



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DANILO CABRAL BARRETO

ANÁLISE TEMPORAL E CONTROLE DE QUALIDADE DA FRAÇÃO NÃO
CONFORME DE PERDAS EM ALIMENTOS PROCESSADOS DE UM RESTAURANTE
SITUADO EM SANTANA DO SERIDÓ-RN

ANGICOS / RN

2025

DANILO CABRAL BARRETO

**ANÁLISE TEMPORAL E CONTROLE DE QUALIDADE DA FRAÇÃO NÃO
CONFORME DE PERDAS EM ALIMENTOS PROCESSADOS DE UM RESTAURANTE
SITUADO EM SANTANA DO SERIDÓ-RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Sena da Rocha

Defendida em: 27 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

André Luiz Sena da Rocha, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Bruna Carvalho da Silva, Prof^ª. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

Marianna Cruz Campos Pontarolo, Prof^ª. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B274a Barreto, Danilo Cabral .
Análise temporal e controle de qualidade da
fração não conforme de perdas em alimentos
processados de um restaurante situado em Santana
do Seridó-RN / Danilo Cabral Barreto. - 2025.
43 f. : il.

Orientador: André Luiz Sena da Rocha.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2025.

1. Desperdício de alimentos. 2. Fração não-
conforme. 3. Gráfico p. 4. ARIMA. 5. 5W2H. I.
Rocha, André Luiz Sena da , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RESUMO

Este estudo investiga o desperdício de alimentos em um restaurante localizado na cidade de Santana do Seridó-RN, visando analisar a gestão de perdas e propor estratégias para sua redução. Para isso, foi realizado um estudo de caso ao longo de quatro meses, no qual foram coletados dados diários sobre o peso dos alimentos utilizados, registrando a quantidade produzida e a quantidade desperdiçada ao final do expediente. As medições foram realizadas duas vezes ao dia, totalizando 80 registros. A análise dos dados foi conduzida por meio de gráficos de controle para avaliar a fração não-conforme do desperdício, considerando guarnições e proteínas. O controle estatístico da qualidade foi aplicado para monitorar o percentual de perdas, identificando que, com exceção do frango, os demais alimentos estavam dentro dos limites aceitáveis de controle estatístico. Além disso, foram estimados modelos de séries temporais para prever as perdas, cujas previsões foram validadas por comparação com os dados reais. Com base nos resultados, foi aplicado o método 5W2H na proposição de melhorias, permitindo estruturar ações corretivas de forma clara e objetiva, especificando o que deveria ser feito, por que, onde, quando, quem seria responsável, como e com quais custos. Os resultados destacam a importância da aplicação de ferramentas estatísticas e metodológicas para a gestão eficiente de alimentos no setor de restaurantes, possibilitando a adoção de medidas eficazes para minimizar as perdas. O estudo reforça a relevância do controle de qualidade, da previsão estatística e do planejamento estratégico na otimização dos processos produtivos, contribuindo para a sustentabilidade do estabelecimento.

Palavras-chave: Desperdício de alimentos. Fração não-conforme. Gráfico *p*. ARIMA. 5W2H.

ABSTRACT

This study investigates food waste in a restaurant located in the city of Santana do Seridó-RN, aiming to analyze loss management and propose strategies for its reduction. A case study was conducted over four months, during which daily data on the weight of food used was collected, recording the amount produced and the amount wasted at the end of the shift. Measurements were taken twice a day, totaling 80 records. Data analysis was carried out using control charts to assess the nonconforming fraction of waste, considering side dishes and proteins. Statistical quality control was applied to monitor the percentage of losses, identifying that, except for chicken, all other foods were within acceptable statistical control limits. Additionally, time series models were estimated to forecast losses, with predictions validated by comparison with actual data. Based on the results, the 5W2H method was applied in the proposal of improvements, enabling the structuring of corrective actions clearly and objectively, specifying what should be done, why, where, when, who would be responsible, how, and at what cost. The results highlight the importance of applying statistical and methodological tools for efficient food management in the restaurant sector, allowing for the adoption of effective measures to minimize waste. The study reinforces the relevance of quality control, statistical forecasting, and strategic planning in optimizing production processes, contributing to the sustainability of the establishment.

