

Desenvolvimento de uma aplicação para realizar o dimensionamento otimizado de equipes de separação para o centro de distribuição de uma empresa de comércio de varejo

Wellyngton Matheus Sbardelotto



CENTRO DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

João Pessoa, PB 2023

Wellyngton Matheus Sbardelotto

Desenvolvimento de uma aplicação para realizar o
dimensionamento otimizado de equipes de separação
para o centro de distribuição de uma empresa de
comércio de varejo

Monografia apresentada ao curso Engenharia da Computação
do Centro de Informática, da Universidade Federal da Paraíba,
como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia da Computação

Orientador: Dr. Bruno Petrato Bruck

Junho de 2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S276d Sbardelotto, Wellyngton Matheus.

Desenvolvimento de uma aplicação para realizar o dimensionamento otimizado de equipes de separação para o centro de distribuição de uma empresa de comércio de varejo / Wellyngton Matheus Sbardelotto. - João Pessoa, 2023.

37 f. : il.

Orientação: Bruno Petrato Bruck.

TCC (Graduação) - UFPB/Centro de Infor.

1. Modelo Matemático. 2. Otimização. 3. Warehouse Management. I. Bruck, Bruno Petrato. II. Título.

UFPB/CI

CDU 519.7



CENTRO DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia da Computação intitulado ***Desenvolvimento de uma aplicação para realizar o dimensionamento otimizado de equipes de separação para o centro de distribuição de uma empresa de comércio de varejo*** de autoria de Wellyngton Matheus Sbardelotto, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Bruno Petrato Bruck
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Gilberto Farias de Sousa Filho
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Alisson Vasconcelos de Brito
Universidade Federal da Paraíba

João Pessoa, 15 de junho de 2023

Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba
Rua dos Escoteiros, Mangabeira VII, João Pessoa, Paraíba, Brasil CEP: 58058-600
Fone: +55 (83) 3216 7093 / Fax: +55 (83) 3216 7117

*”Eu acredito que às vezes são as pessoas que ninguém espera nada que fazem as coisas
que ninguém consegue imaginar.”*

Alan Turing

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família pelo amor, apoio e compreensão ao longo dessa jornada acadêmica. Seu constante encorajamento e suporte tão necessários em momentos difíceis, foram fundamentais para que eu pudesse perseverar e alcançar meus objetivos.

Agradeço ao meu orientador, Bruno Petrato Bruck, por sua orientação, paciência e expertise ao longo deste trabalho. Sua dedicação em compartilhar conhecimentos, sua disponibilidade para esclarecer dúvidas e sua capacidade de direcionar meus esforços foram essenciais para o sucesso deste projeto.

Também desejo agradecer a todos os professores do curso, que contribuíram para minha formação acadêmica ao compartilhar seus conhecimentos e experiências. Suas aulas inspiradoras, desafios intelectuais e feedback construtivo foram elementos cruciais para o meu crescimento como estudante e profissional.

Não posso deixar de mencionar os amigos e demais pessoas que estiveram presentes em minha vida durante esse período. Seus momentos de descontração, apoio moral e incentivo foram essenciais para manter o equilíbrio e a motivação ao longo dessa jornada.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, meu mais sincero obrigado. Esta conquista não teria sido possível sem o apoio e a colaboração de cada um de vocês.

RESUMO

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um modelo matemático e uma aplicação web para uma empresa de comércio varejista. O objetivo principal do projeto é otimizar o dimensionamento de equipes de separação de produtos, visando melhorar a eficiência operacional e a qualidade dos serviços oferecidos. Foi desenvolvido um modelo matemático para otimizar a composição das equipes de separação e suas alocações em postos de trabalho. Durante o trabalho, foram realizados estudos teóricos para embasar a construção do modelo matemático, seguido pela implementação da aplicação web utilizando tecnologias modernas como *Nuxt.js* e *Node.js*. Foram conduzidos testes e simulações utilizando dados históricos para validar a eficácia do modelo proposto. Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação do modelo matemático poderia proporcionar ganhos significativos em termos de otimização do dimensionamento de equipes, redução de custos e melhoria na qualidade dos serviços. Embora a aplicação não tenha sido utilizada no ambiente real da empresa devido à falta de implementação, as conclusões e resultados são baseados em testes e simulações.

Palavras-chave: <Modelo Matemático>, <Otimização>, <Warehouse Management>.

ABSTRACT

This work addresses the development of a mathematical model and a web application for a retail company. The main objective of the project is to optimize the sizing of product separation teams, aiming to improve operational efficiency and the quality of services offered. A mathematical model was developed to optimize the composition of the separation teams and their allocations in workstations. During the work, theoretical studies were conducted to support the construction of the mathematical model, followed by the implementation of the web application using modern technologies such as Nuxt.js and Node.js. Tests and simulations were conducted using historical data to validate the effectiveness of the proposed model. The obtained results demonstrated that the application of the mathematical model could provide significant gains in terms of team sizing optimization, cost reduction, and improvement in service quality. Although the application was not used in the actual environment of the company due to the lack of implementation, the conclusions and results are based on tests and simulations.

Key-words: <Mathematical Model>, <Optimization>, <Warehouse Management>.

LISTA DE FIGURAS

1	Metodologia	19
2	Ilustração da gestão do centro de distribuição.	21
3	Fluxograma de funcionamento do sistema.	24
4	Tela para realizar nova simulação.	28
5	Exemplo do resultado de uma simulação.	29
6	Tela para consultar histórico de simulações.	30
7	Tela de estatísticas dos funcionários.	31
8	Tela de estatísticas dos produtos.	31
9	Tela de atualização do banco de dados.	32
10	Tela de entrada.	36
11	Tela inicial com atalhos.	37
12	Exemplo de uma nova simulação preenchida.	37

LISTA DE TABELAS

1	Distâncias entre as cidades.	17
2	Descrição de cada dado de entrada pré-processado.	25

LISTA DE ABREVIATURAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PAC - Pesquisa Anual de Comércio

PIB - Produto Interno Bruto

PCV - Problema do Caixeiro Viajante

TSP - Traveling Salesman Problem

PL - Programação Linear

PLI - Programação Linear Inteira

API - Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicação)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização e Motivação	13
1.2	Objetivo geral	14
1.3	Objetivos específicos	14
1.4	Estrutura da monografia	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Otimização Combinatória	16
2.2	Programação Linear	17
3	METODOLOGIA	19
3.1	Caso de Estudo	20
3.1.1	Descrição da empresa e do problema	20
3.2	Modelagem Matemática	22
3.3	Aplicação Proposta	24
3.3.1	Pré-processamento	25
3.3.2	Otimização e Solução	26
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
4.1	Sistema Desenvolvido para o Dimensionamento de Equipes	27
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	33
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE A	36

1 INTRODUÇÃO

O avanço e a adesão da tecnologia são indispensáveis nos dias de hoje. Embora esse impacto seja significativo em diversas áreas, é particularmente profundo em algumas. Como resultado, grandes mudanças na forma como as atividades são realizadas ocorrem, alterando o modo de pensar, comunicar, agir e interagir. Consequentemente, muitas áreas que dependem da atividade humana foram afetadas diretamente por esse avanço tecnológico. Isso resulta em uma corrida tecnológica constante para aprimorar serviços e se manter à frente da concorrência no mercado.

