



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS RUSSAS**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FRANCISCO CLEMESON DE LIMA MARTINS**

**PREVISÃO DE DEMANDA COMO ESTRATÉGIA PARA DIMINUIÇÃO DO  
DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE  
UNIVERSITÁRIO**

**RUSSAS**  
**2023**

FRANCISCO CLEMESON DE LIMA MARTINS

PREVISÃO DE DEMANDA COMO ESTRATÉGIA PARA DIMINUIÇÃO DO  
DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE  
UNIVERSITÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Russas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Gabrielli Harumi Yamashita.

RUSSAS  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- M343p Martins, Francisco Cledeson de Lima.  
Previsão de demanda como estratégia para diminuição do desperdício de alimentos: estudo de caso em um restaurante universitário / Francisco Cledeson de Lima Martins. – 2023.  
54 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia de Produção, Russas, 2023.  
Orientação: Profa. Dra. Gabrielli Harumi Yamashita.
1. Restaurante universitário. 2. Previsão de demanda. 3. Desperdício de comida. 4. Ferramentas da qualidade. I. Título.

CDD 658.5

---

FRANCISCO CLEMESON DE LIMA MARTINS

PREVISÃO DE DEMANDA COMO ESTRATÉGIA PARA DIMINUIÇÃO DO  
DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE  
UNIVERSITÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia de Produção da  
Universidade Federal do Ceará – *Campus*  
Russas, como requisito parcial para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia de  
Produção.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Gabrielli Harumi Yamashita (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Miriam Karla Rocha  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Daiane de Oliveira Costa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, por ter feito minha trajetória cheia de ensinamentos, aprendizados e pessoas importantes, por ter concebido a oportunidade de realizar a graduação dos sonhos. Sou grato também pela saúde, conforto e apoio que Ele me concedeu durante todo esse processo.

A minha família, que nunca deixou faltar nada para que eu pudesse concluir essa formação. Em especial, minha mãe e irmãos, que sempre me motivaram e confiaram em minhas decisões.

Ao meu namorado, que me proporcionou carinho, conforto e incentivo ao longo da graduação, sendo um dos meus pilares na formação.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Gabrielli Harumi Yamashita, por ter compartilhado as suas experiências, ensinamentos, e por sua acolhida e paciência. Sua dedicação e compromisso com a profissão são exemplos tanto profissionais quanto pessoais.

Aos meus colegas, que estiveram sempre presentes nas batalhas difíceis e nas vitórias. Os laços que criamos durante esse período nunca serão esquecidos. Levarei comigo todas as lembranças e momentos compartilhados. Vocês tornaram os momentos mais desafiadores da graduação menos árduos.

## RESUMO

Entre os desafios recorrentes enfrentados pelos Restaurantes Universitários, destaca-se, como um dos mais expressivos, o desperdício de comida. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo viabilizar uma estratégia de diminuição do desperdício de comida em um restaurante universitário. Para isso, o método adotado neste trabalho segue quatro grande etapas, na qual busca-se, primeiramente, a análise e o planejamento das ações destinadas a resolver o problema com a utilização de ferramentas da qualidade como “Cinco Porquês” e “5W1H”, a fim de investigar o problema, identificar as causas principais e criar um plano de ação a ser seguido durante as etapas do trabalho, e em seguida, é coletado e tratado os dados. A terceira fase, a previsão de demanda, envolve a aplicação dos métodos de previsão e também a validação dos métodos, e por fim, como última fase, o diagnóstico do desperdício, que tem como propósito verificar o impacto causado pelas previsões no desperdício. A partir disso, os resultados obtidos indicam que, de toda comida que é produzida semanalmente no restaurante universitário, em média de 12,55% é desperdiçado no almoço e 19,13% é desperdiçada no jantar, sendo estes desperdícios apenas ligados a comida limpa (comida restante nos balcões de serviço), apresentando-se a empresa em situação de atenção, principalmente no período do jantar. Após investigações mais aprofundadas, foi constatado que uma das principais razões do desperdício de comida está relacionada à falta de previsão de demanda, acarretando em um excesso de produção de alimentos. Para mitigar essa situação, foram aplicados métodos de séries temporais com finalidade de identificar padrões na demanda a partir de dados históricos, permitindo assim realizar previsões futuras mais assertivas. Durante a aplicação dos métodos, três deles mostraram-se promissores: método de sazonalidade simples, Holt-Winters e SARIMA. Na etapa de validação, o método SARIMA apresentou os melhores resultados e foi classificado como o mais adequado para previsões futuras no estabelecimento, com MAPE de 9,21% no almoço e 11,23% no jantar. Por fim, a aplicação resulta em uma diminuição média nos desperdícios de 45,35% e 45,85% no período do almoço e jantar respectivamente. Como resultado, o estabelecimento passa a ter um desperdício médio semanal de 5,66% e 7,44% de comida limpa no almoço e no jantar.

**Palavras-chave:** restaurante universitário; previsão de demanda; desperdício de comida; ferramentas da qualidade.

## ABSTRACT

Among the recurring challenges faced by University Restaurants, one of the most significant is food waste. Thus, this study aims to enable a strategy to reduce food waste in a university restaurant. To achieve this, the method adopted in this study follows four major steps. Firstly, there is an analysis and planning of actions using quality tools such as "Five Whys" and "5W1H" to investigate the problem, identify root causes, and create an action plan to be followed during the stages of the study. Subsequently, data is collected and processed. The third phase involves demand forecasting, applying forecasting methods and validating them. Finally, the fourth phase focuses on waste diagnosis, aiming to assess the impact of forecasts on waste. The results indicate that, on average, 12.55% of the food produced weekly in the university restaurant is wasted during lunch, and 19.13% is wasted during dinner. This waste is specifically related to clean food (leftover food on service counters), with the company being in an alert situation, especially during the dinner period. Further investigations revealed that one of the main reasons for food waste is related to a lack of demand forecasting, leading to an excess production of food. To mitigate this situation, time series methods were applied to identify demand patterns from historical data, allowing for more accurate future predictions. During the application of these methods, three of them proved promising: simple seasonality method, Holt-Winters, and SARIMA. In the validation stage, the SARIMA method showed the best results and was deemed the most suitable for future predictions in the establishment, with a MAPE of 9.21% during lunch and 11.23% during dinner. Ultimately, the application resulted in an average waste reduction of 45.35% during lunch and 45.85% during dinner. As a result, the establishment now has a weekly average waste of 5.66% and 7.44% for clean food during lunch and dinner, respectively.

**Keywords:** university restaurant; demand forecasting; food waste; quality tools.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Estrutura de aplicação 5W1H.....	19
Figura 02 - Estrutura do método.....	27
Figura 03 - Desperdício de comida no almoço.....	31
Figura 04 - Desperdício de comida no jantar.....	31
Figura 05 - Demanda no período do almoço.....	36
Figura 06 - Demanda no período do jantar.....	36
Figura 07 - Previsão de demanda do almoço utilizando os métodos de séries temporais.....	37
Figura 08 - Previsão de demanda do jantar utilizando os métodos de séries temporais.....	38
Figura 09 - Previsões de demanda para o período de validação (2023.1).....	43
Figura 10 - Desperdício de comida previsto pelo melhor método no almoço.....	45
Figura 11 - Desperdício de comida previsto pelo melhor método no jantar.....	46



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Dados de demanda do almoço.....	35
Tabela 02 - Dados de demanda do jantar.....	35
Tabela 03 - Erros gerados pelos métodos no almoço.....	39
Tabela 04 - Erros gerados pelos métodos no jantar.....	41
Tabela 05 - Resultado das previsões no almoço para o período de 2023.1.....	43
Tabela 06 - Resultado das previsões no jantar para o período de 2023.1.....	43

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 01 - Aplicação dos cinco porquês.....	32
Quadro 02 - Plano de ação utilizando o 5W1H.....	33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>14</b>
<i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>14</i>
<i>1.1.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>14</i>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 Estrutura do Trabalho.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Desperdício de comida nos restaurantes.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Qualidade e suas ferramentas.....</b>	<b>17</b>
<i>2.2.1 Ferramenta cinco porquês.....</i>	<i>18</i>
<i>2.2.2 Ferramenta 5WIH.....</i>	<i>18</i>
<b>2.3 Séries Temporais.....</b>	<b>19</b>
<i>2.3.1 Média Móvel.....</i>	<i>19</i>
<i>2.3.2 Suavização Exponencial Simples.....</i>	<i>20</i>
<i>2.3.3 Suavização Exponencial Duplo.....</i>	<i>20</i>
<i>2.3.4 Sazonalidade Simples.....</i>	<i>21</i>
<i>2.3.5 Holt-winters.....</i>	<i>22</i>
<i>2.3.6 SARIMA.....</i>	<i>22</i>
<b>2.4 Monitoramento dos modelos de previsão.....</b>	<b>23</b>
<i>2.4.1 Erro do período.....</i>	<i>23</i>
<i>2.4.2 MAD.....</i>	<i>24</i>
<i>2.4.3 MAPE.....</i>	<i>24</i>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Classificação da pesquisa.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Caracterização da empresa.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3 Etapas do Método.....</b>	<b>27</b>
<i>3.3.1 Identificação e análise do problema.....</i>	<i>27</i>
<i>3.3.2 Coleta e tratamento dos dados.....</i>	<i>28</i>
<i>3.3.3 Previsão de demanda.....</i>	<i>29</i>
<i>3.3.4 Diagnóstico do desperdício.....</i>	<i>30</i>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Identificação e análise do problema.....</b>	<b>31</b>
<i>4.1.1 Plano de ação.....</i>	<i>33</i>
<b>4.2 Coleta e tratamento dos dados.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 Previsão de demanda.....</b>	<b>36</b>
<i>4.3.1 Validação das ferramentas preditivas.....</i>	<i>42</i>
<b>4.4 Diagnóstico do desperdício.....</b>	<b>45</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As universidades têm um papel fundamental na sociedade, pois contribuem para o desenvolvimento intelectual, científico e técnico do país. Segundo Schwartzman (2023), o acesso à educação superior no Brasil teve um crescimento notável entre 2010 e 2020, com um aumento de aproximadamente 30% no número de estudantes matriculados em cursos de graduação e pós-graduação, passando de 6,6 para 9 milhões. Esse aumento pode ser justificado pelo desenvolvimento de novas tecnologias de ensino e pela crescente demanda por profissionais qualificados no mercado. Tais fatores vêm impulsionando a abertura de novas universidades e a expansão das já existentes.

Outro ponto a ser considerado no crescimento das universidades foi a democratização da educação. Ao tornar o ingresso nas instituições de ensino superior mais acessível e inclusivo a todos os indivíduos da sociedade, não só aumentou o número de estudantes, mas também prolongou a escolarização das camadas populares (Felicetti; Morosini; Cabrera, 2019). Neste cenário percebe-se que o acesso e principalmente a permanência do público de maior vulnerabilidade são desafios constantemente enfrentados.

De acordo com o artigo 2º da lei nº 11346, “A alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, ..., devendo o poder público adotar as políticas e ações que se façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população”. Segundo Rocha e Burity (2021) a nutrição adequada de um estudante é um dos fatores mais importantes para seu desenvolvimento físico, sua capacidade de produção, concentração, foco e atenção. Um controle inadequado das necessidades calóricas pode resultar em indivíduos subdesenvolvidos.

Os restaurantes universitários (RU) têm como objetivo proporcionar refeições de alta qualidade, a um preço relativamente menor do que o praticado no mercado, para todos os membros ativos e colaborativos presentes na faculdade. Somente nos restaurantes da Universidade Federal do Ceará, em 2023, são fornecidas cerca de quinze mil refeições diariamente, incluindo café da manhã, almoço e jantar e atendendo o público da capital e campus do interior (UFC, 2023). Nesse sentido, além de servir como um espaço de encontro e integração para toda comunidade universitária, os RUs assumem um papel importante na garantia da permanência dos estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

Ao analisar o contexto dos restaurantes universitários, é notável que, semelhante a qualquer outra instituição, seja ela pública ou privada, seu bom desempenho está associado a gestão eficaz. Dentre os obstáculos mais comuns enfrentados nos restaurantes universitários

destacam-se: o tempo de espera e o tamanho das filas, que acaba comprometendo a agilidade na hora das refeições, o mal dimensionamento da necessidade de comida, evidenciando a ineficiência ou inexistência na previsão de demanda, bem como problemas na produção e logística em geral (DE FILAS ..., 2022). Em concordância com o fator mencionado anteriormente, Alfano (2022) aborda que, por estarem pressionados pelo aumento da demanda e outros fatores, os restaurantes têm estado submetidos a uma acumulação de problemas que vão além do tempo de espera e do desequilíbrio da quantidade de comida, problemas estes relacionados em sua maioria a qualidade da alimentação oferecida e os valores cobrados por refeição.

Por conseguinte, nos últimos anos, as unidades de alimentação coletiva, como os restaurantes universitários, têm sido alvo de algumas pesquisas e estudos de caso. Essas investigações abrangem uma variedade de temas, como a análise da qualidade do serviço fornecido por esses estabelecimentos (Fernandes, 2016; Vieira e Cavalcanti, 2020; Araújo *et al.*, 2019), a qualidade nutricional dos cardápios oferecidos (Benvindo, Pinto e Bandoni 2017 e Boa Morte, de Lira e Fonseca 2021), boas práticas de fabricação dos alimentos (Lopes *et al.*, 2020), a perspectiva ergonômica (Ferraz, 2018 e Sticca, Mandarini e Silva 2019), o gerenciamento dos resíduos sólidos (Rodrigues *et al.*, 2019) e, mais alinhado ao tema do presente estudo, a redução de desperdício (Cesar, 2021). Embora existam estudos cobrindo várias áreas de pesquisa, percebe-se que não há muitos trabalhos que utilizem previsão de demanda com assistência de ferramentas da qualidade com o intuito de resolver os problemas enfrentados pelos gestores de restaurantes.

Com base no contexto apresentado, o presente trabalho propõe a aplicação de previsão de demanda em um restaurante universitário e tendo como auxílio ferramentas da qualidade, visando mitigar um dos problemas mais recorrentes nesse setor, que é o desperdício de alimentos. Adicionalmente, entende-se que um estudo nesse âmbito tem o potencial de gerar benefícios nas esferas social, ambiental e de gestão, tanto para os alunos e colaboradores, quanto para os gestores do restaurante, assim como também impacto positivo nas ODS (objetivo de desenvolvimento sustentável) no que tange ao combate à fome, consumo e produção sustentável, e crescimento econômico.