Keywords: Food waste. Nonconforming fraction. p-chart. ARIMA. 5W2H.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização do Tema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3. Problema	2
1.4. Justificativa.....	3
1.5 Estrutura do Trabalho	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1 Qualidade e suas dimensões.....	6
2.2 Terminologia da Engenharia da Qualidade.....	7
2.3 Base Estatística do Gráfico de Controle.....	8
2.3.1 Tipos de gráficos de controle	9
2.3.2 Gráfico de controle da fração não-conforme p	10
2.4 Séries Temporais.....	11
2.4.1. Comportamento de uma ST	12
2.4.2 Estacionariedade	13
2.4.3 Modelos temporais ARIMA e SARIMA	13
2.5 Plano de Ação 5W2H.....	14
3. METODOLOGIA.....	16
3.1 Classificação da pesquisa	16
3.2 Caracterização da empresa.....	17
3.3 Variável analisada e coleta de dados	19
3.4 Softwares utilizados.....	20
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	21
4.1 Gráfico de controle p	21
4.2 Análise temporal do desperdício.....	26
4.3 Proposição de melhorias.....	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39

REFERÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, o presente trabalho explora os elementos essenciais para delinear o escopo e a importância da pesquisa. Será apresentado a contextualização do tema, bem como o objetivo geral e específico, além do problema de pesquisa e a justificativa do trabalho.

1.1 Contextualização do Tema

O desafio de manter-se competitivo no mercado em constante desequilíbrio, permeia pela forma correta de gestão e controle da qualidade. Para Lopes (2014), “a gestão da qualidade é apontada como uma fonte de vantagem competitiva porque obriga a empresa a ser sistemática e organizada internamente, o que permite acompanhar o grau de exigência de certos mercados.” A qualidade é um dos fatores essenciais para os consumidores quando almejam adquirir um determinado produto/serviço. Compreender e melhorar a qualidade são fatores-chave para o sucesso de uma empresa, proporcionando crescimento e melhor posição de mercado (Montgomery, 2016).

O setor de alimentação fora do lar desempenha uma importante contribuição na economia brasileira. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), o segmento, que engloba *food trucks*, bistrôs, bares, lanchonetes e restaurantes, encerrou o ano de 2022 tendo gerado aproximadamente R\$ 543 bilhões em receitas, o que equivale a 27,3% das vendas da indústria alimentícia no Brasil. Ainda de acordo com a ABIA, houve um crescimento real de 10,2% em relação ao ano de 2019 (ano pré-pandemia da Covid-19).

De um quarto a um terço de toda a produção de alimentos destinada ao consumo humano, é perdida ou desperdiçada. O que corresponde a cerca de 1,3 trilhão de toneladas de alimentos, abrangendo 30% dos grãos, entre 40% e 50% das raízes, frutas, verduras e sementes oleaginosas, 20% da carne e produtos lácteos, além de 35% dos peixes. Essa quantidade de alimentos seria o suficiente para nutrir duas bilhões de pessoas. A América Latina e o Caribe, especificamente, perdem anualmente e/ou desperdiçam 15% dos alimentos disponíveis, os quais, 6% de todas as perdas globais ocorrem nesta região. No Brasil, quando se trata do setor de vendas, o país acaba desperdiçando uma quantidade significativa de calorias, aproximadamente 22 bilhões delas. Esse montante seria mais do que adequado para suprir as necessidades nutricionais de 11 milhões de pessoas, e, além disso, possibilitaria uma redução na taxa de fome para menos de 5% (FAO, 2023).

Dada a contribuição econômica do setor alimentício, é importante averiguar a questão dos resíduos gerados pelo processo de produção de um restaurante. Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (2023), os restaurantes sofrem tanto com perdas como com desperdícios de alimentos. As perdas estão mais presentes nas fases de produção, armazenamento, embalagem e transporte. Já os desperdícios agregam as etapas de varejo e consumo.

Em um contexto envolvendo os restaurantes comerciais, entende-se a necessidade de uma gestão qualificada de processos para obtenção de qualidade no serviço, bem como uma gestão competente dos resíduos provenientes dos alimentos, no intuito de buscar uma melhor eficiência produtiva e consequentemente uma melhor lucratividade.

1.2 Objetivos

O presente trabalho será desenvolvido no intuito de alcançar os seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar o desperdício de alimentos em uma restaurante na cidade de Santana do Seridó-RN, por meio do controle estatístico da qualidade.

1.2.2 Objetivos Específicos

A fim de atingir o objetivo geral, alguns objetivos específicos são necessários:

- a) Analisar o percentual de perdas, por meio de construção de gráficos de controle p para verificar se o percentual de perdas está sob controle estatístico, caso contrário, diagnosticar as causas especiais;
- b) Estimar modelos de séries temporais para o percentual de perdas;
- c) Realizar previsões para o percentual de perdas e verificar a acuracidade das previsões;
- d) Propor um plano de ação 5W2H de implementação de melhorias para a empresa.