Nesse cenário, a otimização é uma área ampla e importante em diversas aplicações, sendo comumente utilizada para melhorar a eficiência e performance de sistemas e processos. No contexto da quarta revolução industrial, a otimização é ainda mais relevante, visto que auxilia a enfrentar os principais desafios trazidos por essa transformação. Em particular, o dimensionamento otimizado de recursos é uma técnica amplamente utilizada em diversos setores, que consiste em encontrar a quantidade ideal de recursos necessários para realizar uma determinada tarefa ou atividade. A aplicação de técnicas de otimização traz inúmeras facilidades e possibilidades, sobretudo em setores como o comércio varejista, onde é viável reduzir a demanda de esforço humano em tarefas cansativas e repetitivas, aprimorando o bem-estar dos funcionários e ampliando a eficiência das operações. Dentre as possibilidades oferecidas por essas técnicas, é possível citar o cálculo do número adequado de funcionários para coletar produtos em um centro de distribuição.

1.1 Contextualização e Motivação

O termo varejo se refere aos setores do comércio que realizam vendas diretas aos consumidores finais [1]. Entre esses setores, existem alguns que se destacam e são responsáveis por movimentar grande parte da economia brasileira, gerando muitas oportunidades de emprego. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 2019 os resultados da PAC (Pesquisa Anual de Comércio) mostraram que o comércio varejista representava naquele ano aproximadamente 10,2% do PIB (Produto Interno Bruto) do país [2].

As empresas do ramo de varejo, em geral, possuem logísticas ágeis aplicadas aos seus setores internos de funcionamento. Embora cada empresa empregue diferentes tipos de logísticas ou seu próprio processo de gerenciamento, a maioria possui um processo estratégico de aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos [3]. Essa cadeia de processos inclui o planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenamento eficiente dos bens e serviços, desde o ponto de origem até o local de consumo, garantindo a integridade e qualidade dos produtos. A logística pode ser resumida em três importantes departamentos: suprimentos, produção e distribuição física [4].

Por meio das estratégias logísticas mencionadas, as empresas podem encontrar diversas possibilidades de investimento que resultarão em maior faturamento, melhor qualidade do serviço prestado, maior satisfação dos clientes e outros benefícios que contribuirão para o seu crescimento. Para alcançar esses objetivos, é necessário estudar e aplicar técnicas, muitas vezes relacionadas a tecnologias e outros campos afins, como por exemplo, o dimensionamento otimizado [5]. Nesse contexto, um dos departamentos que pode ser aprimorado com a aplicação da otimização é a logística de suprimentos, que apresenta grandes oportunidades para a obtenção de resultados mais precisos e eficientes [6].

A logística de suprimentos é uma área fundamental para a gestão eficiente de estoques e abastecimento de materiais e produtos nas empresas. Dentro dela, a armazenagem de produtos é um processo crucial que envolve desde o empilhamento e deslocamento físico até as condições adequadas de estocagem, considerando as características de cada item [7]. A organização nessa etapa é primordial para garantir a agilidade na separação dos produtos e o sucesso nas entregas diárias, que são altamente demandadas nos centros de distribuição.

Para que as entregas possam ser concluídas, os pedidos precisam ser separados pela equipe de funcionários disponíveis no dia. Para isso, é necessário dimensionar uma equipe com a quantidade adequada de colaboradores para realizar a coleta dos produtos no centro de distribuição. Além disso, é importante definir a alocação dos funcionários nos postos de trabalho, suas prioridades e outras questões mais detalhadas [8].

1.2 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor um modelo matemático e desenvolver uma ferramenta *web* para uso interno de uma empresa de comércio varejista. A ferramenta permitirá aos funcionários inserir a demanda diária de separação de produtos e receber o dimensionamento adequado em relação ao número de funcionários necessários, tempo de serviço e prioridade para os postos de trabalho. Além disso, a ferramenta possibilitará a consulta ao histórico das simulações realizadas, informações sobre a eficiência dos funcionários com cada produto da loja, atualização do banco de dados e sugestões de melhorias. Tudo isso pode contribuir para uma gestão mais eficiente da equipe e para a melhoria da qualidade dos serviços prestados pela empresa.

1.3 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são listados a seguir.

- Estudar e analisar o problema de otimização de dimensionamento de equipes apli-

cado ao contexto de uma empresa de varejo;

- Desenvolver um modelo matemático para o problema em questão;
- Desenvolvimento de uma aplicação web para facilitar a utilização do modelo proposto;
- Analisar os resultados do modelo com base na comparação com o modo em que a empresa trabalha atualmente.

1.4 Estrutura da monografia

No Capítulo 2, são abordados os fundamentos essenciais para a compreensão deste trabalho, com enfoque nas áreas de Otimização Combinatória e Programação Linear. Exploram-se conceitos teóricos e técnicas relevantes que embasam o desenvolvimento do modelo matemático proposto.

No Capítulo 3, apresenta-se a metodologia utilizada, detalhando todos os passos seguidos para a construção e validação do modelo matemático. São fornecidas informações relevantes sobre o problema abordado, destacando as etapas necessárias para sua resolução.

No Capítulo 4, são apresentados os resultados obtidos a partir da execução da metodologia. Os testes e simulações realizados com a aplicação da ferramenta em dados históricos proporcionam uma análise prática dos resultados alcançados. São exploradas as contribuições e o potencial da solução desenvolvida.

Por fim, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões derivadas do trabalho, considerando a abordagem do problema e analisando seus pontos fortes e limitações. São fornecidas reflexões sobre possíveis melhorias e direções para trabalhos futuros, visando aperfeiçoar ainda mais o modelo matemático e sua aplicação na prática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao longo desta seção, serão abordados os conceitos teóricos fundamentais para a compreensão e elaboração deste trabalho. Serão explorados temas relevantes que permitam a construção de uma base sólida para a discussão e análise das questões abordadas no texto.

2.1 Otimização Combinatória

A otimização é uma área da matemática aplicada que tem como objetivo encontrar a melhor solução possível para um determinado problema, dentro de um conjunto de possibilidades [9]. Esses problemas consistem em achar a melhor combinação dentre um conjunto de variáveis para maximizar ou minimizar uma função, geralmente chamada de função objetivo ou função custo. Além disso, a área de otimização pode ser subdividida em duas categorias principais: otimização contínua e otimização discreta. Na otimização contínua, as variáveis do problema são contínuas, o que significa que podem assumir qualquer valor dentro de um intervalo específico. Por outro lado, na otimização discreta, as variáveis do problema são restritas a um conjunto discreto de valores possíveis, geralmente representados por números inteiros [10].

A otimização combinatória é uma subárea da otimização discreta que lida com problemas em que as variáveis são discretas e o espaço de busca é muito grande para ser explorado completamente. Essa área é de grande importância em diversas áreas, como planejamento de transporte, logística, telecomunicações, entre outras [11]. Os problemas de otimização combinatória geralmente envolvem encontrar uma solução ótima para um problema que pode ter diversas variáveis e restrições. Algumas vezes, o espaço de busca é tão grande que é impossível explorar todas as possibilidades. É aqui que a otimização combinatória entra em cena, pois ela fornece técnicas e algoritmos que permitem encontrar soluções ótimas ou boas o suficiente, mesmo em espaços de busca muito grandes.