## **1.1 Objetivos**

Esta seção apresenta claramente as metas e propósitos do trabalho, os quais são categorizados em objetivo geral e objetivos específicos.

### ***1.1.1 Objetivo Geral***

O presente estudo tem como objetivo viabilizar uma estratégia de diminuição do desperdício de comida em um restaurante universitário.

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

- a) Utilizar ferramentas da qualidade para identificar a causa raiz do problema e criar um plano de ação;
- b) Identificar o método de previsão de demanda mais adequado;
- c) Analisar os benefícios da previsão de demanda.

## **1.2 Justificativa**

Com o intuito de manterem sua competitividade no mercado, as empresas estão constantemente em busca de atender às necessidades dos clientes e aprimorar a qualidade de seus produtos ou serviços (Paladini, 2009). Nesse contexto, a existência de ferramentas da qualidade possibilita que diversas empresas solucionem problemas recorrentes em suas rotinas e operações. Essas ferramentas desempenham um papel crucial ao contribuir para a identificação, mensuração, análise e resolução dos problemas, orientando adequadamente os esforços necessários, sejam eles relacionados a recursos humanos, tempo ou financeiros, além de viabilizarem a elaboração de um plano de ação a ser seguido.

Com base nesses aspectos, o presente trabalho se justifica no âmbito prático através da aplicação dessas ferramentas, de forma que a instituição e outras empresas possam compreender seus problemas de gestão, identificá-los e tomar as melhores decisões e alternativas possíveis para garantir uma melhoria na qualidade de seus serviços prestados. Além disso, se faz importante pelo aprofundamento do conhecimento nessa área de pesquisa, já que o trabalho utiliza várias ferramentas, técnicas e metodologias de resolução de problemas aplicadas a uma situação real, com o objetivo de auxiliar na melhoria do desempenho do restaurante universitário, visando a redução de desperdícios, gerando benefícios econômicos e ambientais para a gestão do estabelecimento

Nos últimos anos, a literatura vem apresentando diversos estudos direcionados aos restaurantes universitários. Alguns dos estudos anteriores utilizam apenas ferramentas da qualidade voltadas a plano de ação, como 5W2H, realizado por Martins (2017). Por sua vez, sobre o problema do desperdício de alimento em RU, não foram encontrados muitos

trabalhos, porém os existentes são focados na abordagem de conscientização, como o de Borges *et al.* (2019), e não na aplicação de métodos.

Dessa forma, a realização desta pesquisa encontra justificativa no âmbito teórico através da utilização de previsão de demanda com o propósito de diminuir o desperdício e através da utilização de ferramentas da qualidade para identificar causas e criar um plano de ação a ser seguido durante o presente trabalho.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está estruturado em cinco capítulos: introdução, referencial teórico, procedimentos metodológicos, resultados e discussões, e por fim, as considerações finais.

A introdução, que constitui o primeiro capítulo, fornece uma contextualização em relação à problemática a ser abordada, oferecendo uma visão geral sobre os restaurantes universitários, e principalmente, o desperdício de alimento nessas instituições. Além disso, apresenta a justificativa do estudo, bem como o objetivo geral e os objetivos específicos a serem alcançados.

O referencial teórico, capítulo dois, apresenta os conceitos fundamentais do trabalho, abordando temas como desperdício de comida, qualidade e suas ferramentas, bem como séries temporais, em um contexto teórico. Essa apresentação baseia-se em documentos e livros de autores conceituados nas respectivas áreas e campos de estudo.

O terceiro capítulo, procedimentos metodológicos, oferece uma análise minuciosa da metodologia adotada nesta pesquisa, a qual seguiu por grande quatro fases: Identificação e análise do problema, coleta e tratamento dos dados, previsão de demanda, e como última fase o diagnóstico do desperdício.

Os resultados e discussões, quarto capítulo, apresenta todos os resultados obtidos do estudo, assim como também, o detalhamento das técnicas e etapas descritas anteriormente.

Por fim, o último capítulo traz as considerações finais do trabalho, expondo as possíveis conclusões do estudo, o atingimento dos objetivos, e as limitações do trabalho. Além disso, recomendações para os trabalhos futuros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção, são delineados os fundamentos conceituais e teóricos que sustentam o presente estudo, assim como também a explanação das ferramentas e metodologias utilizadas.

## 2.1 Desperdício de comida nos restaurantes

De acordo com Chiavenato (2022), as empresas estão constantemente em busca de aperfeiçoar suas atividades, com objetivo de melhorar a qualidade dos seus produtos ou serviços, diminuir os seus custos, reduzir os desperdícios gerados e serem mais sustentáveis. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), o setor de alimentação, que inclui bares e restaurantes, cresceu em média 11% ao ano no período de 2009 a 2019 no Brasil, ainda assim, essas empresas enfrentam problemas de gestão e controle de produção que podem afetá-las negativamente (SEBRAE, 2022).

Segundo ABRASEL (2018), com o crescimento das empresas e conseqüentemente do setor, o desperdício de alimentos nos restaurantes no mundo todo é um problema recorrente e real. No Brasil, estima-se que tenham sido desperdiçadas cerca de seis mil toneladas de comida em 2022. No entanto, embora seja difícil eliminar completamente o desperdício, é possível adotar boas práticas e implementar metodologias com propósito de minimizá-lo.

Os desperdícios de comida nos restaurantes podem ser atribuídos a uma série de causas quando é analisado os diferentes fatores ao longo da cadeia de valor e produção. Entre esses fatores, destacam-se o pré-preparo inadequado, sobras nos pratos dos clientes, superdimensionamento e produção excessiva, entre outros diversos fatores. De acordo com uma pesquisa realizada pela Ticket em parceria com a Comida Invisível em 2022, foi constatado que, dentre as causas de desperdícios de comida no Brasil, 17,7% são atribuíveis à produção excessiva de alimentos (MC, 2022).

Com base na quantidade de alimentos desperdiçados, Castro e Queiroz (1998) classificam as empresas em três níveis, da seguinte maneira: o primeiro nível seria as empresas que desperdiçam cerca de 5% a 10%, sendo consideradas empresas com resultados bons, já o segundo nível seria as empresas que estão entre 10% e 15%, sendo classificadas como empresas regulares, podendo aplicar melhorias para a diminuição dos desperdícios. Já as perdas alimentares que ultrapassam 15% da produção, é indicado para a empresa tomar medidas urgentes para a diminuição do desperdício, pois o indicativo está apresentando um desempenho inadequado do serviço.

ABRASEL (2018) afirma que, a redução do desperdício não apenas impacta positivamente nos custos e despesas das empresas, mas também desempenha um papel fundamental no âmbito social. O ato de jogar alimentos no lixo, em um mundo com inúmeras pessoas em situação de vulnerabilidade, se torna uma questão de ineficiência e falta de



solidariedade, tornando como um dever para todos os restaurantes a minimização dos desperdícios.

## **2.2 Qualidade e suas ferramentas**

De acordo com Corrêa (2019), ao longo dos tempos, a busca constante pela excelência tem impulsionado a evolução da qualidade em todos os aspectos. Desde as primeiras civilizações, o ser humano sempre buscou aperfeiçoar suas criações, tanto na produção de objetos como no desenvolvimento de serviços.

Segundo Montgomery (2017), qualidade é um conceito que descreve as características e atributos de um produto, serviço ou processo que o tornam satisfatório e capaz de atender às necessidades e expectativas dos consumidores ou usuários, sendo a qualidade inversamente proporcional à variabilidade. Ela reflete o grau de perfeição alcançado em um produto ou serviço, garantindo que ele atenda aos padrões e normas de segurança, eficácia e eficiência (Moreira, 2012).

Para auxiliar as empresas a atingirem altos padrões de qualidade, surgem as ferramentas da qualidade. Essas ferramentas de qualidade desempenham um papel fundamental na melhoria contínua, uma vez que oferecem uma estrutura metodológica e disciplinada para identificar, analisar e solucionar problemas. Através do uso dessas ferramentas, as empresas podem monitorar e medir o desempenho de seus processos, identificando desvios e pontos de melhoria. Além disso, essas ferramentas proporcionam uma abordagem sistemática para a resolução de problemas, facilitando a identificação das causas raiz e a implementação de soluções eficazes (Campos, 1992).

As ferramentas da qualidade desempenham um papel fundamental ao auxiliar as organizações no processo de aprimoramento. Tais técnicas possibilitam a proposição e a execução de soluções para problemas que podem surgir nas atividades das empresas, impactando diretamente o desempenho organizacional (Paladini, 2019).

Dentre as ferramentas da qualidade, tem-se o 5W1H, que é uma ferramenta muito utilizada por causa da sua simplicidade, que tem como finalidade elaborar um plano de ação, fornecendo um checklist com prazos, atividades e responsabilidades (Lobo, 2020). Já a ferramenta 5 porquês auxilia na identificação e na investigação da causa raiz de um problema através de indagações feitas acerca do problema (Braz; Cazini, 2019).

### **2.2.1 Ferramenta cinco porquês**

Segundo Glasser (1994), a ferramenta cinco porquês é uma ferramenta simples de resolução de problemas, que consiste basicamente em formular a pergunta “PORQUÊ” cinco vezes consecutivas. A técnica foi desenvolvida por Taiichi Ohno, o pai do sistema de produção Toyota. Essa abordagem permite identificar a causa-raiz de um problema, ajudando a compreender o que realmente ocorreu.

A utilização da ferramenta pode ser resumida seguindo uma ordem de cinco ou mais "porquês" relacionados a um problema a ser investigado. No primeiro "porquê", é possível identificar um sintoma associado ao problema. O segundo "porquê" geralmente está ligado a uma desculpa. O terceiro "porquê" pode levar a identificar um culpado ou um agravante do problema. No quarto "porquê", é possível encontrar uma das causas que podem estar contribuindo para o problema discutido. Por fim, o quinto "porquê" normalmente leva à identificação da causa raiz do problema (Braz; Cazini, 2019).

### **2.2.2 Ferramenta 5W1H**

A ferramenta 5W1H é uma muito utilizada nas indústrias e nos negócios como uma ferramenta para auxiliar na utilização do PDCA na fase de planejamento. Basicamente ela consiste em planejar a execução de determinada tarefa através da resolução de algumas perguntas relacionadas a um projeto, problema ou atividade (Oliveira, 2023).

Oliveira (2023) adiciona que, a ferramenta ela basicamente consiste em responder de forma clara e objetiva as questões: o que será feito (*what*), por que será feito (*why*), quando será feito (*when*), por quem será feito (*who*), onde será feito (*where*) e como será feito (*how*). A ferramenta é um plano de ação detalhado para atividades previamente definidas, com o objetivo de alcançar clareza máxima. Além disso, ela atua como um mapeamento visual dessas atividades, tornando o entendimento mais simples (Polacinski *et al.*, 2012). A aplicação dessa ferramenta costuma ocorrer em planilhas, por causa da praticidade durante sua criação e facilitarem a visualização. E também, segue a estrutura ilustrada na figura 01.

Figura 01 - Estrutura de aplicação 5W1H

5W1H					
<i>What</i> (o quê?)	<i>Who</i> (quem?)	<i>When</i> (quando?)	<i>Where</i> (onde?)	<i>Why</i> (por quê?)	<i>How</i> (como?)

Fonte: Adaptado Oliveira (2023, p.61)

## 2.3 Séries Temporais

Os métodos de séries temporais utilizam dados históricos sobre uma variável dependente para análise e previsão. Esses métodos são baseados na suposição de que os padrões passados da variável continuarão no futuro, ou seja, a análise de séries temporais identifica os padrões subjacentes de demanda que podem contribuir para a realização de previsões. Com base nisso, é possível desenvolver modelos que repliquem esses padrões, permitindo obter previsões de demanda precisas (Krajewski; Ritzman; Malhotra, 2009).

Além disso, de acordo com Tubino (2017), as previsões baseadas em séries temporais são fundamentadas no pressuposto de que elas não são influenciadas por outras variáveis. Quando esses métodos de séries temporais são bem aplicados e analisados, podem fornecer resultados de excelente qualidade dentro da aplicação. Dentre as técnicas de séries temporais, podem ser mencionadas as baseadas em média móvel, as baseadas em suavização, como a suavização exponencial simples e exponencial dupla, métodos com presença de sazonalidade, como o método de sazonalidade simples, e métodos mais elaborados que incorporam vertentes como sazonalidade, tendência e média móvel em sua aplicação, como o Holt-Winters e SARIMA.

### 2.3.1 Média Móvel

De acordo com Corrêa e Corrêa (2007), o método das médias móveis é baseado na ideia de que a previsão dos próximos períodos pode ser encontrada através das médias aritméticas ou ponderadas dos últimos períodos ( $n$ ), podendo ser utilizados diferentes agrupamentos de períodos, como dois períodos MM(2), três períodos MM(3) ou mais. A equação 01 mostra detalhadamente a fórmula utilizada para a média aritmética simples.

$$Média\ Móvel = \sum \frac{demanda\ do\ n\ períodos\ prévios}{n} \quad (1)$$

### 2.3.2 Suavização Exponencial Simples

No método de suavização exponencial simples, parte-se do pressuposto de que a demanda varia em torno de um valor constante, chamado de base ou demanda base. A cada novo período, esse valor base é ajustado com base nos dados mais recentes de demanda que são adicionados à série histórica (Júnior, 2019).

Corrêa e Corrêa (2007) complementa que, a suavização exponencial simples utiliza um parâmetro  $\alpha$ , também conhecido como constante de suavizamento, variando de 0 a 1. Ela desempenha um papel fundamental ao determinar a influência percentual da demanda real do último período na previsão do próximo período. Quanto maior o valor de  $\alpha$ , maior será a influência do último período na previsão, enquanto valores menores darão mais peso aos dados históricos acumulados ao longo do tempo. A equação a seguir apresenta como a aplicação do método pode ser feita.

$$S_t = S_{t-1} + \alpha(d_{t-1} + S_{t-1}) \quad (2)$$

Onde:

$S_t$  = previsão suavizada para o período t;

$S_{t-1}$  = previsão suavizada para o período t-1;

$\alpha$  = parâmetro de suavização (varia no intervalo limitado entre 0 e 1);

$d_{t-1}$  = demanda real no período t-1.