1.3. Problema

O desperdício de alimentos é um problema global que impacta negativamente a economia, o meio ambiente e a sociedade. De acordo com a FAO (2017), mais de 30% da produção mundial de alimentos é desperdiçada anualmente entre as fases de pós-colheita e a venda no varejo. Especificamente no setor de restaurantes, o desperdício de alimentos é uma

preocupação significativa. Estima-se que entre 4% e 10% dos alimentos adquiridos por restaurantes são desperdiçados antes mesmo de chegarem ao prato do cliente. As principais causas incluem planejamento inadequado, armazenamento ineficiente e preparo excessivo de alimentos (Connection, 2023).

O desperdício de alimentos nos restaurantes também contribui para o aumento da geração de resíduos sólidos e das emissões de gases de efeito estufa. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2021), aproximadamente 931 milhões de toneladas de alimentos são desperdiçadas anualmente em todo o mundo, representando cerca de 17% da produção total de alimentos para consumo humano.

Esse descarte excessivo de alimentos não apenas intensifica os impactos ambientais, mas também agrava a insegurança alimentar, tornando essencial a adoção de práticas mais eficientes de gestão de alimentos, como o monitoramento rigoroso de estoques, a reutilização criativa de ingredientes e o treinamento de funcionários para evitar desperdícios desnecessários. Diante desses desafios, este trabalho procura responder o seguinte problema de pesquisa: **Quais estratégias de controle podem ser implementadas para minimizar as perdas de alimentos processados e melhorar a eficiência geral do restaurante?**

1.4. Justificativa

A adoção de uma gestão de qualidade eficaz no setor alimentício proporciona diversas vantagens, incluindo a redução significativa do desperdício. Empresas que implementam sistemas robustos de gestão de qualidade conseguem aprimorar seus processos produtivos, garantindo maior eficiência e conformidade com os padrões exigidos. Isso resulta em produtos de alta qualidade que atendem às expectativas dos consumidores, fortalecendo a reputação da empresa no mercado.

A implementação de técnicas de gestão da qualidade voltadas para a redução de desperdícios tem sido objeto de estudo em diversas pesquisas, um exemplo foi um modelo de gestão da qualidade para o controle de desperdício de alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN), este modelo devolvido por Bradacz (2003), que enfoca a qualidade sob uma visão sistêmica, onde cada elemento interage e colabora para a obtenção dos resultados finais, contribuindo para a minimização de perdas e melhoria da eficiência operacional.

Outro estudo relevante analisou o potencial produtivo e econômico do açaí no estado do Pará. A pesquisa de Teixeira (2018) destacou a importância de práticas adequadas de manejo e

processamento para reduzir desperdícios e aumentar a rentabilidade dos produtores locais, evidenciando como a gestão eficiente pode impactar positivamente a cadeia produtiva.

Além disso, a caracterização de resíduos da fabricação de farinha de mandioca e seu aproveitamento na indústria alimentícia foi um estudo que avaliou as características físicas, químicas e microbiológicas do resíduo final do processamento da farinha de mandioca, conhecido como bagacinho, investigando seu potencial de utilização na indústria alimentícia. Essa abordagem visa não apenas a redução de desperdícios, mas também, a agregação de valor a subprodutos, promovendo a sustentabilidade e a inovação no setor (Costa, 2004).

Essas pesquisas demonstram que a implementação de técnicas de gestão da qualidade e a valorização de subprodutos são estratégias eficazes para a redução de desperdícios na indústria alimentícia. Tais iniciativas não apenas melhoram a eficiência operacional e a rentabilidade das empresas, mas também contribuem para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico das regiões envolvidas.

1.5 Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho se dará pela seguinte forma. No **Capítulo 1 (Introdução)**, foi explorado os elementos essenciais para delinear o escopo e a importância da pesquisa sobre o controle de Qualidade da Fração Não Conforme de Perdas em Alimentos Processados de um Restaurante Situado em Santana do Seridó-RN, apresentando a introdução, objetivos, problema de pesquisa e a justificativa do trabalho.

No **Capítulo 2 (Fundamentação Teórica)**, será abordado os conceitos relacionados à qualidade, dimensões da qualidade, distinção entre causas aleatórias e atribuíveis da variação da qualidade, incluindo o uso de gráficos de controle e o diagrama de Pareto, além dos modelos de séries temporais, ARIMA e SARIMA, utilizados neste trabalho.

No **Capítulo 3 (Metodologia)**, será apresentada a classificação da pesquisa, bem como, informações sobre a empresa estudada, período da coleta de dados e as variáveis utilizadas. Também foi apresentado os recursos computacionais utilizados neste estudo.

No **Capítulo 4 (Análise dos Resultados)**, será analisado o percentual de desperdício de perda dos alimentos, através do gráfico da fração não-conforme p . Para o caso do processo estar fora de controle, serão analisadas as causas especiais, bem como o seu diagnóstico. Também serão aplicados modelos temporais para realizar previsão do percentual de perda, através de modelos ARIMA e SARIMA.