Existe uma ampla gama de problemas de otimização, cada um com suas próprias características e requisitos específicos. O problema do caixeiro viajante (PCV), ou *Traveling Salesman Problem - TSP*, por exemplo, é um problema clássico da área de otimização combinatória. Esse problema consiste em estabelecer uma rota para um Caixeiro, dado um conjunto de n cidades e uma matriz de distâncias d_{ij} entre elas, iniciando seu percurso em uma cidade, chamada cidade origem, passar por todas as demais $n - 1$ cidades uma única vez e retornar à cidade origem percorrendo a menor distância possível.

Exemplificando, consideremos 6 cidades com as distâncias dadas pela tabela a seguir:

Cidade	1	2	3	4	5	6
1	0	2	1	4	9	1
2	2	0	5	9	7	2
3	1	5	0	3	8	6
4	4	9	3	0	2	5
5	9	7	8	2	0	2
6	1	2	6	5	2	0

Tabela 1: Distâncias entre as cidades.

Uma possível solução para o exemplo considerado é $s = (1 \ 4 \ 2 \ 5 \ 3 \ 6)$. Para esta solução, a distância total percorrida é $dist = d_{14} + d_{42} + d_{25} + d_{53} + d_{36} + d_{61} = 4 + 9 + 7 + 8 + 6 + 1 = 35$. Observe que qualquer permutação das n cidades representa uma solução para o PCV. O que queremos é, dentre todas as possíveis permutações (soluções), determinar aquela cuja distância total percorrida é a menor possível.

O problema do PCV, do empacotamento, o problema de roteamento e o problema de coloração de grafos são alguns exemplos de problemas de otimização combinatória. Para resolver esses problemas, existem diversas técnicas e algoritmos disponíveis, tais como programação linear, programação inteira mista, algoritmos meta-heurísticos, programação dinâmica, entre outros. Cada técnica tem suas vantagens e desvantagens, e a escolha da técnica mais adequada depende das características específicas do problema em questão [9][12].

2.2 Programação Linear

A programação linear (PL) é uma técnica matemática amplamente utilizada em otimização para resolver problemas de otimização em que uma função objetivo linear deve ser maximizada ou minimizada, sujeita a um conjunto de restrições lineares. É frequentemente usada em áreas como economia, engenharia, gestão de operações e computação. Segundo [13] qualquer problema linear pode ser representado por uma formulação padrão, conhecida como forma padrão de programação linear.

Um problema de programação linear (PL) é formulado como um sistema de equações lineares que podem ser resolvidas usando algoritmos específicos, como o método simplex, que permitem encontrar a solução ótima para o problema. O objetivo é encontrar os valores das variáveis de decisão que otimizem a função objetivo, sujeita a um conjunto de restrições lineares. A PL pode ser utilizada para resolver uma variedade de problemas, tais como otimização de custos de produção, alocação de recursos, planejamento de produção, entre outros. Ela é uma técnica poderosa, pois permite que um grande número de restrições seja incorporado no modelo, garantindo a viabilidade das soluções encontradas.

A PL também pode ser estendida para o caso de programação linear inteira (PLI), no qual as variáveis de decisão são restritas a assumir apenas valores inteiros. Essa restrição pode tornar o problema mais difícil de ser resolvido, mas muitas vezes é necessária para representar situações do mundo real em que as variáveis representam quantidades discretas, como o número de produtos a serem produzidos ou o número de funcionários a serem alocados, por exemplo.

Neste trabalho, utilizou-se uma abordagem de programação matemática, que busca encontrar a melhor solução para um problema por meio da formulação matemática do mesmo. No caso específico deste estudo, o objetivo foi maximizar a eficiência do dimensionamento, ou seja, encontrar a melhor combinação de variáveis para atingir um determinado objetivo. Para isso, foi criado um modelo matemático que representa o problema, utilizando a programação linear inteira (PLI) como técnica de otimização.

3 METODOLOGIA

Para solucionar o problema em questão, foi proposto um modelo de programação linear inteira que replica fielmente todas as restrições do cenário em análise. Esse modelo de programação linear inteiro foi utilizado como abordagem principal no estudo. Tal abordagem é capaz de fornecer dados precisos e confiáveis, permitindo embasar a tomada de decisões acerca das melhores escolhas a serem feitas.

O processo de desenvolvimento do modelo proposto para a otimização seguiu os mesmos passos descritos por [14], os quais são apresentados na figura abaixo:

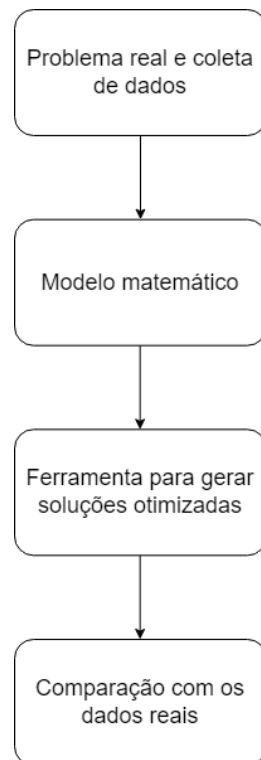


Figura 1: Metodologia

Fonte: Adaptado de [14].

A coleta de dados é uma etapa fundamental no processo de modelagem, pois permite definir as variáveis e restrições do problema. Uma extração de dados precisa e de qualidade é essencial para garantir a assertividade da simulação por meio de um modelo matemático em um cenário real. No caso deste trabalho, os dados foram coletados diretamente do banco de dados da empresa e transformados em planilhas.

A modelagem matemática foi baseada em consultas aprofundadas da literatura especializada em problemas similares. Com base nessas informações, foi possível desenvolver um modelo personalizado, adaptado à realidade específica da empresa e considerando todas as suas restrições particulares. Esse modelo se mostrou altamente preciso na

representação do problema em questão, desempenhando um papel crucial na orientação das decisões estratégicas da empresa.

3.1 Caso de Estudo

Nesta seção, é apresentada uma breve descrição da empresa em questão, incluindo sua abrangência, operações, localização e características dos serviços prestados aos clientes. Além disso, é abordado o problema logístico que é o objeto principal deste trabalho.

3.1.1 Descrição da empresa e do problema

A empresa em questão atua no ramo do varejo, mais especificamente com vendas em lojas de departamentos. É uma grande empresa e possui operações em diversas regiões do estado da Paraíba, assim como em outros estados do Norte e Nordeste. A administração é ampla e a empresa conta com diversos centros de distribuição, onde estão armazenados os mais diversos tipos de produtos à disposição para reabastecimento das lojas físicas e para entregas diretas a seus clientes. Diariamente, surge a necessidade de coletar esses produtos a partir de diferentes setores, espalhados por todo o centro de distribuição, e a sua subsequente separação para serem entregues aos destinos correspondentes.

O quadro de funcionários da empresa pode variar de acordo com o dia e o centro de distribuição em questão. No entanto, independentemente das variações, sempre há um número suficiente de funcionários para realizar o trabalho de recolhimento dos produtos no estoque do centro de distribuição. Dessa forma, o objetivo da empresa é garantir a separação eficiente dos produtos dentro do tempo estipulado, com o número adequado de funcionários para realização da tarefa.