### 2.3.3 Suavização Exponencial Duplo

Desenvolvido por Holt (1957) e também conhecido como método suavização exponencial com tendência, tem uma construção e aplicação parecida com a suavização simples, porém introduzindo uma segunda variável que representa o crescimento da demanda de um período para o próximo, um parâmetro de tendência linear ( $\beta$ ). Essa variável de tendência, da mesma forma que a demanda base, também é atualizada de maneira exponencial e incorporada ao cálculo da previsão (Lustosa et al., 2008).

Pellegrini (2000) também acrescenta que, assim como a constante de suavizamento, o parâmetro de tendência linear ( $\beta$ ) varia entre 0 e 1. A constante tendência é importante porque determina a rapidez com que a tendência se ajusta às mudanças nos dados. Se  $\beta$  for próximo de 0, a tendência será ajustada lentamente e terá pouca influência nas previsões. Se  $\beta$  for próximo de 1, a tendência se ajustará rapidamente às mudanças nos dados. As equações

a seguir podem exemplificar a aplicação do método. A aplicação do método Holt-winters pode ser realizada a partir das equações 3, 4 e 5.

$$S_t = \alpha d_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3)$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (4)$$

$$P_{t+k} = S_t + kT_t \quad (5)$$

Sendo:

$S_t$  = previsão suavizada exponencialmente para o período t;

$d_t$  = demanda real do período t;

$T_t$  = estimativa de tendência para o período t;

$k$  = número de períodos futuros a serem previstos;

$P_{t+k}$  = previsão para o período t mais k períodos.

#### 2.3.4 Sazonalidade Simples

A técnica de previsão através da sazonalidade simples consiste em obter os índices de sazonalidade (IS) para cada um dos períodos dos dados históricos e aplicar no valor da média prevista em cada período. A sazonalidade pode ser observada em diferentes ciclos, tais como semanal, mensal, semestral, anual e em outras configurações temporais. Para calcular os índices de sazonalidade, é necessário dividir o valor da demanda durante o período pelo valor da média móvel centrada no ciclo sazonal desse mesmo período. Quando diversos índices de sazonalidade são obtidos para o mesmo período, retira-se uma média (Tubino, 2017). A aplicação da sazonalidade segue da seguinte forma:

$$IS_t = \frac{d_t}{MMC_t} \quad (6)$$

$$P_t = \bar{x}_{MMC} + \bar{x}_{MMC} \cdot IS_t \quad (7)$$

Sendo:

$IS_t$  = índice sazonal para o período t;

$d_t$  = demanda real do período t;

$MMC_t$  = média móvel centrada do período t;

$P_t$  = demanda prevista para o período t;

$\bar{x}_{MMC}$  = média das médias móveis do conjunto de dados.

### 2.3.5 Holt-winters

O método de previsão Holt-Winters é amplamente utilizado na análise de séries temporais, sendo uma extensão do modelo Holt. Segundo Lustosa *et al.* (2008), esse método combina elementos de tendência, sazonalidade e suavização exponencial para prever valores futuros. É uma abordagem útil para realizar previsões confiáveis em diferentes cenários de séries temporais.

Morettin e Tolo (2006) agregam na explicação do método, quando afirmam que existem duas abordagens para a suavização exponencial: aditiva e multiplicativa. Ambas utilizam os mesmos parâmetros,  $\alpha$  para a suavização exponencial,  $\beta$  para a tendência e  $\gamma$  para a sazonalidade. Estando todos esses parâmetros entre a faixa 0 e 1. As equações a seguir ilustram os cálculos para a aplicação do método multiplicativo. As equações que compõem a aplicação do método podem ser observadas nas equações a seguir.

$$S_t = \alpha \left( \frac{d_t}{F_{t-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (8)$$

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (9)$$

$$F_t = \gamma \left( \frac{d_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)F_{t-L} \quad (10)$$

$$P_{t+k} = (S_t + kT_t)F_{t+k-L} \quad (11)$$

Onde:

$S_t$  = estimativa para média suavizada do período t;

$T_t$  = estimativa para a tendência do período t;

$F_t$  = estimativa para a sazonalidade do período t;

$P_{t+k}$  = previsão para k períodos à frente do t.

### 2.3.6 SARIMA

Na aplicação de previsões em séries temporais e análise de modelos paramétricos, é comum empregar a abordagem Box Jenkins (1970), nomeada em homenagem aos estatísticos

George Box e Gwilym Jenkins. Esta metodologia envolve a adaptação de modelos auto-regressivos integrados de média móvel, também conhecido como ARIMA, com parâmetros (p, d, q), a um conjunto de dados (Morettin; Toloí, 2006).

Além disso, existe uma extensão do ARIMA que integra a sazonalidade na sua aplicação, o SARIMA. Segundo Vasconcellos e Alves (2000), o método sazonal auto-regressivo integrado a médias móveis incorpora componentes sazonais com periodicidade inferior a um ano (séries semanais e semestrais por exemplo). O método acrescenta mais uma parcela de parâmetros, sendo apresentado como SARIMA (p,d,q) x (P,D,Q), a primeira parcela responsável pela parte não sazonal e a segunda parcela pela sazonalidade. Mais detalhes e informações sobre o conceito da aplicação do modelo SARIMA podem ser encontrados em Morettin e Toloí (2006).

## **2.4 Monitoramento dos modelos de previsão**

Os modelos de previsão desempenham um papel fundamental nas mais diversas áreas, desde análises em pequenas empresas até o mercado financeiro. Eles têm a capacidade de analisar dados históricos e usar métodos algoritmos avançados para fazer previsões futuras com base nesses dados. No entanto, é fundamental monitorar e atualizar constantemente esses modelos para garantir boa acurácia e precisão, uma das razões para monitorar os modelos de previsão é a natureza dinâmica dos dados (Montgomery; Jennings; Kulahci, 2015).

Conforme Tubino (2017) destaca, devido à natureza dinâmica dos modelos, estes tendem a produzir erros, o que pode impactar diretamente na precisão das previsões. Portanto, torna-se crucial a implementação de um rigoroso processo de monitoramento e controle dos erros associados aos métodos empregados. Quanto maior vai ficando o erro da previsão de demanda, maior seria a dificuldade da empresa de planejar, organizar-se e programar-se nas suas diversas áreas (Miranda et al., 2011).

### **2.4.1 Erro do período**

O erro do período é um indicador simples que calcula o erro da previsão feita a partir da diferença entre o valor da demanda real e o valor da demanda prevista pelo método no período correspondente. O resultado do cálculo pode apresentar valor positivo, significando que a previsão prevista é um valor menor que a demanda real, e um valor negativo, o valor previsto foi superior ao real (Lustosa et al., 2008).

$$E_t = d_t - P_t \quad (12)$$

Onde:

$E_t$  = erro de previsão para o período t;

$d_t$  = demanda real do período t;

$P_t$  = valor previsto pelo método para o período t.

#### 2.4.2 MAD

De acordo com Tubino (2017), uma das formas de acompanhar o erro e monitorar o desempenho do modelo é através da utilização do MAD (*Mean Absolute Deviation*), que fornece uma estimativa da dispersão dos dados em relação à sua média, levando em consideração apenas os valores absolutos das diferenças. Ao calcular o MAD, é possível quantificar o quão longe os valores individuais podem estar da média, proporcionando uma compreensão precisa da variabilidade dos dados.

$$MAD = \frac{\sum |d_t - P_t|}{n} \quad (13)$$

Sendo:

$d_t$  = demanda real no período t;

$P_t$  = demanda prevista para o período t;

$n$  = número de períodos.

#### 2.4.3 MAPE

O MAPE (*Mean Average Percentage Error*), assim como o MAD, é uma métrica altamente eficaz para avaliar o desempenho de previsões e estimativas em relação aos valores reais. Além disso, o MAPE oferece uma forma relativa de dimensionar o MAD em unidades percentuais, o que torna possível comparar a precisão das previsões entre diferentes métodos de série temporal. O MAPE realiza o somatório dos erros percentuais gerados por cada período e faz a divisão com a quantidade de períodos utilizados (Chopra; Meindl, 2011).

Em termos matemáticos, tem-se a seguinte expressão:

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|d_t - P_t|}{d_t}}{n} \cdot 100 \quad (14)$$

Onde:

$d_t$  = demanda real do período t;



$P_t$  = demanda prevista para o período  $t$ ;

$n$  = número de períodos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção apresenta a definição da abordagem da pesquisa e a caracterização do objeto em estudo. Além disso, são detalhados os procedimentos práticos que orientam a condução da pesquisa, oferecendo um roteiro claro para a conclusão do estudo.

#### 3.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa pode ser definida como um conjunto de ações que seguem uma série de procedimentos previamente definidos através de uma metodologia que se baseia na racionalidade a fim de se encontrar resultados e respostas acerca de um problema previamente definido e apresentado (Carvalho et al., 2019).

Existem diversas formas de classificar uma pesquisa, de acordo com Prodanov e Freitas (2013) às formas clássicas de classificação são quanto à sua natureza, seus objetivos, seus procedimentos técnicos e abordagem. Dessa forma, segundo os referidos autores, essa pesquisa tem natureza aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimento a partir da aplicação prática de soluções para problemas específicos, envolvendo interesses locais, territoriais e regionais. Já quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como explicativa, por aprofundar o conhecimento através da investigação, explicando a razão e por quê das coisas (Gil, 2008). Prodanov e Freitas (2013) também complementam que, na explicativa, o pesquisador tenta esclarecer os porquês e suas causas através de análises, registros, e interpretação dos fenômenos envolvidos.

Com relação aos procedimentos técnicos, o presente estudo se caracteriza como pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Pesquisa bibliográfica por que sua elaboração foi baseada a partir de materiais e documentos já publicados, constituindo de livros, revistas e artigos (Prodanov; Freitas, 2013). E estudo de caso por que o procedimento e as técnicas aplicadas volta-se para um caso específico com objetivo de conhecer e investigar as suas causas e particularidades (Carvalho et al., 2019). Por fim, no tocante à forma de abordagem, a pesquisa é considerada quantitativa, pois, de acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa quantitativa considera a utilização de dados e informações que são quantificáveis, podendo

transformar opiniões e informações em números, possibilitando a utilização de recursos e técnicas estatísticas para analisá-las.

### **3.2 Caracterização da empresa**

A empresa em estudo atua no ramo alimentício, sendo um restaurante universitário, localizado em um campus federal no interior do Ceará, Russas. Sua principal função é oferecer refeições de qualidade para a comunidade universitária, promovendo a convivência e integração entre os membros. Para garantir esse serviço, o restaurante conta com uma cozinha terceirizada contratada, assim, uma outra empresa é responsável pelo processo produtivo dos alimentos. Os usuários do restaurante podem usufruir de duas refeições diárias, almoço e jantar. O público-alvo do restaurante são estudantes, professores e servidores técnico-administrativos da universidade, embora também possa ser acessado, em casos especiais, por pessoas vinculadas a pesquisas ou instituições federais de ensino superior mediante solicitação.

O restaurante iniciou suas atividades em Outubro de 2016, operando em um espaço físico fora do campus principal da universidade, e apenas em Agosto de 2019 passou a funcionar em um prédio dentro do campus. O ambiente atual conta com o refeitório, banheiros, copa, sala administrativa e guichê de vendas. Com relação ao seu funcionamento, o horário disponibilizado para realização das refeições é de segunda-feira a sexta-feira, no período do almoço das 10:00 às 13:20 e no período da janta das 16:30 às 18:00. A empresa terceirizada responsável pelas refeições não disponibiliza seus serviços em feriados, ponto facultativo e período de férias dos alunos, sendo servidas as refeições apenas até o último dia do período letivo.

As refeições são fornecidas pelo restaurante em forma de autosserviço (*self service*), dispondo diariamente de duas opções de proteínas, uma opção vegetariana, dois tipos de arroz, um tipo de feijão, uma guarnição, um tipo de salada, dois tipos de sobremesas e um tipo de suco natural. Atualmente, são fornecidas cerca de 1000 refeições diariamente para os alunos e servidores, sendo uma boa solução para quem pretende comer bem, com baixo custo e pouco deslocamento.

A responsabilidade de planejar a quantidade de refeições a serem fornecidas é atribuída à empresa contratada, porém, a administração do restaurante universitário pode e deve participar ativamente desse processo. Atualmente, o planejamento é baseado nas refeições fornecidas na semana anterior, e especialmente no início e no final do ano letivo a empresa conta com a intuição, o que pode resultar em escassez de alimentos ou gerar excesso

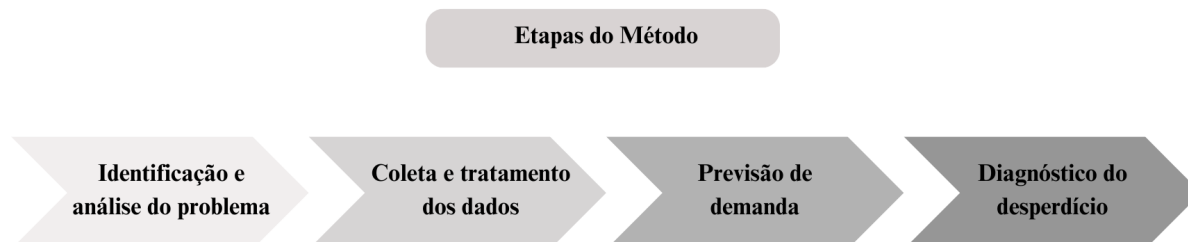
de desperdício. A realização de um estudo de previsão de demanda revela-se altamente eficaz para o gestor responsável, principalmente considerando a ocorrência periódica de novas licitações. Com a possibilidade de uma nova empresa tornar-se fornecedora do restaurante, é crucial reconhecer que ela pode não estar familiarizada com a demanda específica do estabelecimento. Nesse contexto, a inexperiência da nova empresa a torna suscetível a projeções imprecisas

### 3.3 Etapas do Método

Segundo Carvalho et al., (2019) o método seria definido como uma forma de pensar e organizar com feitiço estruturado, formulando uma linha de raciocínio a ser seguida para chegar à natureza de determinado problema, seja para estudá-la ou para explicá-la.

As etapas da pesquisa foram divididas em quatro grandes fases: identificação e análise do problema; coleta e tratamento dos dados; previsão de demanda; e diagnóstico do desperdício, sendo estas adequadas às necessidades do estudo em questão. Na figura 02 é detalhado a estrutura do método utilizado.

Figura 02 - Estrutura do método



Fonte: Autor (2023).