No **Capítulo 5 (Considerações Finais)**, serão destacadas as conclusões deste trabalho, com base na metodologia empregada, destacando os fatores identificados como causadores das perdas de alimentos no restaurante, fornecendo *insights* para aprimorar a gestão da qualidade na indústria de alimentos. Após este capítulo, serão apresentadas as referências utilizadas nesta monografia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, será apresentada a fundamentação teórica que sustenta esta pesquisa. Serão tratados os temas voltados para o significado da qualidade, controle estatístico de qualidade, gráfico da fração não-conforme p , uso de séries temporais, por meio dos modelos ARIMA e SARIMA e um plano de ação 5W2H.

2.1 Qualidade e suas dimensões

O conceito de qualidade permeia-se em percepções distintas: Para a maioria das pessoas, a qualidade está relacionada às características desejáveis que um produto ou serviço deve ter (Montgomery, 2016). Já na percepção dos estudiosos, Philip Crosby, por exemplo, enfatiza no *British Library*, que a qualidade não é intangível nem imensurável, é um imperativo estratégico que pode ser quantificado e colocado em prática para melhorar o resultado. Níveis de qualidade aceitáveis ou defeitos e medidas tradicionais de controle de qualidade representam evidências de falha em vez de garantia de sucesso.

A avaliação e descrição da qualidade de um produto podem assumir inúmeras abordagens. É crucial destacar as distintas dimensões da qualidade nesse contexto. Garvin (1987) oferece uma análise abrangente de oito componentes ou facetas da qualidade:

- **Desempenho** - O desempenho de um serviço é uma dimensão essencial da qualidade, variando dependendo do seu tipo de produto. no contexto de um restaurante, por exemplo, o desempenho se relaciona com as características operacionais essenciais que os clientes avaliam ao escolher um lugar para comer (rapidez, qualidade, conforto, atendimento, etc).
- **Confiabilidade** - Esta dimensão diz respeito à probabilidade de um produto apresentar falhas em um período específico. As medidas de confiabilidade incluem tempo médio até a primeira falha, tempo médio entre falhas e taxa de falhas por unidade de tempo.
- **Durabilidade** - Tecnicamente, a durabilidade refere-se à quantidade de uso que um produto suporta ter antes de deteriorar-se a ponto de precisar de substituição em vez de reparo. Produtos menos confiáveis tendem a ser substituídos com mais frequência.
- **Assistência Técnica** - Aqui, abrange velocidade, cortesia, competência e eficiência no reparo de produtos/serviços. Isto é, os clientes não apenas se preocupam com a quebra do produto, mas também com o tempo necessário para o serviço ser restaurado.

- **Estética** - A estética de um produto, incluindo sua aparência, sensação, som, sabor ou cheiro, é uma questão subjetiva e depende das preferências individuais. Tanto é que as empresas entendem que é impossível agradar a todos nessa dimensão de qualidade de forma homogênea. No contexto de alimentos, é importante que o consumidor, por exemplo, veja o produto com uma aparência apetitosa.
- **Recursos** - Muitas vezes secundário ao desempenho, os recursos, pelo fato de representar características complementares e ajudam no funcionamento operacional. Para muitos clientes, a qualidade superior não necessariamente implica a disponibilidade de recursos específicos, mas sim a variedade de opções disponíveis.
- **Qualidade percebida** - Os consumidores têm informações limitadas sobre os atributos de um produto. Neste processo, a reputação é fundamental na qualidade percebida, pois ocorrem analogias entre a qualidade dos produtos atuais e os produtos passados de uma empresa.
- **Conformidade com especificações** - Por último, há uma dimensão importante vinculado à qualidade que é o quanto o *design* e as características operacionais de um produto estão de acordo com os padrões estabelecidos.

Normalmente, essas oito dimensões são apropriadas para descrever a qualidade em praticamente todas as situações industriais e empresariais.

2.2 Terminologia da engenharia da qualidade

De acordo com Montgomery (2016), o consumidor entende a qualidade do produto através de um conjunto de elementos. Tais parâmetros, são classificados como características da qualidade e/ou críticas para qualidade (CPQ). As características da qualidade, porém, podem ser apresentadas em diversos tipos:

- Físicas - comprimento, largura, voltagem, viscosidade
- Sensoriais - gosto, aparência, cor
- Orientação temporal - Confiabilidade, durabilidade, praticidade

De acordo com Louzada et al. (2013) independentemente se um processo de produção de bens ou de fornecimento de serviços tiver fiscalização ou não, ele irá apresentar uma certa variabilidade. Essa variabilidade se apresentará de algumas maneiras, como, por exemplo, causas comuns ou aleatórias. Entende-se que um processo está sob controle estatístico, quando

sua operação detém apenas causas comuns de variação e estas causas não afetam significativamente o processo. Por outro lado, quando o processo apresenta níveis inaceitáveis de desempenho, ou seja, opera-se na presença de causas especiais, ele está fora de controle.