Atualmente, a gestão de cada centro de distribuição é feita por um ou mais responsáveis, dependendo do seu tamanho e da quantidade de produtos armazenados. Esses responsáveis são encarregados de gerenciar toda a logística diária de equipes para a separação dos produtos, que podem mudar conforme a demanda do dia. A Figura 2 apresenta uma representação visual desta gestão. Mais especificamente, o responsável pelo centro recebe no início de cada dia uma lista detalhada dos produtos e suas quantidades a serem separados e enviados para as lojas. Os produtos são classificados em diferentes categorias, e cada tipo de produto indica sua respectiva localização no centro. Além disso, são definidos postos de trabalho, que especificam um conjunto de categorias de produtos que podem ser separadas por um mesmo funcionário. Mediante isso, os funcionários podem ser designados para os postos apropriados, facilitando o fluxo de trabalho e otimizando o processo de separação de produtos.

É importante observar que a forma atual de atribuição de tarefas da empresa não é a ideal, pois não leva em consideração a alocação dos funcionários a postos de trabalho

específicos ou a determinação de quantos funcionários são necessários para atender à demanda. Ao atribuir tarefas a qualquer funcionário presente no dia, independentemente de sua especialização ou qualificação, pode haver ineficiência e falta de aproveitamento dos recursos humanos disponíveis. Diante disso, a falta de planejamento adequado pode levar a um desequilíbrio na distribuição das tarefas, resultando em sobrecarga de alguns funcionários e ociosidade de outros. Ao considerar a quantidade necessária de funcionários para atender à demanda, é possível evitar problemas de capacidade e garantir que a empresa tenha recursos humanos adequados para lidar com o volume de trabalho.



Figura 2: Ilustração da gestão do centro de distribuição.

Fonte: Autor

Esse cenário impacta diretamente a produtividade e eficiência dos funcionários, que precisam lidar diariamente com diversas demandas envolvendo diferentes categorias de produtos e atribuições em variados postos de trabalho. Diante desse contexto, a própria empresa identificou a necessidade de não apenas automatizar a atribuição de postos de trabalho aos funcionários, mas também otimizar todo o processo. A empresa reconheceu a importância de aprimorar a eficiência das equipes de separação no centro de distribuição, visando maximizar a produtividade e reduzir possíveis gargalos operacionais.

O autor desenvolveu um estudo prévio junto à empresa para obter informações sobre os produtos, funcionários e demandas diárias do centro de distribuição de João Pessoa/PB. Além disso, as operações do centro de distribuição foram analisadas por meio de dados históricos e reuniões realizadas junto à equipe responsável. Constatou-se que essas

demandas diárias variam, tornando inviável estabelecer um padrão para a separação dos produtos. Essas atividades forneceram as informações necessárias para modelar adequadamente o problema e suas restrições.

3.2 Modelagem Matemática

Os dados de entrada utilizados no problema foram estabelecidos com base em um estudo prévio desenvolvido pelo autor para a empresa em questão. O estudo inicial considerou dados relevantes para o problema em questão, tais como as características do conjunto de produtos disponíveis na empresa, a eficiência dos funcionários na produção de uma determinada quantidade de produtos em um determinado período de tempo, bem como os limites de tempo de trabalho dos funcionários. Todos esses aspectos são cruciais para a construção do modelo matemático que será utilizado na resolução do problema.

Para a formulação do modelo, iniciou-se definindo: o conjunto P , contendo os produtos oferecidos pela empresa, e o conjunto F , representando os funcionários disponíveis para a produção. Esses conjuntos são a base para a construção do modelo matemático que permitirá a otimização do processo produtivo da empresa. Outrossim, é importante destacar que o modelo matemático utiliza outros dados importantes, como por exemplo: p_i , que determina a quantidade do produto $i \in P$ a ser separado; q_{fi} , que representa a quantidade de produtos $i \in P$ separados pelo funcionário $f \in F$ em uma unidade de tempo; T_{max} , que indica o tempo máximo permitido na jornada de trabalho; e E_{max} , que representa o tempo extra máximo permitido. Esses dados serão utilizadas na construção do modelo matemático para resolver o problema em questão.

Variáveis relevantes para a modelagem do problema incluem: t_{fi} , que representa o tempo que o funcionário $f \in F$ ficará responsável por separar produtos do tipo $i \in P$; x_f , que indica a quantidade de tempo extra que o funcionário $f \in F$ deverá trabalhar; e y_i , que representa a quantidade do produto $i \in P$ que não poderá ser atendido com a equipe de separação atual. Essas variáveis são cruciais para a elaboração do modelo matemático que permitirá otimizar o processo produtivo da empresa, considerando as restrições de tempo e eficiência dos funcionários disponíveis. A formulação é:

$$Max. \quad w_1 \sum_{i \in P} \sum_{f \in F} q_{fi} * t_{fi} - w_2 \sum_{f \in F} x_f - w_3 \sum_{i \in P} y_i \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{f \in F} q_{fi} * t_{fi} \leq p_i - y_i \quad \forall i \in P, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in P} t_{fi} \leq T_{max} + x_f \quad \forall f \in F, \quad (3)$$

$$x_f \leq E_{max} \quad \forall f \in F, \quad (4)$$

$$t_{fi} \geq 0 \quad \forall i \in P, f \in F, \quad (5)$$

$$x_f \in \mathbb{Z} \quad \forall f \in F, \quad (6)$$

$$y_i \in \mathbb{Z} \quad \forall i \in P \quad (7)$$

A função objetivo (1) maximiza a quantidade de produtos que serão separados, considerando não apenas o custo do tempo extra que os funcionários terão que trabalhar, mas também o custo associado à quantidade de produtos que não podem ser separados na equipe atual. A restrição (2) definida com relação a quantidade de separação dos produtos, diz que a soma dos produtos da quantidade de um produto específico a ser separado pelo tempo necessário para separá-lo, para todos os produtos em uma equipe específica, deve ser igual à diferença entre a quantidade total desse produto e a quantidade desse produto que não pode ser separada. Essa restrição impõe que a quantidade de um produto separado por uma equipe de funcionários deve ser igual à quantidade desse produto a ser separado, menos a quantidade que não pode ser separada. A restrição (3) é uma limitação de capacidade que estabelece um valor máximo para a quantidade total de tempo que um funcionário pode dedicar à separação de produtos. Em outras palavras, a restrição considera a soma dos tempos que o funcionário gasta para separar cada produto, levando em conta todos os produtos. Essa restrição assegura que a equipe de separação não exceda o tempo máximo permitido para a jornada de trabalho, incluindo o tempo extra que cada funcionário deve trabalhar. Portanto, ela estabelece um limite superior para a quantidade total de tempo que um funcionário pode gastar na separação de produtos. A restrição (4) impõe um limite superior para o tempo extra que cada funcionário pode trabalhar, ou seja, garante que o tempo extra não exceda um limite máximo permitido. Dessa forma, a restrição assegura que a quantidade de tempo extra que cada funcionário pode trabalhar não ultrapasse um limite máximo preestabelecido, o que pode ser necessário para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores e evitar possíveis exaustões. A restrição (5) garante que apenas os funcionários habilitados sejam designados para separar os produtos correspondentes, evitando que um funcionário seja responsável por separar um produto para o qual não está qualificado. Por fim, (6) e (7) definem a natureza das variáveis.

A validação do modelo foi realizada comparando os tempos e quantidades de separação previstos pelo modelo com os dados observados na prática. Os resultados obtidos indicaram que os tempos e quantidades de separação previstos pelo modelo estavam dentro de uma faixa similar ou superior aos valores observados na realidade. Isso validou a usabilidade do modelo na medição e planejamento da produção, permitindo a utilização na ferramenta desenvolvida.