#### 3.3.1 Identificação e análise do problema

Nesta fase inicial foi realizada uma reunião com o responsável pela administração do restaurante universitário, visando identificar e compreender os desperdícios de comida limpa (alimentos que ficam guardados no armazenamento do restaurante, prontos para serem servidos) e suja (alimentos disponíveis no no balcão térmico de *self service*), bem como reconhecer a relevância da problemática.

Para auxiliar na análise, foram coletados uma amostra de dados de desperdício. Com relação a esses dados, por se tratarem de dados internos do restaurante e da empresa contratada, eles foram disponibilizados pelo representante do restaurante universitário por meio de documentos e planilhas em formato PDF. Os dados disponibilizados continham

informações sobre a quantidade, em Kg, do total de comida limpa e comida suja desperdiçada, e informações sobre a quantidade desperdiçada por tipo de alimento. Além disso, os documentos apresentavam a quantidade de restos de alimentos (comida jogada no lixo), além de outras informações.

Para analisar o fenômeno de desperdício foram construídos gráficos que representassem a grandeza do desperdício gerado com intuito de analisar os desperdícios e entender sua ocorrência e características, a fim de avaliar seu impacto no sistema.

Como última etapa desta fase, foram realizadas visitas de acompanhamento para analisar o processo de planejamento e gerenciamento de refeições que vão ser fornecidas no estabelecimento. Na sequência foi feito um *brainstorming* com o responsável para levantar possíveis causas do problema. Após, foi aplicado o cinco porquês para identificar as causas raízes.

#### *3.3.1.1 Plano de ação*

Como última fase da identificação e análise, após identificado a causa raiz do problema, foi utilizado a ferramenta 5W1H para elaborar um plano de ação, com o propósito de eliminar ou mitigar o problema.

#### **3.3.2 Coleta e tratamento dos dados**

Etapa responsável por coletar todos os dados que vão servir como base para a investigação da demanda. Os dados foram coletados do banco que o representante do restaurante tem em seu dispositivo de trabalho, sendo disponibilizado em forma de planilhas de Excel e em PDF para o estudo. Foram coletados dados diários sobre a quantidade de pessoas que utilizaram o restaurante no almoço e jantar, quantidade de alimentos produzidos por quilograma, o peso de alimento consumido, e diversas outras informações. Os dados disponibilizados foram referentes aos semestre de 2019.2; 2022.1; 2022.2 e 2023.1. O período da pandemia não contém dados, pois o restaurante universitário ficou desativado.

Na sequência, os dados de demanda foram organizados em planilhas utilizando o Microsoft Excel, de forma a melhorar a visualização dos dados, facilitar os possíveis tratamentos e estruturar para a aplicação dos métodos de análise dos dados.

O tratamento dos dados foi realizado em três frentes. Inicialmente os dados da demanda eram apresentados de forma diária, por quantidade de pessoas que consumiram no almoço e no jantar, sendo necessário agrupar em forma semanal com o objetivo de reduzir os erros de previsão e melhorar o manuseio de dados para a aplicação dos métodos. Isso é

importante, pois as previsões baseadas em dados agrupados é mais precisa do que para os dados individuais, pois assim minimiza os erros individuais que podem ocorrer.

O segundo processo de tratamento dos dados foi o ajuste nos feriados, pontos facultativos e outras ocorrências especiais que influenciam na demanda do restaurante. Esse processo ocorreu da seguinte forma: nos dias em que houve ponto facultativo ou feriado, foi necessário aplicar um ajuste para evitar grandes erros nos modelos de previsão, visto que as previsões estão agrupadas em semanas, e a ausência de dados em um dia da semana pode distorcer o resultado. Esse ajuste consistiu em substituir a demanda do dia não registrado pela média do mesmo dia no período anterior e posterior. Por exemplo, se na semana analisada a terça-feira fosse um ponto facultativo, é feita uma média da demanda da terça-feira da semana anterior e da semana posterior para cobrir esse dia não registrado.

Por fim, foi necessário igualar a quantidade de semanas em todos os semestres para a aplicação das técnicas de previsão de demanda que utilizam índices de sazonalidade. Isso se deve ao fato de que, para aplicar essas técnicas de maneira adequada, é preciso que todos os semestres ou períodos tenham o mesmo tamanho de amostra. Por esse motivo, optou-se por truncar os períodos para a menor quantidade em comum encontrada entre todos os semestres utilizados na análise.

### **3.3.3 Previsão de demanda**

Para realizar a previsão de demanda, inicialmente os dados foram divididos em um conjunto de treinamento e um conjunto de validação. O conjunto de treinamento, período de 2019.2, 2022.1 e 2022.2, foi utilizado para o aprendizado e seleção das ferramentas. Já o conjunto de validação é utilizado para verificar se a ferramenta mantém a estabilidade de sua performance em dados ainda desconhecidos.

Foram aplicados os seguintes métodos de séries temporais: média móvel, exponencial simples, exponencial duplo (Holt), sazonalidade simples e Holt-winters através da ferramenta Microsoft Excel. Já o método SARIMA foi utilizado com o auxílio do *software* R Studio por causa da sua complexidade.

Para medir o desempenho dos modelos, foram calculadas as métricas que abordam o erro, MAD e MAPE, que foram apresentadas de maneira organizada e elucidativa através tabelas com a utilização da ferramenta Microsoft Excel.

É importante destacar que cada método possui suas variações com relação aos seus índices, por exemplo, a média móvel pode ser calculada com diferentes agrupamentos de períodos, assim como o exponencial simples, que pode ter diferentes valores de alpha. No

entanto, este estudo irá fornecer apenas os valores e índices dos métodos que apresentaram os melhores resultados para previsão, baseando-se nos valores de MAD e MAPE.

No desfecho desta fase, serão determinados os métodos que demonstraram resultados satisfatórios, com erros inferiores a 10%. Essa análise será conduzida de forma separada para as refeições do almoço e do jantar.

#### *3.3.2.1 Validação das ferramentas preditivas*

Após a determinação dos métodos mais eficazes a serem utilizados, que aconteceu na fase anterior, esta etapa foi responsável por realizar a previsão para o semestre de 2023.1 nos dois períodos de refeições fornecidos, almoço e jantar. Com essa aplicação, foi analisado qual dos métodos escolhidos gerou o menor erro, sendo o mesmo eleito como o melhor método para prever as demandas do restaurante universitário. A validação do melhor método baseou-se no resultado do MAD e do MAPE.

#### *3.3.4 Diagnóstico do desperdício*

Esta etapa é importante para validar se a aplicação das técnicas de previsão de demanda tem impacto positivo na quantidade de desperdício no restaurante, ou seja, se vai acontecer uma diminuição do desperdício. Para isso, foi calculado o peso médio de um prato preparado para o consumo de uma pessoa, e com isso foi calculado qual seria a quantidade de comida, em Kg, consumida pela demanda prevista. Através dessa análise foi estimado a média de desperdício durante os períodos previstos, e se o desperdício for menor do que já estava acontecendo, será deduzido que a aplicação foi bem sucedida, caso contrário, seria necessário fazer uma melhoria ou correção.

Como segunda etapa, foi realizada uma análise para propor ajustes nos métodos de previsão ou na aplicação como um todo, com o objetivo de otimizar os resultados na próxima execução, resolver quaisquer problemas identificados e aprimorar os processos envolvidos.

Como última etapa, foram conduzidas reuniões e treinamentos com o representante do restaurante com o objetivo de capacitá-lo a seguir utilizando os métodos de previsão de demanda. Isso permite que ele acompanhe os possíveis erros gerados pelos métodos, faça correções no modelo e padronize a aplicação da metodologia do estudo, facilitando seu dia a dia. Nesta etapa também foi disponibilizado uma planilha com os métodos que obtiveram melhor desempenho para o responsável do restaurante.

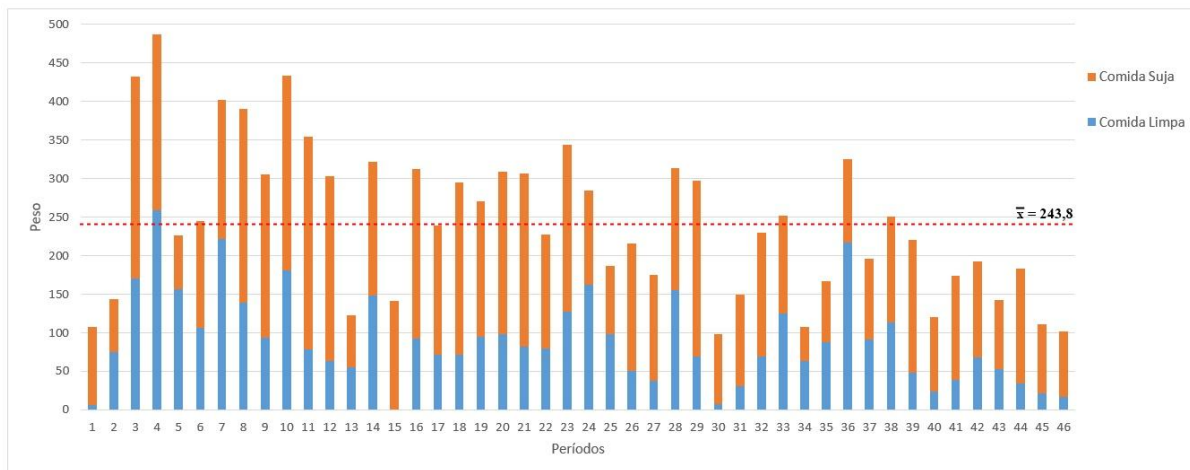
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta as discussões levantadas acerca dos resultados obtidos a partir da aplicação realizada no presente estudo, fornecendo uma análise crítica e interpretações.

### 4.1 Identificação e análise do problema

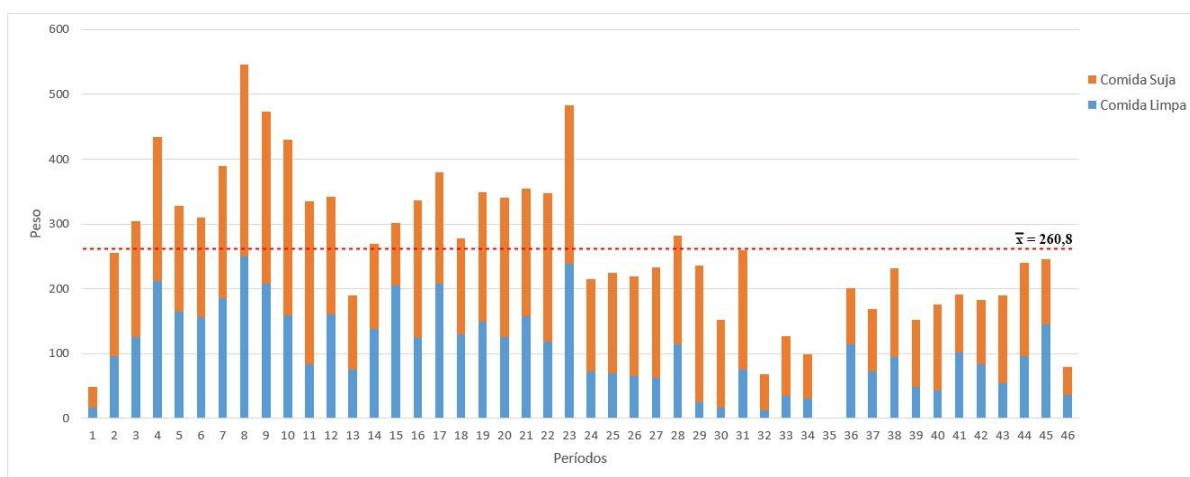
A fase de análise do problema e fenômeno teve início com a coleta de dados do período de 2022.1 até 2023.1 relacionados aos desperdícios, como o peso (em quilogramas) da quantidade de alimento limpo e sujo desperdiçado por dia e turno, sendo agrupados de forma semanal. A partir desses dados, foram construídos gráficos de colunas empilhadas, para o almoço (Figura 03) e janta (Figura 04), com o intuito de identificar o nível de desperdício em ambos os casos.

Figura 03 - Desperdício de comida no almoço



Fonte: Autor (2023).

Figura 04 - Desperdício de comida no jantar



Fonte: Autor (2023).

Ao analisar os gráficos, percebe-se que o desperdício de comida no almoço e na janta é elevado, visto que no almoço há um desperdício médio de aproximadamente 244 quilos por semana enquanto que no jantar tem-se em média 261 quilos de comida desperdiçadas por semana. Sabendo que a média de quilos de comida produzida nos períodos observados é de 1944 quilos de comida produzida semanalmente no almoço e 1364 quilos no jantar, tem-se que no almoço o restaurante estaria desperdiçando aproximadamente, em média, 12,55% do que é produzido, e no jantar 19,13%, reforçando assim o preocupante diagnóstico levantado.

Pode-se observar também que, o desperdício de comida suja (aquela que se encontra no balcão térmico do autosserviço) é maior do que o desperdício de comida limpa (alimentos prontos para serem servidos que estão armazenados no local da empresa). Nesse sentido, tem-se que no almoço 37,04% do desperdício corresponde a comida limpa, enquanto 62,96% refere-se a comida suja, já no período da janta a comida limpa representa 41,30% do desperdício enquanto a suja 58,70%. Um dos motivos para o jantar apresentar mais desperdício de comida limpa do que no almoço é devido a desativação da cozinha da empresa contratada no período da noite, ou seja, ela produz todos os alimentos antecipadamente para o turno da janta, sem a possibilidade de faltar alimentos para consumo, então como a empresa não faz nenhum tipo de previsão de demanda, vai existir períodos que vai produzir mais do que o necessário.

Entre as informações observadas no gráfico, é notório que ao longo dos últimos períodos houve uma diminuição no desperdício em ambos os turnos. Isso ocorre devido à percepção prévia do problema pelo responsável, que estava buscando reduzir o desperdício. No entanto, essa ação não estava sendo baseada em uma técnica ou metodologia específica.

Após constatar um alto nível de desperdício de alimentos, foram realizadas investigações minuciosas em todos os procedimentos da empresa com o objetivo de compreender as possíveis causas e variáveis relacionadas ao problema, nessa etapa foi necessário a participação do representante do restaurante. No Quadro 01, apresentado a seguir, utilizou-se a ferramenta "cinco porquês" como auxílio para direcionar toda a análise.