O objetivo, então, do controle estatístico do processo, é detectar ocorrência de mudanças de processos por meio de causas atribuíveis, de modo que ações corretivas sejam empregadas antes de que muitas unidades fora do padrão sejam manufaturadas. Uma das maneiras de monitoramento de processo é através do gráfico de controle, que, além de atender esse propósito de monitoramento, estima os parâmetros de um processo, determinando a capacidade de produção (Montgomery, 2016). Para realizar o monitoramento da qualidade por meio de gráficos de controle, se faz necessário o uso de subgrupos racionais.

Os subgrupos racionais, de acordo com Costa et. al (2018), “preconiza a retirada de pequenas amostras a intervalos de tempos regulares.” Ainda de acordo com os autores, esse método caracteriza-se na detecção da alteração de uma variável do processo (por exemplo, a média do processo ou percentual de perda), quando ocorre alguma causa especial. Quando ocorre essa perturbação no processo produtivo, uma vez que as amostras recolhidas são realizadas em intervalos bem definidos, essa perturbação dificilmente ocorrerá na formação dos subgrupos das amostras. Dessa forma, minimiza-se a possibilidade de que a amostra seja formada por elementos de outras populações, sendo assim, uma metodologia muito utilizada na construção dos gráficos de controle.

2.3 Base estatística do gráfico de controle

Como dito na sessão 2.2, o gráfico de controle se apresenta como um método de monitorar a qualidade, gráfico esse que mede uma característica da qualidade que foi medida/calculada. Montgomery (2016) exprime em sua obra algumas características desse método: No gráfico, encontra-se uma linha central que indica o valor médio da característica de qualidade quando o processo está em um estado de controle, o que significa que apenas variações aleatórias estão presentes. Além disso, o gráfico exibe duas linhas horizontais conhecidas como o Limite Superior de Controle (LSC) e o Limite Inferior de Controle (LIC).

Pode-se, então, dar o modelo geral para o gráfico de controle. Seja ω uma estatística amostral que medirá alguma característica da qualidade. Seja, também, o desvio padrão de ω representado como $\sigma\omega$. Por último, seja $\mu\omega$ referida como a média de ω .

Assim, o limite inferior de controle, linha central e limite superior de controle são dados de acordo com as Equações (1), (2) e (3), respectivamente.

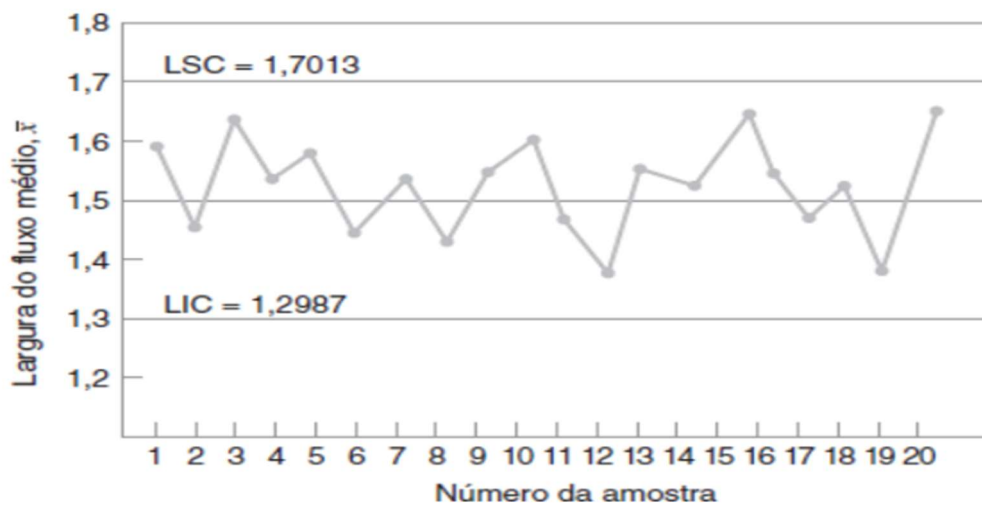
$$LSC = \mu\omega + L\sigma\omega \quad (\text{Equação 1})$$

$$LM = \mu\omega \quad (\text{Equação 2})$$

$$LIC = \mu\omega - L\sigma\omega \quad (\text{Equação 3})$$

É apresentado na Figura 1, um exemplo de gráfico de controle, realizando o monitoramento da média.