3.3 Aplicação Proposta

A aplicação proposta para a manipulação da demanda diária e a construção do modelo matemático que otimiza tais demandas envolve diversas etapas distintas. Inicialmente, são coletados os dados de entrada, fornecidos pelo usuário, que nesse contexto seria um funcionário da empresa. Em seguida, os dados passam por um processo de pré-processamento para validar o modelo matemático, garantindo a consistência dos dados e a adequação às restrições do problema. Posteriormente, ocorre a otimização dos dados por meio da aplicação de uma solução que visa atender à demanda inserida. Além disso, outras etapas do fluxo de funcionamento da aplicação são apresentadas visualmente na Figura 3 e serão explicadas detalhadamente a seguir.

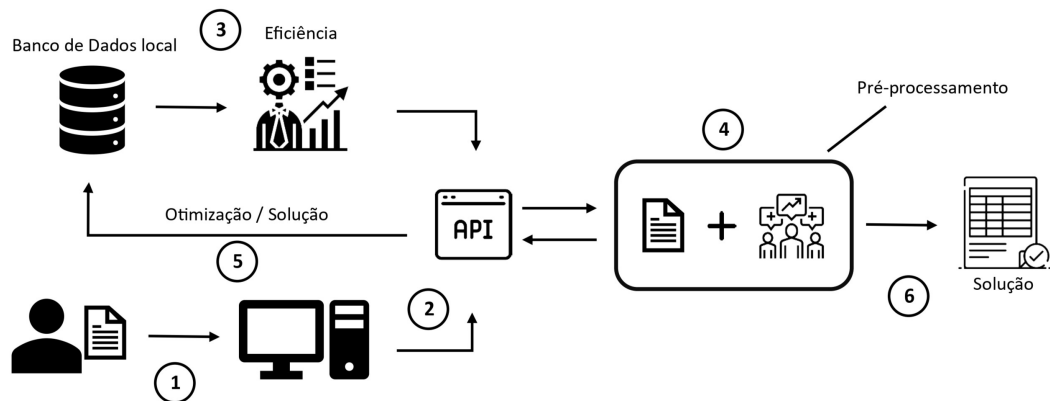


Figura 3: Fluxograma de funcionamento do sistema.

Fonte: Autor

Na etapa 1, são recebidas como entrada informações relativas aos produtos a serem separados na demanda específica. O usuário fornece por meio da aplicação dados sobre os funcionários disponíveis para o trabalho no dia, incluindo a quantidade máxima de horas de separação e horas extras permitidas. Na etapa 2 esses dados de entrada são enviados da aplicação para uma API, *Application Programming Interface* (Interface de Programação de Aplicação) responsável por gerenciar todos os dados de entrada e saída. Na etapa 3, são coletadas do banco de dados informações atualizadas sobre a eficiência dos funcionários, bem como outros dados necessários para a inserção no modelo matemático. Na etapa 4, os dados obtidos nas etapas 1 e 3 passam por um processo de pré-processamento antes de serem utilizados na construção da solução otimizada. Na etapa 5, é gerada a solução otimizada para a demanda diária inserida na etapa 1. Além disso, a solução é enviada para o banco de dados juntamente com os dados de eficiência atualizados, permitindo o acesso futuro aos resultados obtidos. Na etapa 6, a solução é enviada pela API para a aplicação, concluindo o processo. Em seguida, a solução é apresentada ao usuário, proporcionando a visualização dos resultados obtidos.

3.3.1 Pré-processamento

A fase de pré-processamento ocorre da seguinte maneira: com a aplicação em pleno funcionamento, é solicitado ao usuário que selecione um conjunto de funcionários por meio da interface. Nessa seleção, são definidas as prioridades para cada funcionário em relação ao posto de trabalho que será atribuído a ele. Além disso, são requisitadas as eficiências individuais de cada funcionário em relação a cada produto, juntamente com um conjunto de produtos que compõem a demanda inserida inicialmente. Antes de inserir todos estes dados no modelo para gerar uma solução otimizada, são feitos alguns tratamentos de dados em cada parte citada acima.

Com o conjunto de funcionários designados para realizar a separação da demanda diária, é criada uma matriz binária de prioridades. Nessa matriz, cada linha representa um funcionário, e cada coluna corresponde a um posto de trabalho específico. Cada valor na matriz é definido como zero ou um, indicando se o respectivo posto de trabalho será utilizado ou não para o cálculo da solução desse funcionário.

Após isso, é realizado o cálculo da quantidade de separação por produto, levando em consideração a demanda específica. Esse processo envolve a utilização das eficiências individuais de cada funcionário, as quais são obtidas a partir do banco de dados, bem como o cálculo da média de eficiência para cada linha de produtos da demanda. Em seguida, uma matriz adicional é preenchida com base nas informações de eficiência obtidas. Caso exista uma eficiência específica para um funcionário e produto, a quantidade separada é calculada. Caso contrário, é utilizada a média de eficiência correspondente à linha de produtos em questão.

Após concluir o pré-processamento dos dados de entrada, todas as informações necessárias estão disponíveis para serem inseridas no modelo matemático. A tabela a seguir apresenta os nomes das variáveis enviadas ao modelo matemático, juntamente com suas respectivas descrições.

Nome da variável	Descrição
P	Quantidade de tipos de produtos
F	Quantidade de funcionários
p	Quantidade de produtos por posto
q	Tempos de separação dos produtos pelos funcionários
postos	Matriz de prioridades de postos de trabalho
Tmax	Tempo máximo de trabalho
Emax	Tempo máximo extra de trabalho

Tabela 2: Descrição de cada dado de entrada pré-processado.

3.3.2 Otimização e Solução

É na etapa de otimização onde acontece, de fato, a resolução e a construção da solução para o problema. Nesse momento o algoritmo faz o carregamento dos parâmetros adicionais, onde estão presentes as informações referentes aos produtos, aos funcionários com suas respectivas prioridades de postos de trabalho e aos tempos da jornada de trabalho. Todos esses dados são utilizados para construir e resolver o modelo matemático utilizando a linguagem de programação Julia. O modelo matemático é responsável por determinar o dimensionamento otimizado, ou seja, a melhor configuração possível, com base nas entradas fornecidas. Ao utilizar a combinação da linguagem Julia e o pacote JuMP, é possível formular o problema de otimização de forma clara e eficiente, permitindo que o modelo matemático retorne o dimensionamento ideal para a situação em questão. Dessa forma, a solução obtida pelo modelo matemático representa a melhor alocação possível dos recursos, de acordo com os critérios definidos.

A solução otimizada é armazenada no banco de dados e, em seguida, enviada à aplicação para ser apresentada de forma clara, informativa e intuitiva ao usuário. A solução inclui informações detalhadas sobre os funcionários e o tempo de trabalho atribuído a cada posto de trabalho, proporcionando uma visão abrangente e precisa do dimensionamento da equipe.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos pela abordagem proposta. Inicialmente é explicado o sistema desenvolvido para o dimensionamento das demandas. Em seguida, serão apresentados os resultados gerados pela ferramenta, os quais foram obtidos por meio da aplicação do modelo matemático previamente validado.

A aplicação web desenvolvida utiliza a combinação de várias tecnologias para oferecer uma solução completa e eficiente. No front-end, *Nuxt.js*¹ é utilizado para criar uma interface de usuário interativa e responsiva. É um framework baseado em *Vue.js*² que facilita o desenvolvimento de aplicações web escaláveis, fornecendo recursos como renderização do lado do servidor, roteamento avançado e gerenciamento de estado.