Quadro 01 - Aplicação dos cinco porquês

<b>1º Por quê?</b> (Sintoma)	<b>2º Por quê?</b> (Desculpa)	<b>3º Por quê?</b> (Culpado)	<b>4º Por quê?</b> (Causa)	<b>5º Por quê?</b> (Causa raiz)
Por que o desperdício de comida está relativamente alto?	Porque há uma quantidade significativa de alimentos não consumidos sendo descartados	Porque foi preparada uma quantidade excessiva de comida em relação à demanda	Porque não há um sistema de previsão de demanda no restaurante	Porque não há uma equipe dedicada/pessoa e uma metodologia para realizar a previsão de demanda.

Fonte: Autor (2023).

A análise utilizando a ferramenta cinco porquês revelou que o alto nível de desperdício de comida no restaurante está relacionado à falta de previsão de demanda. O restaurante não utiliza dados anteriores de consumo e análise de tendências para estimar a demanda futura, o que resulta em uma quantidade excessiva de comida sendo preparada em relação à demanda real. Para resolver esse problema, é necessário implementar uma prática eficiente de previsão de demanda, utilizando dados históricos e análise de tendências, e designar uma pessoa ou equipe responsável para fazer as previsões e controlar os desperdícios.

#### 4.1.1 Plano de ação

Na etapa anterior, foi identificado as causas que estavam agravando o problema do desperdício, incluindo a causa raiz. Então, foi necessário elaborar um plano de ação para garantir que seja possível atingir o objetivo seguindo um roteiro claro. Esse roteiro incluiu definir o que iria ser feito, por que fazer, onde aplicar, quando aplicar, quem seria responsável e como seria a execução das ações necessárias. A fim de guiar a aplicação desse plano, foi utilizado a ferramenta 5W1H, que está apresentada no quadro 02.

Quadro 02 - Plano de ação utilizando o 5W1H

<b>O quê</b> (What?)	<b>Por que</b> (Why?)	<b>Onde</b> (Where?)	<b>Quando</b> (When?)	<b>Quem</b> (Who?)	<b>Como</b> (How?)
Aplicar métodos de previsão de demanda	Garantir que os desperdícios de comida vão está controlados	No restaurante universitário	01/08/2023	O pesquisador	Aplicando técnicas de previsão com uso de softwares.

Fonte: Autor (2023).

O primeiro passo é entender o que fazer, que consiste em aplicar métodos de previsão de demanda. Isso envolve analisar dados históricos, tendências de mercado, sazonalidade e outros fatores que possam influenciar a demanda do restaurante. Ao prever com maior

precisão a demanda futura, é possível tomar decisões mais acertadas sobre a quantidade de alimentos a serem produzidos, evitando assim desperdícios.

O porquê dessa ação é garantir que os desperdícios de comidas sejam controlados. O desperdício de alimentos é um problema que afeta não só economicamente, mas também ambientalmente. Ao controlar a quantidade de comida produzida, evita-se o excesso que acaba sendo descartado.

Onde essa ação deve ser aplicada é no próprio restaurante. É no estabelecimento do restaurante que ocorreu o consumo e a contagem das pessoas que se serviram em um dia, sendo assim o lugar onde os métodos de previsão de demanda devem ser implementados. Porém é importante ressaltar que, todas as respostas que forem obtidas pelos métodos devem ser passadas para os superiores da empresa terceirizada e para a cozinha.

A data definida para a aplicação dos métodos foi 01/08/2023. É de suma importância estabelecer uma data específica para as aplicações, para que haja um planejamento adequado, e para que todos os envolvidos estejam cientes e preparados.

Quanto à pessoa responsável por essa ação, é o representante do restaurante e o autor dessa pesquisa. Essas pessoas tinham conhecimento sobre as técnicas de previsão de demanda e todas as outras ferramentas utilizadas.

Por fim, é explicado como a ação deve ser implementada. As técnicas de previsão de demanda foram utilizadas levando em consideração os dados disponíveis, tratando os fatores que influenciam a demanda do restaurante, e sendo posteriormente usados em *softwares* como: Microsoft Excel e R Studio, a fim de obter bons resultados de previsões, de forma prática e rápida.

## **4.2 Coleta e tratamento dos dados**

Os dados históricos de demanda foram organizados e colocados em tabelas, sendo divididos em colunas indicando o semestre a que pertencem, a semana do mês e a demanda semanal. A coluna "período" serve apenas como referência na aplicação dos métodos. Foi disponibilizado um total de 4 semestres de dados históricos para as duas refeições fornecidas pela empresa - almoço e jantar - totalizando 70 semanas ou períodos de estudo, sendo o último período (4º semestre) utilizado para validar os métodos de previsão. A tabela 01 e 02 a seguir exemplifica melhor essa distribuição.

Tabela 01 - Dados de demanda do almoço

1º Semestre de referência				2º Semestre de referência				3º Semestre de referência				4º Semestre (Período de validação)			
Semestre	Semana	Período	Demanda	Semestre	Semana	Período	Demanda	Semestre	Semana	Período	Demanda	Semestre	Semana	Período	Demanda
2019-2	S01AGO	1	2242	2022-1	S01MAR	20	1613	2022-2	S02AGO	37	2739	2023-1	S01ABR	55	2115
2019-2	S02AGO	2	2869	2022-1	S02MAR	21	2712	2022-2	S03AGO	38	3025	2023-1	S02ABR	56	2830
2019-2	S03AGO	3	3169	2022-1	S03MAR	22	3217	2022-2	S04AGO	39	2917	2023-1	S03ABR	57	2716
2019-2	S04AGO	4	3182	2022-1	S01ABR	23	3246	2022-2	S01SET	40	2765	2023-1	S04ABR	58	2858
2019-2	S01SET	5	3033	2022-1	S02ABR	24	3045	2022-2	S02SET	41	3030	2023-1	S01MAI	59	2961
2019-2	S02SET	6	3023	2022-1	S03ABR	25	2995	2022-2	S03SET	42	3034	2023-1	S02MAI	60	3025
2019-2	S03SET	7	3095	2022-1	S04ABR	26	3165	2022-2	S04SET	43	2886	2023-1	S03MAI	61	3033
2019-2	S04SET	8	3619	2022-1	S01MAI	27	3011	2022-2	S01OUT	44	2683	2023-1	S04MAI	62	3063
2019-2	S01OUT	9	2226	2022-1	S02MAI	28	3123	2022-2	S02OUT	45	2812	2023-1	S05MAI	63	2920
2019-2	S02OUT	10	2965	2022-1	S03MAI	29	3086	2022-2	S03OUT	46	2830	2023-1	S01JUN	64	2833
2019-2	S03OUT	11	2910	2022-1	S04MAI	30	3105	2022-2	S04OUT	47	2856	2023-1	S02JUN	65	2893
2019-2	S04OUT	12	2943	2022-1	S01JUN	31	3059	2022-2	S01NOV	48	2469	2023-1	S03JUN	66	2907
2019-2	S05OUT	13	2847	2022-1	S02JUN	32	2564	2022-2	S02NOV	49	2746	2023-1	S04JUN	67	2765
2019-2	S01NOV	14	2480	2022-1	S03JUN	33	2774	2022-2	S03NOV	50	2701	2023-1	S01JUL	68	2574
2019-2	S02NOV	15	2746	2022-1	S04JUN	34	2663	2022-2	S04NOV	51	2548	2023-1	S02JUL	69	2158
2019-2	S03NOV	16	2884	2022-1	S01JUL	35	2652	2022-2	S01DEZ	52	2499	2023-1	S03JUL	70	1345
2019-2	S04NOV	17	2673	2022-1	S02JUL	36	2251	2022-2	S02DEZ	53	1895				
2019-2	S01DEZ	18	2301					2022-2	S03DEZ	54	774				
2019-2	S02DEZ	19	1055												

Fonte: Autor (2023).

Tabela 02 - Dados de demanda do jantar

1º Semestre de referência				2º Semestre de referência				3º Semestre de referência				4º Semestre (Período de validação)			
Semestre	Semana	Período	Demanda	Semestre	Semana	Período	Demanda	Semestre	Semana	Período	Demanda	Semestre	Semana	Período	Demanda
2019-2	S01AGO	1	1174	2022-1	S01MAR	20	845	2022-2	S02AGO	37	1624	2023-1	S01ABR	55	932
2019-2	S02AGO	2	1706	2022-1	S02MAR	21	1702	2022-2	S03AGO	38	1915	2023-1	S02ABR	56	1619
2019-2	S03AGO	3	1665	2022-1	S03MAR	22	1859	2022-2	S04AGO	39	1863	2023-1	S03ABR	57	1597
2019-2	S04AGO	4	1710	2022-1	S01ABR	23	1955	2022-2	S01SET	40	1622	2023-1	S04ABR	58	1607
2019-2	S01SET	5	1638	2022-1	S02ABR	24	1732	2022-2	S02SET	41	1864	2023-1	S01MAI	59	1708
2019-2	S02SET	6	1619	2022-1	S03ABR	25	1795	2022-2	S03SET	42	1879	2023-1	S02MAI	60	1774
2019-2	S03SET	7	1705	2022-1	S04ABR	26	1975	2022-2	S04SET	43	1631	2023-1	S03MAI	61	1698
2019-2	S04SET	8	1556	2022-1	S01MAI	27	1782	2022-2	S01OUT	44	1584	2023-1	S04MAI	62	1790
2019-2	S01OUT	9	1413	2022-1	S02MAI	28	1881	2022-2	S02OUT	45	1706	2023-1	S05MAI	63	1682
2019-2	S02OUT	10	1451	2022-1	S03MAI	29	1815	2022-2	S03OUT	46	1752	2023-1	S01JUN	64	1517
2019-2	S03OUT	11	1517	2022-1	S04MAI	30	1742	2022-2	S04OUT	47	1662	2023-1	S02JUN	65	1572
2019-2	S04OUT	12	1490	2022-1	S01JUN	31	1836	2022-2	S01NOV	48	1528	2023-1	S03JUN	66	1594
2019-2	S05OUT	13	1501	2022-1	S02JUN	32	1574	2022-2	S02NOV	49	1713	2023-1	S04JUN	67	1592
2019-2	S01NOV	14	1248	2022-1	S03JUN	33	1717	2022-2	S03NOV	50	1645	2023-1	S01JUL	68	1517
2019-2	S02NOV	15	1275	2022-1	S04JUN	34	1608	2022-2	S04NOV	51	1515	2023-1	S02JUL	69	1114
2019-2	S03NOV	16	1381	2022-1	S01JUL	35	1573	2022-2	S01DEZ	52	1510	2023-1	S03JUL	70	716
2019-2	S04NOV	17	1292	2022-1	S02JUL	36	1371	2022-2	S02DEZ	53	1388				
2019-2	S01DEZ	18	1100					2022-2	S03DEZ	54	556				
2019-2	S02DEZ	19	577												

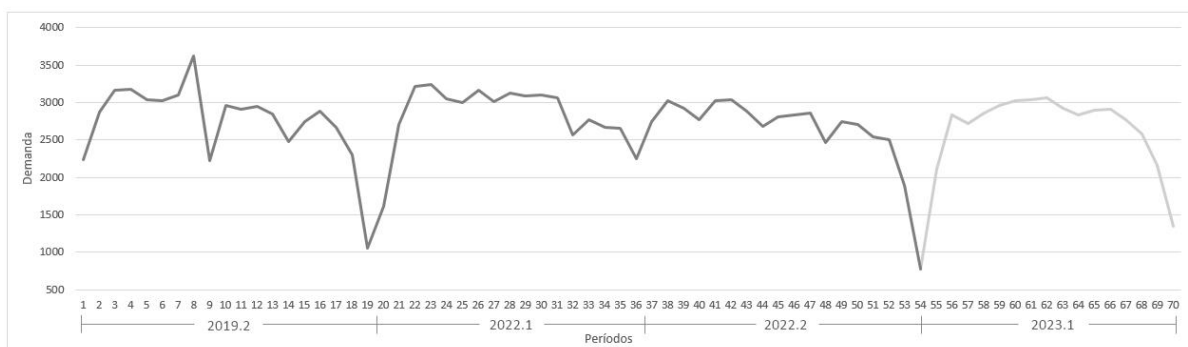
Fonte: Autor (2023).

De toda a base de dados do estudo, foram tratados cerca de 22 semanas que incluíam feriados e dias de ponto facultativo, totalizando 19 feriados e 7 dias de ponto facultativo. As semanas que receberam tratamento podem ser vistas com um símbolo vermelho no canto superior direito nas colunas “Semana” das tabelas 01 e 02. Com relação aos ajustes na quantidade de períodos da amostra para os métodos de sazonalidade. Os períodos do semestre para a aplicação apresentam entre 19 e 17 períodos. Portanto, os semestres de 2019.2, 2022.1 e 2022.2 foram truncados para  $n=17$ , dezessete períodos, para que os métodos com presença de sazonalidade possam ser aplicados e equiparados.

### 4.3 Previsão de demanda

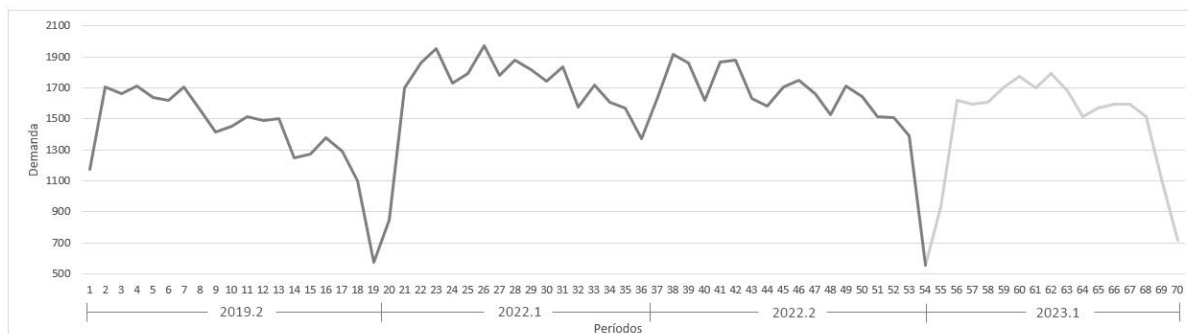
Inicialmente foi realizada uma visualização e análise prévia dos dados das demandas (refeições), a fim de identificar algum padrão na série histórica em estudo, verificar a existência de sazonalidade, tendências ou aleatoriedade. Para isso, foram gerados os gráficos das Figuras 05 e 06 referentes aos períodos de almoço e jantar, respectivamente, permitindo essa pré-análise.

Figura 05 - Demanda no período do almoço



Fonte: Autor (2023).