Figura 1 - Um típico gráfico de controle



Fonte: Montgomery (2016).

2.3.1 Tipos de gráficos de controle

Feita a eliminação das causas especiais que impactam o processo e implementar medidas para evitar sua reincidência, é possível utilizar os gráficos de controles do controle estatístico de processo (CEP). Essas ferramentas tem como objetivo fazer monitoramento das variáveis que influenciam a qualidade do processo, seu intuito é fornecer segurança que os produtos possuam um padrão de qualidade constante ao longo do tempo (Louzada et al. 2013 e Costa et al., 2005). Neste subcapítulo serão apresentados os principais gráficos de controle que são utilizados no monitoramento dos processos.

O gráfico X-barra e o R apresentam três linhas horizontais para demonstrar as referências no que diz respeito aos seus limites (iguais aos da Figura 1), há uma linha superior, central e outra inferior. Um, ($\bar{x}$ -barra), é utilizado para verificar se a média analisada é igual ao valor estabelecido, e outro (R) para monitorar a dispersão da variável. o gráfico x-barra atende

principalmente quando esses dados são contínuos, exemplo: tempo, pesos, altura, etc. Quando se almeja monitorar a amplitude ou variabilidade dentro de amostras de um conjunto de dados, utiliza-se um gráfico R. (Louzada et al. 2013 e Costa et al., 2005).

Quando os dados da coleta são classificados como conforme ou não conforme e se pretende avaliar os itens em termos de defeitos/defeituosos, os gráficos por atributos (p , np , C e u), são recomendados. Nesse método verifica-se proporção de itens defeituosos em uma amostra, o número de itens defeituosos, faz a contagem total de defeitos em uma amostra e analisa a média de defeitos por unidade. Esse método contém um estimador de um determinado parâmetro, como um número esperado de defeitos, caso a série temporal não se distribua aleatoriamente em torno da estimativa pontual é provável que tenha ocorrido, em um determinado período, uma alteração nas condições do processo que resultou mudanças no valor do parâmetro (Louzada et al. 2013).

2.3.2 Gráfico de controle da fração não-conforme p

O gráfico de controle da fração não-conforme (p) é uma ferramenta da estatística aplicada ao controle de qualidade, usada para monitorar processos produtivos e garantir que a proporção de itens defeituosos permaneça dentro de limites aceitáveis (Montgomery, 2016).

No estudo intitulado “Os Gráficos de Controle como Ferramenta de Análise do Desperdício Alimentar em um Restaurante Universitário”, realizado na Universidade Federal de Santa Maria, buscou-se monitorar a quantidade de alimentos desperdiçados diariamente. Por meio da utilização do gráfico de controle p , foi possível acompanhar a fração de refeições servidas que apresentavam sobras, classificadas como perdas. Os resultados revelaram que, em determinados períodos, o processo encontrava-se fora de controle, indicando oscilações significativas no desperdício alimentar. A análise permitiu identificar pontos críticos e serviu de base para a proposição de ações corretivas, reforçando a importância do controle estatístico como ferramenta de apoio à gestão da qualidade em unidades de alimentação (Spohr, 2014).

De acordo com Louzada (2013), o objetivo do Gráfico p é controlar e analisar a variação na proporção de itens não conformes (defeituosos) em amostras de tamanho variável ou fixo. Ele é utilizado em dados do tipo categóricos, como por exemplo, conforme/não conforme. Sua base teórica é a Distribuição Binomial, aproximada pela Distribuição Normal quando o tamanho da amostra é grande. Costa et al. (2005) determina os limites de controle do Gráfico da fração não-conforme p de acordo com as Equações (4) a (6).

$$LSC = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (\text{Equação 4})$$

$$LM = p \quad (\text{Equação 5})$$

$$LIC = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde a fração não-conforme p representa o percentual médio de itens fora das especificações, sendo estimada pela razão entre a quantidade de itens defeituosos e o tamanho da amostra n .

Montgomery (2016) cita que quando o tamanho de amostra varia para cada subgrupo racional, há uma coleta de “ m ” amostras, em que cada subgrupo pode ter tamanho distinto, sendo este tamanho de amostra representado por “ n_i ”, assim, o gráfico de controle p com limite variável é dado a partir das Equações (7) a (9):

$$LSC = \bar{p}_i + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}_i(1-\bar{p}_i)}{n_i}} \quad (\text{Equação 7})$$

$$LM = \bar{p}_i \quad (\text{Equação 8})$$

$$LIC = \bar{p}_i - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}_i(1-\bar{p}_i)}{n_i}} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde a fração não-conforme para cada uma das “ m ” amostras é representada por $\bar{p}_i$, sendo que “ i ” varia de 1 até m .