No back-end, a aplicação utiliza *Node.js*³ como plataforma de desenvolvimento. O *Node* permite criar um servidor robusto e escalável para fornecer os recursos necessários para a aplicação web. Ele utiliza *JavaScript* como linguagem de programação, o que torna o desenvolvimento mais rápido e eficiente. Com *Node*, é possível criar uma API RESTful para lidar com as solicitações do cliente e interagir com o banco de dados.

O banco de dados utilizado na aplicação é o *MySQL*⁴, um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional. O *MySQL* é amplamente utilizado em aplicações web devido à sua confiabilidade, desempenho e recursos avançados, além de ser gratuito. Ele permite armazenar e recuperar dados de forma eficiente e oferece suporte a consultas complexas e transações.

Além disso, a aplicação utiliza a linguagem de programação *Julia*⁵ e o pacote *JuMP*⁶ para resolver o modelo matemático construído. *JuMP* é uma linguagem de modelagem e uma coleção de pacotes de suporte para otimização matemática incorporada na linguagem de programação *Julia* que por sua vez é uma linguagem de programação de alto desempenho projetada para computação numérica e científica. Com *Julia*, é possível expressar e resolver problemas matemáticos complexos de maneira eficiente, obtendo resultados precisos e rápidos.

4.1 Sistema Desenvolvido para o Dimensionamento de Equipes

Com o desenvolvimento e a implementação da aplicação, alcançou-se um resultado satisfatório, entregando uma plataforma funcional que pode atender as necessidades da

¹<https://nuxt.com/>

²<https://vuejs.org/>

³<https://nodejs.org/>

⁴<https://www.mysql.com/>

⁵<https://julialang.org/>

⁶<https://jump.dev/>

empresa com relação ao dimensionamento otimizado de equipes de separação. Foi possível obter informações valiosas sobre o desempenho e a eficácia da aplicação desenvolvida.

É importante ressaltar que a aplicabilidade dos resultados obtidos por meio do modelo e apresentados através da aplicação desenvolvida, foram baseados em dados históricos. Entretanto, os testes e comparações com o cenário real da empresa não foram realizados ainda. A aplicação apresenta as seguintes funcionalidades:

1. Simulações: A aplicação permite a realização de simulações, onde os funcionários podem inserir a demanda diária de separação de produtos, conforme exibido na Figura 4. Com base nesses dados, o sistema realiza o dimensionamento adequado da equipe, levando em consideração o número de funcionários necessários, o tempo de serviço e a prioridade para os postos de trabalho e exibe os resultados conforme Figura 5. As simulações ajudam a planejar e otimizar as operações diárias, garantindo uma alocação eficiente dos recursos humanos.

Figura 4: Tela para realizar nova simulação.

Fonte: Autor

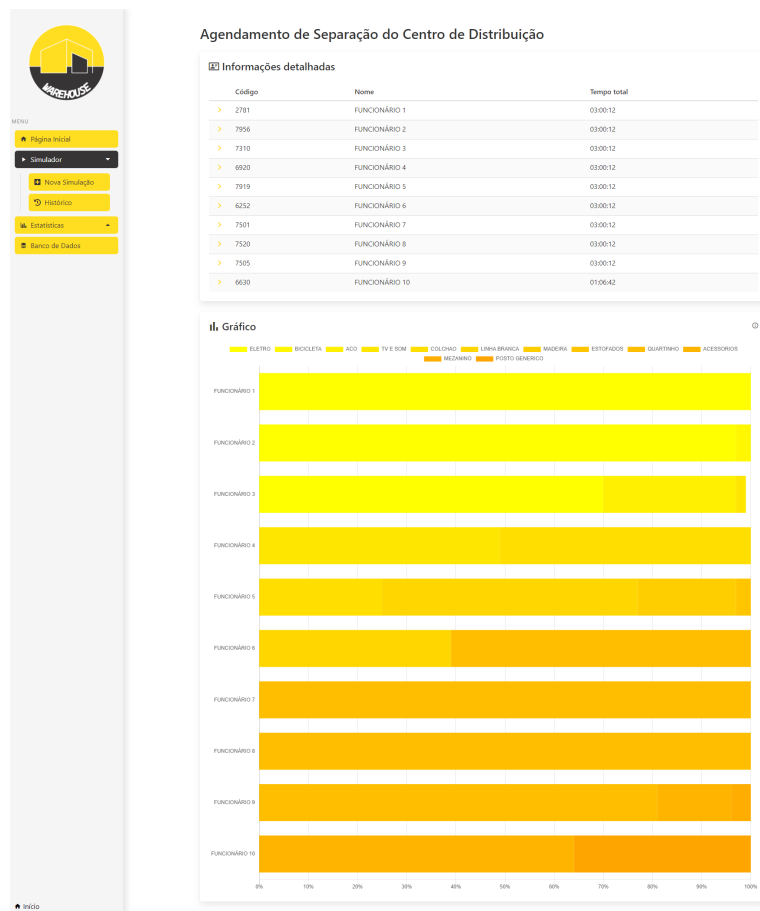


Figura 5: Exemplo do resultado de uma simulação.

Fonte: Autor

2. **Histórico de Simulações:** A aplicação permite o acesso ao histórico das simulações realizadas. Isso permite que os gestores e funcionários visualizem os resultados anteriores, analisem tendências e identifiquem possíveis melhorias no dimensionamento da equipe. O histórico de simulações fornece uma visão geral das operações ao longo do tempo, possibilitando a tomada de decisões mais embasadas e informadas, a funcionalidade é ilustrada na Figura 6.



Figura 6: Tela para consultar histórico de simulações.

Fonte: Autor

3. Estatísticas sobre eficiência na separação: A aplicação também disponibiliza informações sobre a eficiência dos funcionários em relação a separação com cada produto da loja, conforme exemplificado na Figura 7. Isso permite uma análise detalhada do desempenho individual e identificação de possíveis áreas de melhoria. Os gestores podem identificar quais funcionários são mais eficientes em lidar com determinados produtos e aproveitar esse conhecimento para otimizar a alocação da equipe e aumentar a produtividade geral. Além da eficiência dos funcionários com produtos, a aplicação também possibilita acessar informações sobre a eficiência dos produtos com os funcionários, conforme é exemplificado na Figura 8. Isso significa que é possível analisar quais produtos demandam mais tempo ou esforço durante a separação e quais funcionários têm mais habilidade para lidar com esses produtos específicos. Essa análise ajuda a identificar gargalos, ajustar processos e promover um fluxo de trabalho mais eficiente. Os dados sobre as eficiências também são utilizados como entrada no modelo para a construção da solução.