Figura 06 - Demanda no período do jantar



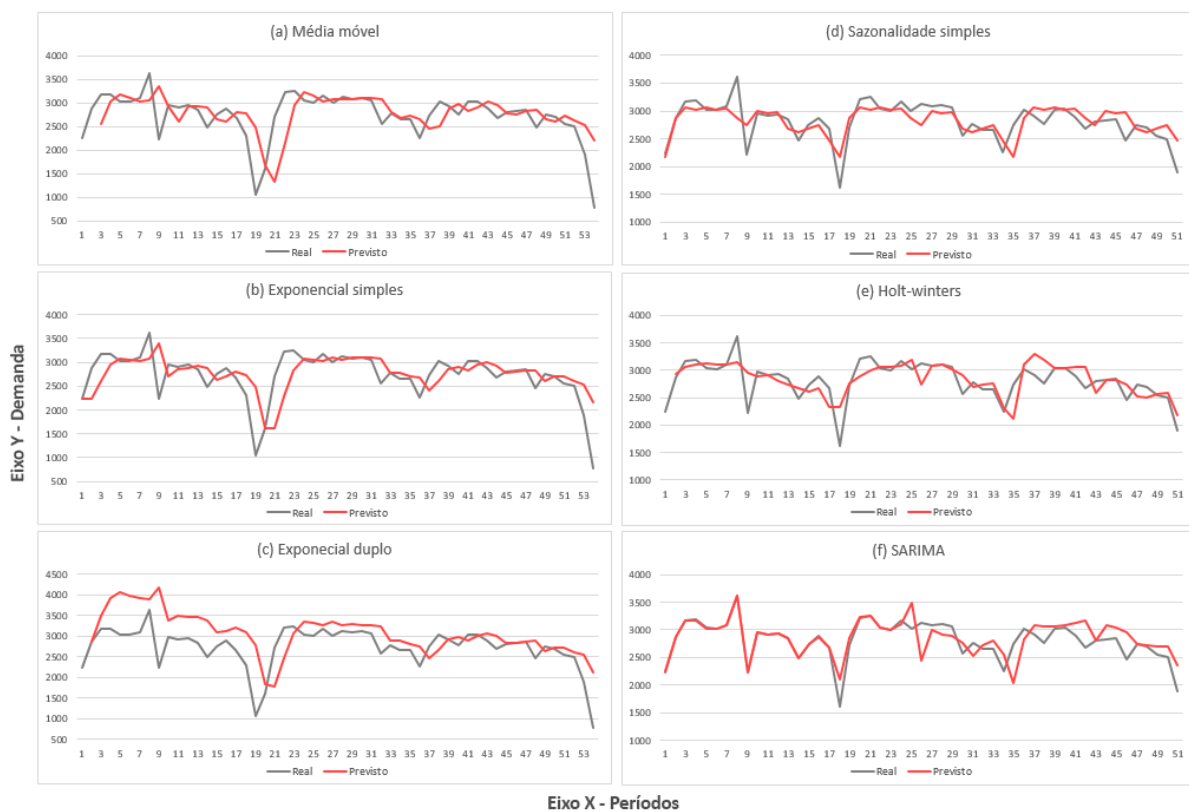
Fonte: Autor (2023).

Através dos gráficos, é possível observar uma possível sazonalidade na demanda de forma semestral, tanto no almoço quanto no jantar. Isso ocorre porque os períodos iniciais e finais do semestre apresentam uma demanda relativamente baixa, e entre esses períodos é percebido padrões de picos e vales que se repetem. Quanto à tendência, não fica muito evidente, embora possa existir. É importante pontuar também que o período de 2023.1 é utilizado como período de validação, não sendo usado para construção dos métodos de previsão.

Para obter respostas mais precisas sobre o comportamento da demanda e, conseqüentemente, fazer previsões mais precisas, é necessário aplicar alguns métodos de séries temporais presentes na literatura.

Neste estudo, foi utilizado os métodos de séries temporais com o auxílio dos softwares Microsoft Excel e R Studio. Com isso, foram gerados gráficos que possibilitam a observação do comportamento desses métodos em comparação com a demanda real coletada. A seguir, é apresentado as figuras 07 e 08 que ilustram os resultados das previsões separadas por almoço e jantar.

Figura 07 - Previsão de demanda do almoço utilizando os métodos de séries temporais



Fonte: Autor (2023).

É possível perceber que o método que utiliza tendência, como o exponencial duplo, não obteve um resultado satisfatório, podendo ser evidenciado no gráfico da figura 08.c. Isso ocorre porque a plotagem do método não se aproxima corretamente da demanda real, percebe-se que os valores previstos tendem a ser maiores do que o real, podendo resultar em valores de erro maiores em comparação com os outros métodos.

Já com relação aos métodos de séries temporais que utilizam a sazonalidade em sua composição, eles apresentaram um desempenho favorável. E isso fica claro quando é possível

perceber que os valores previstos se aproximam da demanda real, visualmente falando, as linhas de plotagem da demanda real e dos métodos estão relativamente próximas ou sobrepostas, como nos gráficos da Figura 08.d Sazonalidade simples, (e) Holt-winters e (f) SARIMA. A partir disso, pode-se entender que, a demanda real se comporta como uma série temporal, provavelmente com sazonalidade, e que por meio de ajustes e métodos na literatura, é possível fazer previsões e obter erros pequenos e admissíveis.

Outro ponto importante e que reforça a existência da sazonalidade é que, o método sazonalidade simples mesmo sendo considerado simples na literatura e fácil de aplicar, demonstrou um bom desempenho, podendo apresentar pequenos valores de erro.

Antes de tirar conclusões com relação a eficiência das aplicações, foram analisados os resultados dos métodos de séries temporais no período do jantar, também com o objetivo de extrair percepções e informações relevantes. Abaixo, serão destacadas as aplicações dos mesmos métodos utilizados durante o almoço, porém agora no jantar.

Figura 08 - Previsão de demanda do jantar utilizando os métodos de séries temporais



Fonte: Autor (2023).

Com relação à figura, é possível observar que, o mesmo comportamento do método exponencial duplo observado no almoço, se repete na janta, apresentando configurações visuais que revelam que o método vai gerar valores de erro relativamente altos.

Outro ponto importante é que, os métodos à direita da figura 09 apresentam um bom desempenho em acompanhar a demanda real, e isso pode ser explicado por que os três métodos utilizam a sazonalidade em sua composição. Além disso, é perceptível que o SARIMA apresentará o melhor resultado no jantar, pois as retas dos valores previstos e da demanda real estão praticamente sobrepostas, como pode ser observado na Figura 09.f.

No entanto, embora tenha sido feito algumas observações preliminares acerca do comportamento dos métodos de séries temporais durante o almoço e o jantar, não é possível basear a decisão apenas em considerações e análises visuais. Portanto, foi-se necessário considerar outros indicadores que fornecerão valores relacionados ao erro envolvido, a fim de determinar qual método mais adequado.

Portanto, foi realizada uma análise dos resultados obtidos pelos métodos utilizando as métricas de avaliação de erro: MAD (Erro Médio Absoluto) e MAPE (Erro Percentual Médio Absoluto). Isso permitiu determinar qual método apresentou o melhor desempenho. O MAD e MAPE foram calculados comparando os resultados dos métodos de séries temporais com a demanda real. A seguir, é apresentado as tabelas 03 e 04, que mostram os erros de medida para as técnicas aplicadas, assim como uma ordenação dos métodos considerando o menor erro.

Tabela 03 - Erros gerados pelos métodos no almoço

<b>Métodos</b>	<b>MAD</b>	<b>MAPE</b>	<b>Classificação</b>
Media móvel	295	15,08%	5º
Exponencial simples	276	14,13%	4º
Exponencial duplo (Holt)	425	20,02%	6º
Sazonalidade simples	170	6,56%	2º
Holt-Winters	182	7,01%	3º
SARIMA	143	5,53%	1º

Fonte: Autor (2023).

Com base na tabela 03, pode-se extrair alguns resultados com relação aos dados do almoço. A técnica de média móvel foi executada considerando diferentes períodos de agrupamento, e a configuração que demonstrou o melhor desempenho foi com período de 2 semanas, denominada de MM(2). No entanto, apesar de ser a configuração mais eficaz para a média móvel, essa abordagem ainda apresentou um resultado não satisfatório quando

comparado aos demais, sendo classificado como 5º melhor método, com um erro médio percentual absoluto de 15,08%.

Com relação a suavização exponencial simples, foi obtido como melhor valor para a constante de suavização  $\alpha=0,6$ . A aplicação verificou que, quanto mais aumentava o valor da constante de suavização melhor ficava o resultado do método, isso significa que, o modelo é mais sensível às mudanças recentes nos dados e tende a acompanhar as flutuações de curto prazo, sendo útil para prever com mais precisão as mudanças imediatas na série temporal. O método teve como erro médio absoluto 276 refeições e 14,13% com relação ao percentual, sendo o 4º melhor resultado obtido.

O método de suavização exponencial duplo, também conhecido como método de Holt, mantém a mesma abordagem do método de suavização exponencial simples, mas com a adição de uma variável de tendência. Como foi ilustrado na Figura 08, já era previsto que o Holt apresentasse valores relativamente elevados para os erros MAD e MAPE. Isso se deve ao fato de que as previsões geradas no gráfico por esse método divergiam bastante da demanda real. Percebe-se então que a inclusão do componente de tendência ocasionou na piora da precisão da previsão, tornando-o menos eficaz do que o método exponencial simples, em cerca de 5,89%, resultando em um MAD de 425 refeições e MAPE de 20,02%, sendo considerado o pior método. O valor da constante de suavização ( $\alpha$ ) utilizada foi também de 0,6 e o valor da constante de suavização para a tendência ( $\beta$ ) foi de 0,07.

Apesar de ser considerado um método simples na literatura, o método de sazonalidade simples demonstrou um desempenho notável, apresentando uma média de erro de apenas 170 refeições e um erro médio absoluto de 6,56%. Esses resultados o classificam como o segundo melhor desempenho entre os métodos avaliados. Essa análise sugere que os dados relacionados ao almoço exibem uma sazonalidade bem definida, indicando que métodos que incorporam a sazonalidade podem alcançar níveis inferiores de erro.

O método Holt-winters multiplicativo, segue também a mesma abordagem dos métodos de suavização exponencial simples e duplo, porém além de ser baseado em um padrão com tendência, agora é incorporado a sazonalidade, parâmetro  $\gamma$ . Os valores dos índices da suavização utilizados segue os mesmos dos outros métodos:  $\alpha=0,6$ ;  $\beta=0,07$ ; adicionado apenas o  $\gamma=0,1$ . Apesar do método Holt-winters usar a sazonalidade em sua composição, ele também utiliza a tendência em sua metodologia, o que pode ter gerado resultados inferiores ao método sazonalidade simples, apresentando erro médio de 182 refeições e 7,01% de MAPE, sendo o terceiro melhor resultado.



Foi aplicado o modelo SARIMA com parâmetros de ordem (3,0,0) para a componente não sazonal e (1,1,1) para a componente sazonal, selecionados com base no critério de menor erro identificado pelo software R Studio. Os resultados obtidos pelo SARIMA revelaram um desempenho notável, destacando-se como o modelo que mais se aproximou da realidade da demanda. O modelo apresentou os menores valores de erro, MAD de apenas 143 refeições e MAPE de apenas 5,53%. Isso representou uma melhora no MAPE de 14,49% em comparação com o pior método e uma vantagem de 1,03% sobre o segundo melhor método.

Consequentemente, os métodos que se destacaram em termos de desempenho e demonstraram um forte comprometimento com a aplicação foram, classificados em ordem de performance, o SARIMA com 5,53% (MAPE), seguido pela Sazonalidade Simples com 6,56% (MAPE) e, por fim, o Holt-Winters 7,01% (MAPE). Todos esses métodos selecionados exibiram um Erro Médio Percentual Absoluto inferior a 10%, o que os posiciona como escolhas promissoras para futuras aplicações de previsão. É relevante destacar que os três métodos selecionados incorporam a sazonalidade em suas abordagens, o que reforça a análise levantada anteriormente.

Agora, é necessário analisar o desempenho dos métodos com os dados do jantar, com o objetivo de obter resultados e determinar se o padrão observado no almoço se reflete de maneira semelhante no jantar. Segue a tabela 04 com os erros dos métodos com a aplicação no jantar.

Tabela 04 - Erros gerados pelos métodos no jantar

<b>Métodos</b>	<b>MAD</b>	<b>MAPE</b>	<b>Classificação</b>
Media móvel	168	13,74%	5º
Exponencial simples	163	13,28%	4º
Exponencial duplo (Holt)	324	24,86%	6º
Sazonalidade simples	122	8,01%	3º
Holt-Winters	105	6,61%	2º
SARIMA	64	3,78%	1º

Fonte: Autor (2023).

Ao analisar a figura acima, é possível notar que o método exponencial duplo apresentou o pior desempenho, assim como no almoço, com um MAPE aproximado de 25%. Isso indica que os padrões de demanda do restaurante universitário, durante os períodos coletados, não apresentam uma tendência clara e estabelecida. Outro ponto importante percebido foi que, no jantar, o método Holt-Winters foi superior ao método de sazonalidade

simples, diferenciando-se do almoço. O Holt-Winters foi o segundo melhor método, com um erro médio absoluto de 105 refeições e um erro percentual médio de 6,61%.

Os resultados obtidos tanto no almoço quanto no jantar são bastante semelhantes, com a principal diferença sendo a classificação dos melhores métodos. No jantar, os métodos que apresentaram os três menores erros médios percentuais foram SARIMA (3,78%), Holt-winters (6,61%) e sazonalidade simples (8,01%). Comparando as aplicações do jantar com as do almoço, foi observado que os resultados obtidos no jantar foram ligeiramente melhores. Com relação ao MAPE, o melhor método, SARIMA, está 21,08% menor que o pior método, e 2,83% menor do que o segundo melhor método.

Com relação aos índices dos métodos, os mesmos utilizados no almoço foram utilizados novamente no jantar, pois eles obtiveram os melhores resultados. A única configuração diferente foi a do SARIMA. No jantar, o SARIMA utilizou os parâmetros de ordem (3,1,0) e (1,1,0). Isso significa que na parte não sazonal do modelo, foram utilizados três termos autorregressivos e a série foi diferenciada uma vez para se tornar estacionária. Já para a parte sazonal do modelo, foi usado apenas um termo auto-regressivo e é feita uma diferenciação de primeira ordem, sem termos de média móvel, assim como na parte não sazonal.