Vale salientar que este trabalho apresenta amostras de tamanhos distintos, portanto, será utilizado o Gráfico p de tamanho de amostra variável, ou seja, os limites de controle serão construídos com base nas Equações (7) a (9).

2.4 Séries Temporais

A análise de séries temporais (ST) envolve o estudo de variáveis observadas ao longo do tempo, com o objetivo de fazer previsões para períodos futuros. Este modelo é extremamente útil na ciência de dados e encontra aplicações em diversas áreas, como economia, fenômenos naturais, marketing e também, no controle de qualidade, que é o foco deste estudo (Souza et al. 2021).

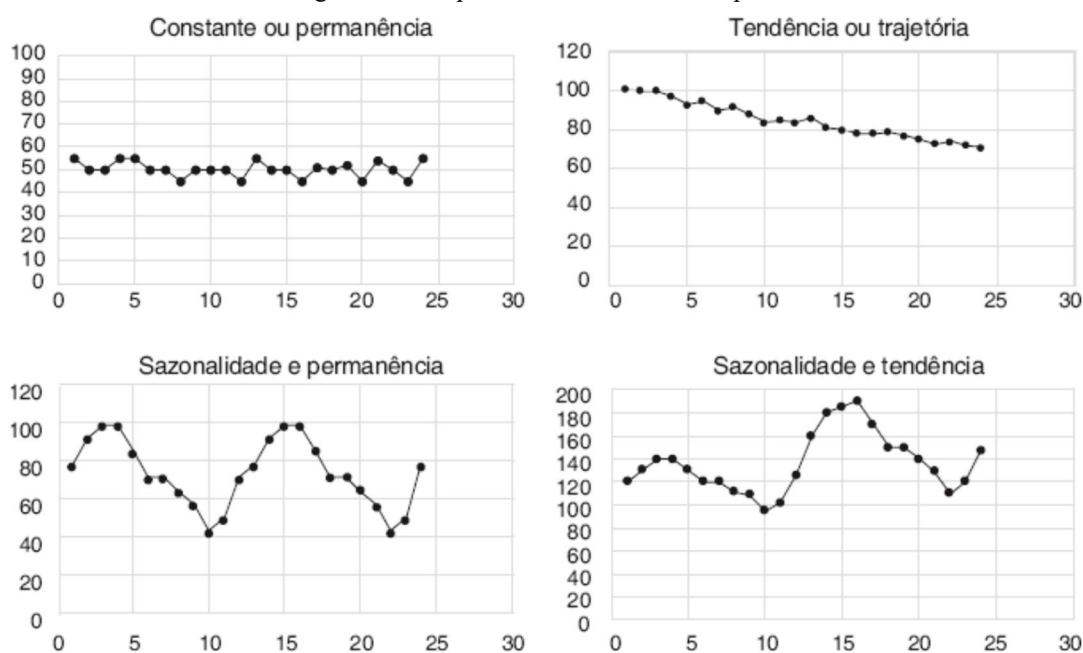
2.4.1. Comportamento de uma ST

Na obra de Barros et al. 2017), são apresentados diversos métodos de previsão desenvolvidos para situações específicas. O padrão cíclico ocorre em fenômenos com periodicidade superior a um ano, como os ciclos climáticos. O modelo de tendência é utilizado quando a série temporal segue uma direção crescente ou decrescente ao longo do tempo. Já o padrão sazonal se repete com uma periodicidade definida, podendo ser semanal, mensal ou anual. Não é incomum encontrar combinações desses métodos, por isso, não se deve vê-los como formas isoladas.

Quando uma série não mostra uma tendência específica ao longo do tempo e mantém uma média estável, ela é chamada de estacionária em média. A maioria das séries apresenta uma tendência crescente ou decrescente, acompanhada de flutuações ao redor dessa tendência. No entanto, algumas séries exibem apenas flutuações aleatórias, semelhantes aos diagramas de resíduos de uma regressão bem-sucedida (Sharpe; Veux; Velleman, 2011).

Para Jr. (2019), é essencial compreender o padrão ou processo de comportamento da série temporal para selecionar os métodos adequados dentro dessa abordagem. Os principais padrões de comportamento das séries temporais são: constante ou permanência, tendência ou trajetória, sazonalidade e permanência, sazonalidade e tendência/trajetória. A Figura 2 mostra gráficos típicos de cada um desses comportamentos.

