seis-por-cento-no-brasil-ate-2024/>>. Acesso em: 08 maio. 2021.

UCHOA, Pablo. A pobreza está mesmo diminuindo no mundo? BBC, 2019.

Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-50077214>>. Acesso em: 19 mar. 2022.