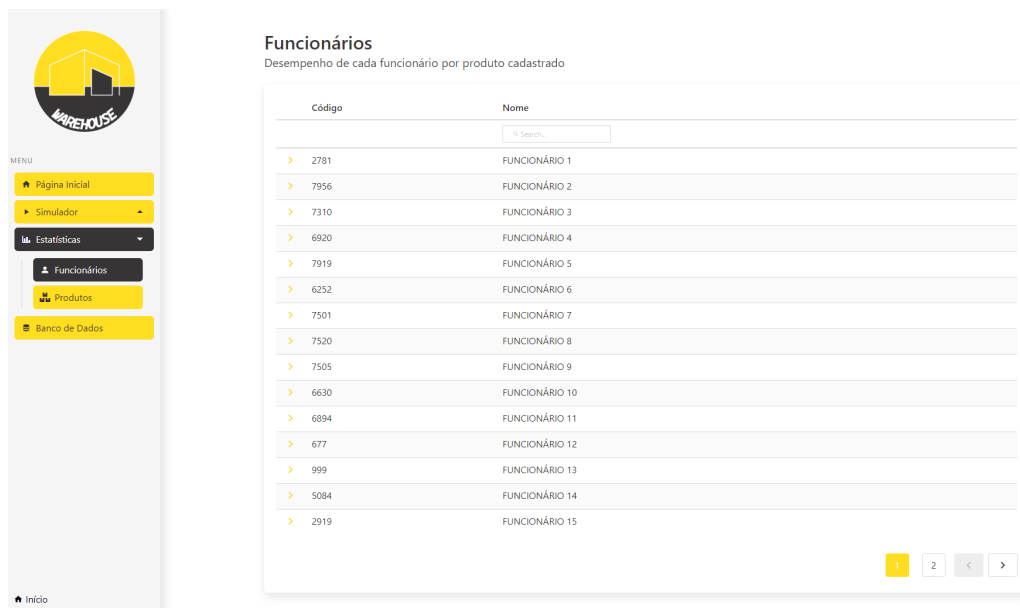


Figura 7: Tela de estatísticas dos funcionários.

Fonte: Autor

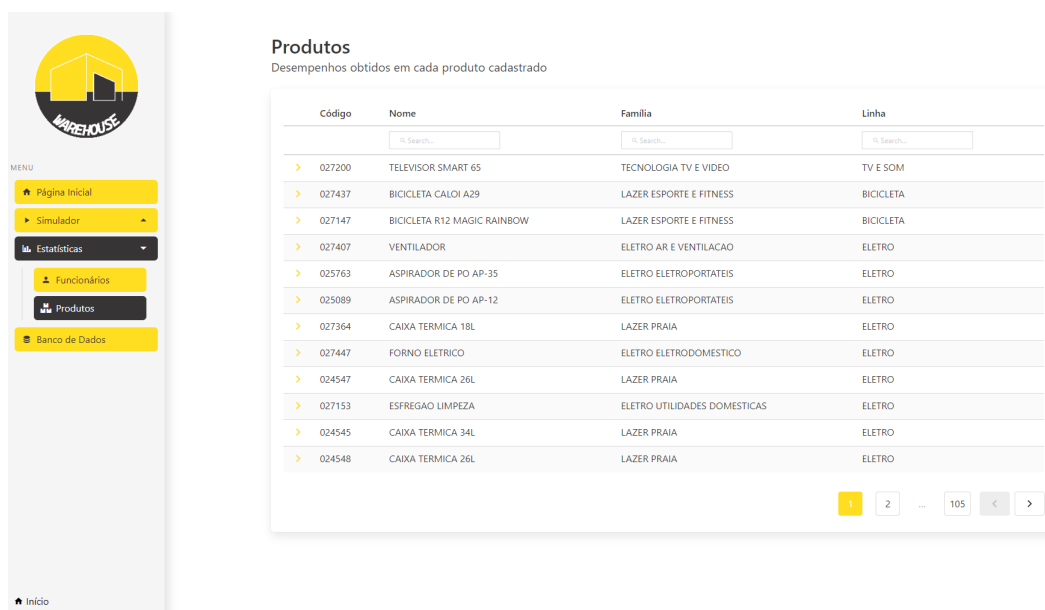


Figura 8: Tela de estatísticas dos produtos.

Fonte: Autor

4. Banco de Dados: A aplicação também oferece a funcionalidade de atualização do banco de dados dos produtos, ilustrado na Figura 9. Essa funcionalidade foi implementada devido a independência do banco de dados da aplicação em relação ao banco de dados da empresa e a inviabilidade de desenvolver uma API exclusiva para atualização automática das informações. Ao permitir a atualização do banco de dados dos produtos, a empresa pode manter as informações sempre atualizadas. Isso

resulta em simulações mais precisas, além de um melhor gerenciamento do estoque e da eficiência dos funcionários, pois os produtos em estoque estão corretamente refletidos no sistema.

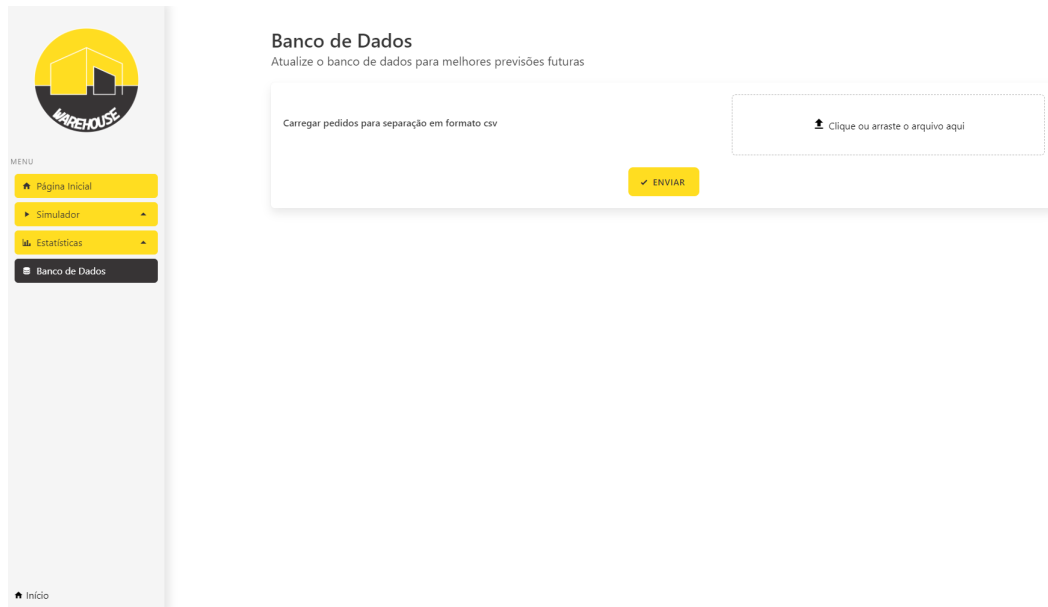


Figura 9: Tela de atualização do banco de dados.

Fonte: Autor

A aplicação desenvolvida mostrou-se capaz de oferecer um dimensionamento adequado dos recursos necessários, considerando a demanda diária, o tempo de serviço, os funcionários e a prioridade para os postos de trabalho. Essa abordagem permitiria à empresa alocar os funcionários de forma mais eficiente, evitando a subutilização ou sobrecarga de recursos, e, conseqüentemente, melhorando a produtividade e a eficiência operacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

A modelagem do dimensionamento de equipes de separação como um problema de otimização combinatória e sua implementação por meio da aplicação web trouxeram resultados promissores para a empresa de comércio varejista. Ao aplicar o modelo matemático desenvolvido, foi possível obter um dimensionamento mais eficiente das equipes de separação, considerando fatores como número de funcionários necessários, tempo de serviço e prioridade dos postos de trabalho. Isso contribuiu para uma gestão mais eficiente da equipe, otimizando a distribuição de recursos e melhorando a produtividade.

A utilização de técnicas de otimização na resolução do problema demonstrou ser uma abordagem eficaz, permitindo encontrar soluções próximas ao ótimo global em tempo hábil, possibilitando uma tomada de decisão mais embasada e precisa, resultando em benefícios tangíveis para a empresa.