Portanto, os métodos que se destacaram e tiveram melhor desempenho tanto no almoço quanto no jantar foram o SARIMA, Sazonalidade simples e Holt-winters. Esses foram escolhidos para realizar a previsão para o semestre de 2023.1 e validar a acurácia da aplicação.

#### ***4.3.1 Validação das ferramentas preditivas***

Com os melhores métodos selecionados, foi realizada a previsão de demanda para o restaurante no período de 2023.1, período de validação, com a utilização dos softwares, com intuito de averiguar se os métodos escolhidos vão ser realmente precisos para as previsões dos próximos períodos. A figura 09 mostra os as previsões geradas do almoço e do jantar de forma visual, e as tabelas 05 e 06 apresentam os resultados dessas previsões, com relação ao MAD e o MAPE.

Figura 09 - Previsões de demanda para o período de validação (2023.1)

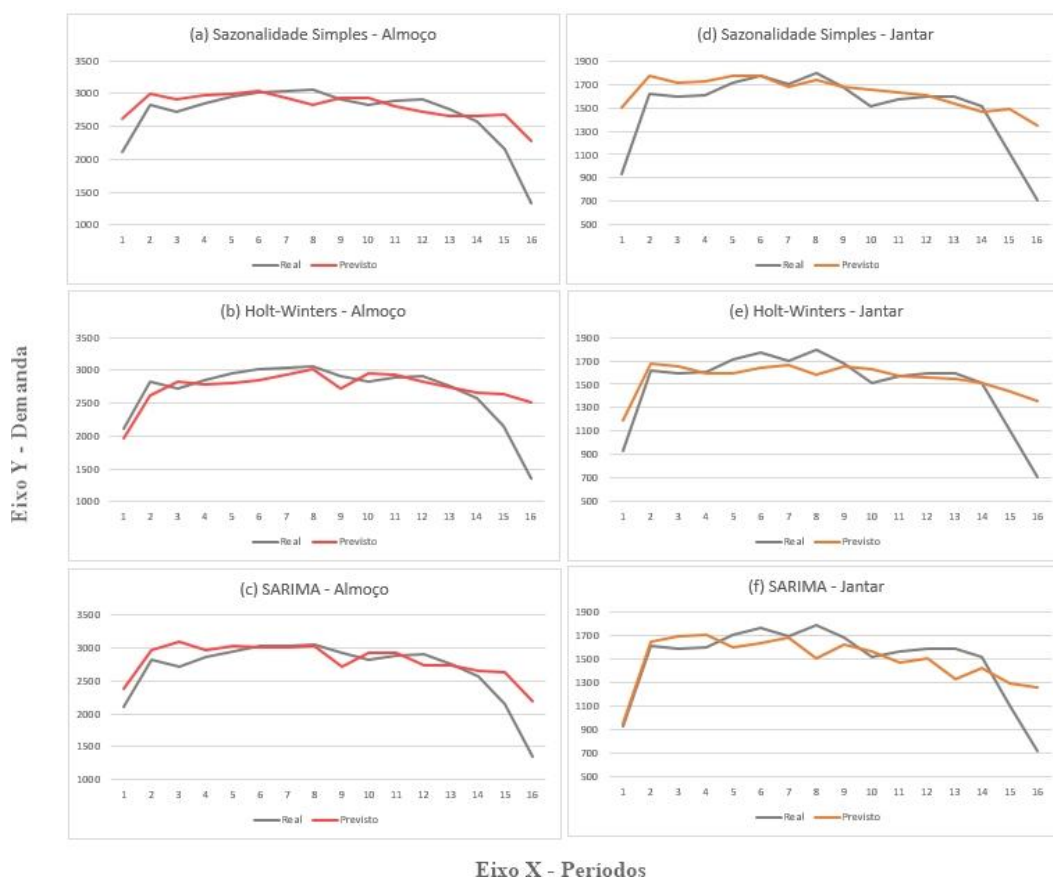
Eixo X - Periodos  
Fonte: Autor (2023).

Tabela 05 - Resultado das previsões no almoço para o período de 2023.1

Métodos	MAD	MAPE	Classificação
SARIMA	187	9,21%	1º
Holt-winters	204	10,43%	2º
Sazonalidade simples	211	10,43%	3º

Fonte: Autor (2023).

Tabela 06 - Resultado das previsões no jantar para o período de 2023.1

Métodos	MAD	MAPE	Classificação
SARIMA	134	11,23%	1º
Holt-winters	130	12,33%	2º
Sazonalidade simples	152	14,78%	3º

Fonte: Autor (2023).

É possível verificar através das tabelas 05 e 06 que o método que apresentou os melhores resultados durante o período de análise das ferramentas preditivas também foi o que

alcançou o melhor resultado na previsão para o período de 2023.1. O método SARIMA se destacou tanto no almoço quanto no jantar, demonstrando-se como a opção mais adequada para aplicação. Sob outro ponto de vista, os demais métodos mostraram erros de previsão maiores em ambos os períodos.

No período do almoço, o SARIMA obteve um MAPE 1,22% inferior ao Holt-winters, que ocupa o segundo lugar. Além disso, é importante ressaltar que os métodos Holt-winters e sazonalidade simples tiveram um empate em relação ao MAPE. Contudo, a diferença é resolvida ao observar que o MAD do Holt-winters é menor do que o MAD do método sazonalidade simples, demonstrando que o Holt-winters teve um desempenho superior, com uma diferença de 7 refeições no erro médio absoluto.

Na aplicação do jantar, o modelo SARIMA demonstrou, como esperado, o melhor desempenho. Apresentou um erro médio percentual de cerca de 11,23%, com um erro médio absoluto de 134 refeições. Em segundo lugar, o modelo Holt-Winters apresentou um MAPE 1,1% maior que o SARIMA. Já em terceiro lugar, o modelo de sazonalidade simples demonstrou um MAPE de 2,45% maior em relação ao segundo lugar.

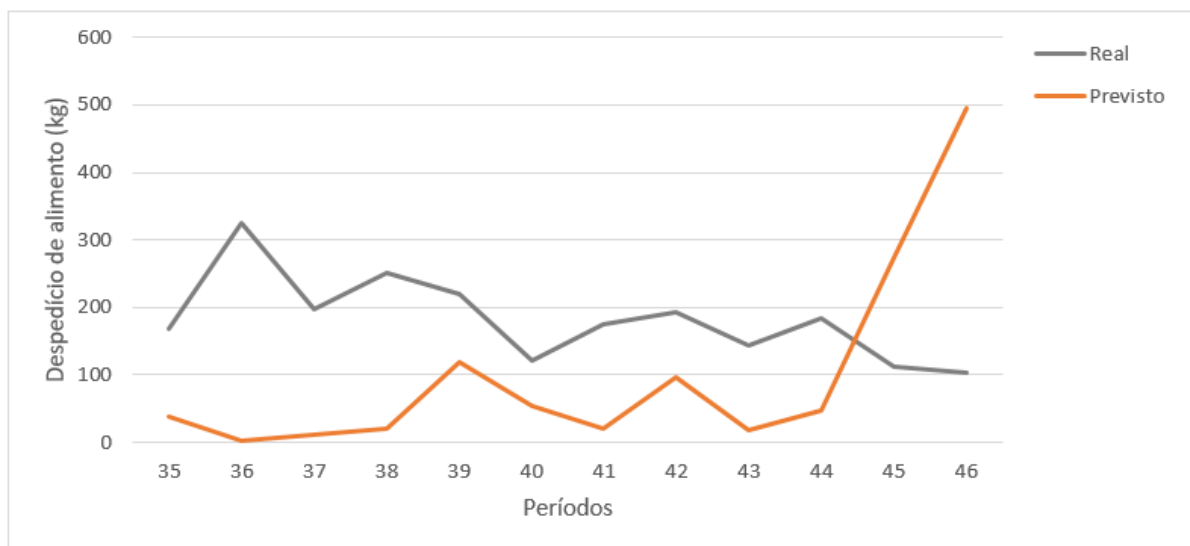
É possível observar que o período do jantar pode apresentar uma maior variabilidade na demanda, uma vez que os erros apresentados pelos métodos nesta etapa estão maiores. Baseando-se nisso, foi observada no estudo realizado por Cesar (2021) que, a previsão de demanda do restaurante universitário da sua aplicação também apresentava maior aleatoriedade durante o jantar, resultando em maiores valores de erro de previsão, reiterando a concepção levantada. Em outras palavras, houve um aumento nos erros dos métodos em comparação com os erros calculados na fase de aplicação inicial. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que os erros iniciais foram calculados com base nos dados que foram usados para construir os modelos, ou seja, os modelos foram ajustados a esses dados específicos. No entanto, é relevante mencionar que os erros observados nesta fase ainda se encontram dentro de um patamar aceitável para o estudo, o que permite a continuidade da aplicação.

Adicionalmente, os erros na aplicação tendem a diminuir com a inclusão de mais dados históricos nos métodos. Isso contribui para atenuar o aumento dos erros, uma vez que os modelos tendem a se ajustar melhor aos dados quando uma quantidade maior de informações é disponibilizada.

#### 4.4 Diagnóstico do desperdício

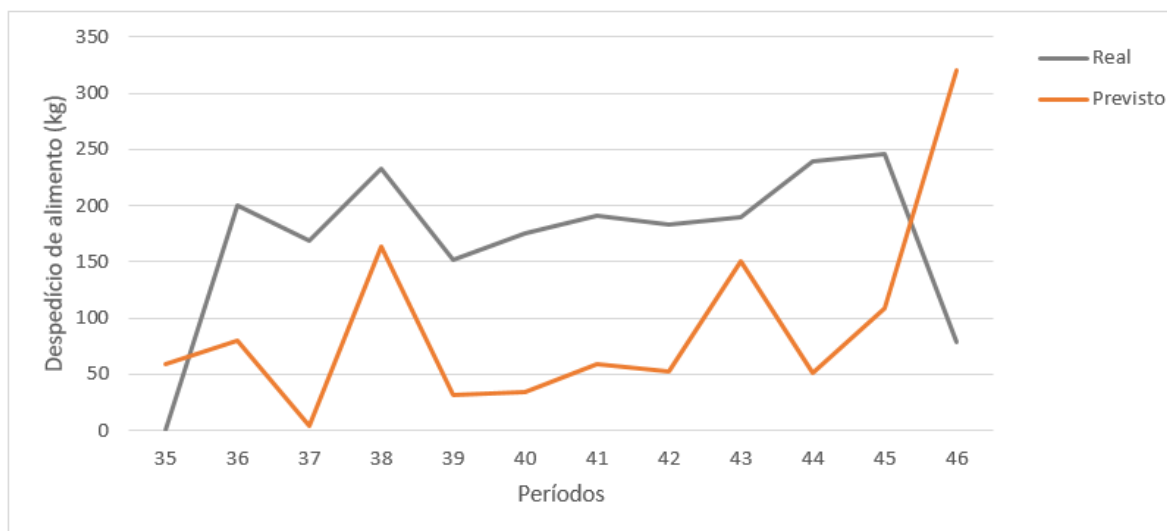
Para verificar a exatidão da aplicação, foi realizado o cálculo do peso médio de um prato consumido no restaurante, com base nos dados fornecidos. Foi averiguado que, no almoço, o peso médio era de 580 gramas, enquanto no jantar foi de 590 gramas. Em seguida, utilizando os MAD gerados pelo método SARIMA para o período de 2023.1 no almoço e no jantar, multiplicamos esses valores com o objetivo de determinar a quantidade de alimentos (comida limpa e comida suja) que seria desperdiçada caso a empresa seguisse estritamente a previsão de demanda realizada. Os resultados dessa verificação podem ser visualizados nas figuras 10 e 11.

Figura 10 - Desperdício de comida previsto pelo melhor método no almoço



Fonte: Autor (2023).

Figura 11 - Desperdício de comida previsto pelo melhor método no jantar



Fonte: Autor (2023).

Os resultados demonstram claramente que a aplicação no almoço e no jantar foi bem-sucedida, apresentando redução no desperdício de comida limpa e suja em comparação com os números anteriores da empresa. No entanto, é importante notar que, nos dois últimos períodos, 45 e 46, houve um aumento considerável no desperdício. Isso ocorreu porque a previsão nesse período foi bem maior do que o real, mostrando que os modelos não estão conseguindo acompanhar a demanda tão baixa dos finais de semestre, o que deve ser tratado como uma área de atenção.

Nos períodos analisados nas figuras 10 e 11, constatou-se que o desperdício real era, em média, de 182,2 quilos de comida por semana no período do almoço e 171,3 quilos no jantar. Com a aplicação do método, a empresa passaria a desperdiçar, em média, 99,5 quilos de comida por semana no almoço e 92,72 quilos no jantar. Observa-se, portanto, uma redução média de 45,35% no desperdício semanal do almoço e de 45,85% no desperdício semanal do jantar. Esses resultados demonstram que a aplicação foi bem sucedida, uma vez que foram obtidos impactos positivos notáveis.

Levando em consideração a quantidade média produzida semanalmente pela empresa de alimento em ambos os períodos, 1757 quilos no almoço e 1245 quilos no jantar. No período analisado, semestre de 2023.1, o estabelecimento de refeições passaria no período do almoço a desperdiçar aproximadamente 5,66% de tudo que é produzido no almoço. Já no jantar, passaria a empresa a desperdiçar 7,44% da produção, sendo classificada como empresa com resultados regulares, seguindo a classificação de Castro e Queiroz (1998).

Como foi observado nos resultados da aplicação, os últimos períodos previstos apresentaram erros maiores em relação aos outros períodos, o que resultou em um aumento no erro médio percentual dos métodos em geral. Foi identificado dois pontos que podem estar contribuindo para esse fenômeno. O primeiro é a falta de valores de demanda em alguns semestres, o que significa que os dados não contam com uma série histórica de períodos (semestres) consecutivos. Além disso, a duração variável dos semestres também pode estar influenciando nos resultados, com alguns semestres tendo mais semanas e outros menos. Essas variações na quantidade de semanas e a interrupção causada no histórico, perturbaram a linha do tempo dos dados, e pode ter sido causada pela pandemia do COVID-19, resquícios de um período fora da sua normalidade.

Durante o período pós-pandemia, as universidades passaram por um processo de reestruturação e readaptação, encurtando os semestres para evitar prejuízos aos alunos, para que não atrasasse sua formação. Além disso, com o fechamento das universidades durante a pandemia, o restaurante ficou inativo e não prestou serviços, contribuindo para os presentes empecilhos levantados.