É importante ressaltar que embora a aplicação não tenha sido implantada no ambiente real da organização, os resultados obtidos por meio de testes e simulações com dados históricos demonstraram o potencial da solução proposta. A validação do modelo matemático em um cenário real poderia trazer ainda mais entendimento e informações relevantes para a gestão operacional da empresa.

Durante o desenvolvimento do projeto, também foi possível adquirir experiência e aprimorar habilidades técnicas, aplicando conhecimentos teóricos em um contexto prático. A interação com a equipe da empresa proporcionou um aprendizado valioso, permitindo a troca de experiências e a compreensão das necessidades e desafios enfrentados no cotidiano da empresa.

Trabalhos futuros podem explorar a implementação da aplicação em um ambiente real, realizando testes e comparações com os resultados obtidos em dados históricos. É possível aprimorar o modelo matemático, considerando outros aspectos relevantes para a gestão da equipe de separação, como sazonalidade, variações de demanda e restrições adicionais. Ainda se vislumbra a possibilidade de implementar e desenvolver uma nova funcionalidade que aborde o dimensionamento do estoque de produtos do centro de distribuição. Essa iniciativa traria benefícios adicionais à empresa, proporcionando uma gestão mais eficiente dos recursos e contribuindo para a otimização do processo de armazenagem e distribuição. A aplicação de técnicas de análise e modelagem matemática poderia fornecer resultados para a tomada de decisões estratégicas relacionadas ao estoque, como a determinação de níveis ideais de estoque, previsão de demanda e ajustes na política de reposição. Além disso, essa expansão da aplicação poderia proporcionar uma visão mais abrangente e integrada de toda a cadeia de suprimentos, permitindo uma melhor sincronização entre os diferentes fluxos logísticos. Dessa forma, seria possível otimizar não apenas a separação de produtos, mas também todo o processo de gestão de estoque,

maximizando a eficiência operacional.

Em conclusão, o desenvolvimento deste projeto proporcionou percepções valiosas e contribuições significativas tanto para o aluno quanto para a empresa de comércio varejista. A modelagem matemática aliada à implementação da aplicação web ofereceu uma abordagem inovadora e promissora para otimizar o dimensionamento de equipes de separação. Os resultados obtidos e a experiência adquirida representam um avanço importante, demonstrando o potencial de soluções baseadas em técnicas de otimização para aprimorar a eficiência e a qualidade dos serviços prestados pela empresa.

REFERÊNCIAS

- [1] P. Kotler, H. Kartajaya, and I. Setiawan, *Marketing 4.0: Moving from Traditional to Digital*. John Wiley & Sons, 2017.
- [2] I. B. de Geografia e Estatística, *Pesquisa Anual de Comércio - PAC 2019: Informações selecionadas*. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/55/pac_2019_v31_informativo.pdf>. Acesso em: 30 jun 2022.
- [3] R. H. Ballou, *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos-: Logística Empresarial*. Bookman editora, 2006.
- [4] J. R. Stock and D. M. Lambert, *Strategic logistics management*, vol. 4. McGraw-Hill/Irwin Boston, MA, 2001.
- [5] E. Silver, D. Pyke, and R. Peterson, *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. John Wiley & Sons, 4th ed., 2016.
- [6] K. Baker and J. Anderson, *Purchasing and Supply Chain Management*. Cengage Learning, 2013.
- [7] A. Rushton, P. Croucher, and P. Baker, *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. London, UK: Kogan Page Publishers, 5th ed. ed., 2014.
- [8] A. F. B. Lima, A. L. R. Silva, G. R. Santos, R. S. Castro, and R. M. Oliveira, “Análise do dimensionamento de equipe em um centro de distribuição de produtos farmacêuticos,” *Production*, vol. 28, p. e20170050, 2018.
- [9] M. S. Bazaraa, J. J. Jarvis, and H. D. Sherali, *Linear Programming and Network Flows*. John Wiley & Sons, 2013.
- [10] C. H. Papadimitriou and K. Steiglitz, *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Courier Corporation, 1998.
- [11] A. I. F. Vaz, *Otimização Combinatória e Teoria dos Grafos*. Oficina de Textos, 2015.
- [12] G. L. Nemhauser and L. A. Wolsey, *Integer and Combinatorial Optimization*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2014.
- [13] F. P. Olivieri, *Programação Linear*. São Paulo: Blucher, 1^a ed., 2015.
- [14] F. S. Hillier and G. J. Lieberman, *Introdução à pesquisa operacional*. McGraw Hill Brasil, 2013.

APÊNDICE A

Neste apêndice, apresentamos as telas da aplicação desenvolvida no âmbito deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). As telas são fornecidas como um suporte visual para ilustrar a funcionalidade e o design da aplicação, permitindo uma melhor compreensão do trabalho realizado.

As telas incluídas neste apêndice foram selecionadas para representar os principais fluxos e recursos da aplicação. Elas foram capturadas durante o processo de desenvolvimento, buscando demonstrar a interface do usuário, as interações e as informações exibidas em diferentes etapas do sistema.

A inclusão dessas telas tem como objetivo proporcionar uma visão mais completa da aplicação e complementar as descrições e análises apresentadas no corpo principal do TCC. Por meio das imagens das telas, é possível visualizar as diferentes funcionalidades implementadas, a disposição dos elementos na interface e a usabilidade geral da aplicação.

É importante ressaltar que as telas aqui apresentadas não representam uma sequência linear de uso da aplicação, mas sim uma seleção estratégica que abrange os aspectos mais relevantes para a compreensão do trabalho. Outras telas ou recursos específicos podem não ser mostrados aqui, mas foram considerados e testados durante o processo de desenvolvimento.

A organização das telas segue uma ordem temática, agrupando-as por módulos ou funcionalidades específicas da aplicação. Cada tela é acompanhada de uma breve legenda ou descrição contextual, destacando os elementos e as interações principais.



Figura 10: Tela de entrada.

Fonte: Autor



Figura 11: Tela inicial com atalhos.

Fonte: Autor

Nova Simulação
Cálculo da melhor configuração para time de coleta de produtos

Carregar arquivo -

Carregar pedidos para separação

ENVIAR ARQUIVO

Configurar Equipe -

Nome	Código	
> FUNCIONÁRIO 1	2781	☒
> FUNCIONÁRIO 2	7956	☒
> FUNCIONÁRIO 3	7310	☒
> FUNCIONÁRIO 4	6920	☒
> FUNCIONÁRIO 5	7919	☒
> FUNCIONÁRIO 6	6252	☒
> FUNCIONÁRIO 7	7501	☒
> FUNCIONÁRIO 8	7520	☒
> FUNCIONÁRIO 9	7505	☒
> FUNCIONÁRIO 10	6630	☒
> FUNCIONÁRIO 11	6854	☒
> FUNCIONÁRIO 12	677	☒
> FUNCIONÁRIO 13	999	☒
> FUNCIONÁRIO 14	5084	☒
> FUNCIONÁRIO 15	2919	☒
> FUNCIONÁRIO 16	8149	☒
> FUNCIONÁRIO 17	7027	☒

Total funcionários: 17

EQUIPE PRONTA

Configurar Tempo de Trabalho -

Limite do tempo de separação

Limite de horas extras

INICIAR SIMULAÇÃO

Figura 12: Exemplo de uma nova simulação preenchida.

Fonte: Autor