Portanto, como proposta de correção e aprimoramento das próximas previsões, é recomendado coletar de forma disciplinada os dados da quantidade de refeições fornecidas nos próximos semestres. Isso garantirá que as previsões sejam baseadas fielmente no comportamento real da demanda, diminuindo os erros das previsões com adição de mais dados históricos nos modelos. E também, é importante acompanhar se os próximos semestres terão a mesma quantidade de semanas, a fim de padronizar a aplicação dos métodos de séries temporais e aprimorar os índices sazonais utilizados.

No geral, se a aplicação for seguida rigorosamente, a empresa poderá prever sua demanda com maior precisão e, conseqüentemente, reduzir consideravelmente o desperdício de comida em ambos os turnos, almoço e jantar. Além disso, é fundamental destacar que, através de correções e de um acompanhamento adequado, é viável aprimorar ainda mais a redução do desperdício e minimizar os erros de previsão, o que resultaria em um sólido desenvolvimento de sustentabilidade empresarial.

Para dar seguimento as próximas aplicações, realizar previsão para os semestres seguintes, foi realizado treinamentos e reuniões com o representante do restaurante, a fim de explicar as metodologias de previsão que tiveram sucesso na aplicação e os resultados que foram obtidos. Além disso, foi entregue uma planilha no Microsoft Excel para que o responsável pudesse acompanhar os métodos e utilizá-los em situações futuras.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante destacar que, todos os restaurantes universitários estão dispostos a enfrentar problemas relacionados ao desperdício de alimentos. Esses problemas são gerados, principalmente, pelas flutuações na demanda, as quais representam um fator do ambiente repleto de incertezas. Para lidar com essa problemática, é fundamental que os restaurantes monitorem os desperdícios de alimentos constantemente, e que adotem medidas eficazes para reduzi-lo.

Logo, a previsão de demanda surge como uma solução promissora para essas empresas quando essas metodologias conseguem gerenciar de maneira eficaz os desperdícios provenientes da superprodução e a escassez de produtos. Tais técnicas de previsão revelam-se altamente eficazes para orientar os gestores em suas decisões estratégicas. Contudo, para otimizar os resultados, é necessário seguir uma metodologia apropriada que, em conjunto com essas técnicas, assegure uma implementação eficiente, garantindo assim, maiores probabilidades de alcançar os objetivos esperados com êxito.

Sobre o estudo, observa-se que o objetivo geral de viabilizar uma estratégia de diminuição do desperdício de comida no restaurante universitário foi atingido, assim como também, os objetivos específicos de: (a) utilizar ferramentas da qualidade para identificar a causa raiz do problema e criar um plano de ação, que seu deu por meio da ferramenta cinco porquês e 5W1H; (b) identificar o método de previsão de demanda mais adequado, que resultou na seleção do método SARIMA, quando o mesmo se mostrou eficaz ao apresentar menores valores de erros em comparação aos demais métodos; (c) analisar os benefícios da previsão de demanda, quando evidencia que a aplicação da previsão implicaria na redução média de 45% dos desperdícios de comida limpa, representando uma alternativa viável para minimizar o problema de superprodução no estabelecimento.

Em relação às limitações do trabalho, o estudo restringiu-se à análise de séries temporais, deixando de explorar abordagens qualitativas de previsão e modelos de regressão, que poderiam enriquecer a análise. Uma segunda limitação notável diz respeito aos dados utilizados. O estudo baseou-se em apenas quatro semestres passados, enquanto a inclusão de um conjunto de dados históricos mais extenso tende a aumentar a precisão das previsões e melhorar o desempenho dos métodos. Embora o estudo tenha empregado métricas para avaliar seu sucesso, não considerou outros indicadores relevantes para a gestão, como o impacto positivo que o estudo poderia acarretar nos custos da empresa. Além disso, a aplicação desenvolvida foi focada exclusivamente no restaurante universitário em estudo,



impossibilitando a utilização da mesma solução para outros estabelecimentos, porém, a metodologia adotada, a abordagem e as ferramentas utilizadas podem servir como guias para melhoria de problemas enfrentados por outras instituições.

Para aprimorar as próximas aplicações, é recomendado utilizar um software ou planilha que concentre os melhores métodos da aplicação de previsão de demanda em um único local. Durante o estudo, observou-se que o uso de várias ferramentas para a aplicação desses métodos pode ser complicado e exigir um maior treinamento das pessoas responsáveis pela análise. Além disso, também foi constatado que a pandemia causou uma interrupção nos dados analisados. Portanto, seria importante acompanhar os próximos semestres, a fim de agregar mais dados ao histórico, com o intuito de verificar se terá um impacto positivo nos métodos, e observar se haverá alguma alteração na precisão das previsões.

Com relação às recomendações de trabalhos futuros, destaca-se o uso de técnicas de *machine learning* para previsão de demanda e a identificação de outras variáveis, além do tempo, que podem influenciar na demanda. A segunda recomendação é a realização de estudos direcionados ao planejamento de recursos da produção, como MRP (*Material Requirement Planning*).

## REFERÊNCIAS

- ABRASEL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BARES E RESTAURANTES. **Desperdício de alimentos em restaurantes chega a seis mil toneladas no país**. 2018. Disponível em: <<https://abrase.com.br/noticias/noticias/desperdicio-de-alimentos-em-restaurantes-chega-a-seis-mil-toneladas-no-pais/>>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- ALFANO, B. Pressionados por aumento da demanda e inflação, restaurantes universitários têm reajustes e acúmulo de problemas. **Extra Globo**, 17 out. 2022. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/brasil/pressionados-por-aumento-da-demanda-inflacao-restaurantes-universitarios-tem-reajustes-acumulo-de-problemas-25591270.html>>. Acesso em: 04 set. 2023.
- ARAÚJO, R. S. *et al.* Satisfação dos clientes do restaurante universitário do campus JK da Universidade federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM- MG. **Brazilian Journal of Development**, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n12-134. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5305>>. Acesso em: 24 set. 2023.
- BENVINDO, J. L. da S.; PINTO, A. M. de S.; BANDONI, D. H. Qualidade nutricional de cardápios planejados para restaurantes universitários de universidades federais do Brasil. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, 2017. DOI: 10.12957/demetra.2017.25890.

Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/demetra/article/view/25890>>. Acesso em: 10 out. 2023.

BOA MORTE, E. S. da; DE LIRA, C. R. N.; FONSECA, M. da C. P. da. Avaliação qualitativa dos cardápios de um restaurante universitário. **Revista Univap**, 2021. DOI: 10.18066/revistaunivap.v27i53.2555. Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/2555>>. Acesso em: 24 set. 2023.

BORGES, M. P. *et al.* Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)**. 2019. DOI: 10.1590/S1413-41522019187411. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/sYcfbXPXyvwRHY8XK3RzZDS/>> Acesso em: 30 set. 2023.

BRAZ, C. A.; CAZINI, J. **Alinhamento dinâmico da Engenharia de Produção**. 2. ed. Ponta Grossa: Atena, 2019.

BRASIL, Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. **Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências**. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm)>. Acesso em: 02 out. 2023.

CARVALHO, L. O. R. *et al.* **Metodologia científica teoria e aplicação na educação a distância**. Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2019. *E-book*. ISBN: 9788560382910. Disponível em: <<https://portais.univasf.edu.br/dacc/noticias/livro-univasf/metodologia-cientifica-teoria-e-aplicacao-na-educacao-a-distancia.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CASTRO, F. A. F.; QUEIROZ, V. M. V. **Cardápios: planejamento, elaboração e etiqueta**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1998.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). 5. ed. Belo Horizonte: QFCO, 1992.

CESAR, R. D. R. V. M. **Previsão de demanda aplicada a um restaurante universitário**. 2021. 63 p. Monografia (Curso Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2021. Disponível em: <[https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2925/9/MONOGRAFIA\\_Previs%c3%a3oDemandaAplicada.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2925/9/MONOGRAFIA_Previs%c3%a3oDemandaAplicada.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2023.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

CHIAVENATO, I. **Iniciação ao Planejamento e Controle da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

CORRÊA, F. R. **Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2019.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações – manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. São Paulo: Marques Saraiva, 1990.

DE FILAS GRANDES A FALTA DE COMIDA: entenda as reclamações dos alunos sobre os restaurantes universitários da UFU. **g1 Triângulo e Alto Paranaíba**, Uberlândia, 13 mai. 2022. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2022/05/13/de-filas-grandes-a-falta-de-comida-entenda-as-reclamacoes-dos-alunos-sobre-os-restaurantes-universitarios-da-ufu.ghtml>>. Acesso em: 20 set. 2023.

FELICETTI, V.L.; MOROSINI, M.C.; CABRERA, A.F. **Estudante de primeira geração (P-GER) na educação superior brasileira**. 2019. Disponível em:

<<https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/6481/pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2023.

FERNANDES, J.C.S. **Análise da qualidade do serviço do Restaurante Universitário do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará realizada pelos alunos do Centro de Tecnologia**. 80 p. Monografia (Curso de Engenharia de Produção Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em:

<[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/37172/1/2016\\_tcc\\_jcsfernandes.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/37172/1/2016_tcc_jcsfernandes.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2023.

FERRAZ, I. A. **Análise das atividades de um restaurante universitário sob a perspectiva da ergonomia – estudo de caso na UFSM**. 2018. 44 p. Monografia (Curso de Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/21456/TCC%20-%20Igor%20Alves%20Ferraiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLASSER, W. **Administração de liderança – qualidade e eficácia com uma moderna técnica de gerenciamento: a teoria do controle**. 1. ed. Editora Best Seller, 1994.

JÚNIOR, M. L. **Planejamento e Controle da Produção - Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. São Paulo:Saraiva, 2020.

LOPES, L. C. *et al.* Boas práticas de fabricação: treinamento aplicado aos manipuladores de alimentos de restaurante universitário. **Brazilian Journal of Development**, 2020. DOI:

10.34117/bjdv6n7-540. Disponível em:  
<<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13627>>. Acesso em:  
05 nov. 2023.

LOSEKANN, G. **Ciclo PDCA: o que é e como aplicar na construção civil?**. 2023.  
Disponível em: <<https://www.prevision.com.br/blog/ciclo-pdca-na-construcao-civil/>>.  
Acesso em: 06 out. 2023.

LUSTOSA, L. *et al.* **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARTINS, M. das G. **Análise de processos: um estudo no restaurante universitário da universidade federal de Santa Catarina**. 2017. 133 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2017.  
Disponível em:  
<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/182822/349891.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 set. 2023.

MC - MERCADO & CONSUMO. **Mais de 60% dos restaurantes geram sobras de alimentos, mas só 37% fazem doações**. 2022. Disponível em:  
<<https://mercadoeconsumo.com.br/03/10/2022/foodservice/mais-de-60-dos-restaurantes-gera-m-sobras-de-alimentos-mas-so-37-fazem-doacoes/>>. Acesso em: 07 set. 2023.

MIRANDA, R. G. *et al.* Método estruturado para o processo de planejamento da demanda nas organizações. **ADMPG Gestão Estratégica**. 2011. Disponível em:  
<<http://admpg.com.br/revista2011/v2/artigos/artigo%205%20Metodo%20estruturado%20para%20o%20processo.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Egard Blucher, 2006.

MONTGOMERY, D.C.; JENNINGS, C.L; KULAHCI, M. **Introduction to time series analysis and forecasting**. [S.1]: John Wiley & Sons, 2015.

MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. Editora: Saraiva, 2012.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**, 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

OLIVEIRA, O. J. **Curso básico de Gestão da Qualidade**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2014. *E-book*. ISBN 9788522117970. Disponível em:  
<<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522117970/>>. Acesso em: 09 out. 2023.

PALADINI, E. P. **Gestão Estratégica da Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistema de previsão de demanda**. 2000. 146 p. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em:

<<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/Fernando%20R%20Pellegrini.pdf>>.  
Acesso em: 02 out. 2023.

POLACINSKI, E. *et al.* Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate. **Gestão Estratégica: Empreendedorismo e Sustentabilidade - Congresso Internacional de Administração**, 2012. Disponível em:  
<<https://revistas.uepg.br/index.php/admpg/article/view/14018>>. Acesso em: 21 set. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. *E-book*. ISBN 9788577171583. Disponível em:  
<<https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

ROCHA, N. C.; BURITY, V. T. A. **O direito humano à alimentação no mundo e no Brasil**. 2023. Disponível em:  
<<https://pp.nexojornal.com.br/linha-do-tempo/2021/O-direito-humano-%C3%A0-alimenta%C3%A7%C3%A3o-no-mundo-e-no-Brasil>>. Acesso em: 20 set. 2023.

RODRIGUES, C. M. *et al.* Gerenciamento de resíduos sólidos em um restaurante universitário. **Disciplinarum Scientia**. 2019. Disponível em:  
<<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/2933/2466>>. Acesso em: 19 set. 2023.

SCHWARTZMAN, S. **As transformações da Educação Superior Brasileira 2010-2020**. 2023. Disponível em: <  
<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/transformacoes-da-educacao-superior-brasileira-2010-2020-0>>. Acesso em: 04 set. 2023.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Bares e restaurantes: um setor de expansão**. 2022. Disponível em:  
<<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/bares-e-restaurantes-um-setor-em-expansao,1038d53342603410VgnVCM100000b272010aRCRD#:~:text=O%20setor%20de%20servi%C3%A7os%20de,aos%20fornecedores%20de%20food%20service>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SHIGUNOV NETO, A.; CAMPOS, L. M. F. **Introdução à Gestão da Qualidade e Produtividade: Conceitos, histórias e ferramentas**. Curitiba: Intersaberes, 2016.

STICCA, M. G.; MANDARINI, M. B.; SILVA, F. H. M. da. Condições de Trabalho e Saúde de trabalhadores em um restaurante universitário. **Estud. pesqui. psicol.** 2019. Disponível em:

<[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-42812019000300003&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-42812019000300003&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 21 set. 2023.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

UFC – UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Reabertura integral do Restaurante Universitário (RU): calouros já podem pedir cartões de acesso**. 2023. Disponível em: <<https://www.ufc.br/noticias/17641-reabertura-integral-do-restaurante-universitario-ru-calouros-ja-podem-pedir-cartoes-de-acesso>>. Acesso em: 05 set. 2023.

VIEIRA, V. G.; CAVALCANTI, E. P. Analysis of the services of a university restaurant in the perspective of the users. **Research, Society and Development**, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8715. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8715>>. Acesso em: 15 out. 2023.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e Dmaic e suas ferramentas analíticas**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.