Figura 2 - Comportamentos de séries temporais



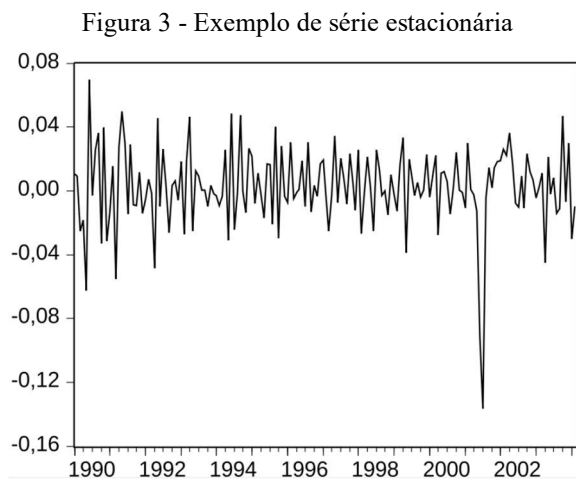
Fonte: Jr. (2019).

2.4.2 Estacionariedade

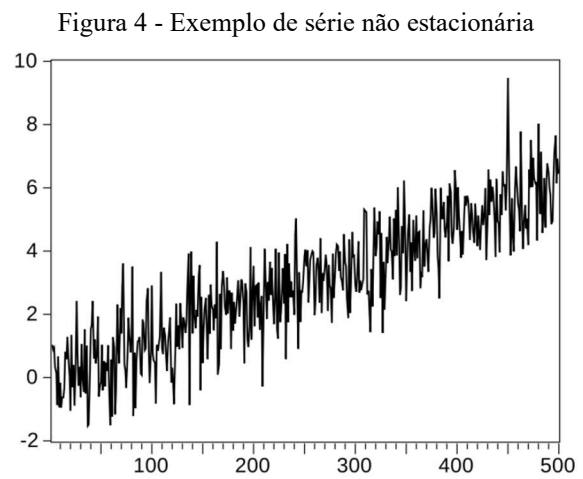
A estacionariedade em uma série temporal indica que os dados analisados oscilam, isto é, variam sobre uma média constante, independentemente do tempo, com a variância das flutuações permanecendo a mesma. (Souza et al. 2021). Por outro lado, um processo não estacionário apresenta lento decaimento de sua função de autocorrelação (Barros, 2017).

Além disso, estas séries podem ser estocásticas ou determinísticas. De acordo com Bueno (2018) uma série será considerada estacionária e estocástica caso seja adicionado a ela um componente aleatório que seja independente e siga uma distribuição normal, com valores extraídos de forma idêntica. Já uma série estacionária determinística é aquela cujas propriedades estatísticas, como média e variância, permanecem constantes ao longo do tempo, sendo totalmente previsível e sem componentes aleatórios. O exemplo mais básico desse tipo de série é uma constante fixa.

Nas Figuras 3 e 4, apresentam-se exemplos de modelo estacionário e não estacionário, respectivamente:



Fonte: Bueno (2018).



Fonte: Bueno (2018).

2.4.3 Modelos temporais ARIMA e SARIMA

A metodologia ARIMA envolve a aplicação de modelos autorregressivos integrados de médias móveis, ARIMA (p, d, q), em um conjunto de dados. O desenvolvimento do modelo segue um algoritmo que seleciona a estrutura do modelo com base nos dados analisados (Sousa et al., 2021).

O modelo ARIMA (*Auto-Regressive Integrated Moving Average*) combina três componentes: AR (Auto-Regressivo), que utiliza valores passados para prever os futuros; MA (Médias Móveis), que ajusta os valores com base nos erros de previsão anteriores; e I (Integração), que transforma séries não estacionárias em estacionárias por meio de diferenciações. Esses componentes são representados pelos parâmetros (p), (d) e (q), correspondendo, respectivamente, à ordem do AR, ao número de diferenciações e à ordem do MA (Hoffmann, 2016).

Ao ajustar um modelo ARIMA (p, d, q), o parâmetro (p) define o número de termos auto-regressivos, (d) indica quantas vezes a série foi diferenciada para se tornar estacionária, e (q) especifica o número de termos de médias móveis. Por exemplo, no ARIMA (1, 1, 1), a série é diferenciada uma vez ($d = 1$) e combina um termo auto-regressivo ($p = 1$) e um de médias móveis ($q = 1$), permitindo modelar relações temporais e capturar padrões complexos (Hoffmann, 2016).

Quando componentes sazonais são incorporados ao modelo ARIMA, o modelo resultante é o SARIMA (*Seasonal ARIMA*). Este é definido pelos parâmetros (p,d,q) (não sazonais) e (P,D,Q)s (sazonais), onde se indica o período da sazonalidade. O SARIMA é eficaz na modelagem de séries com padrões sazonais definidos, como a série de vendas de passagens aéreas da Pan Am, que foi representada pelo modelo SARIMA (0,1,1) (0,1,1)₁₂, demonstrando sua capacidade de prever dados com variações sazonais regulares (Barros et al., 2017).

2.5 Plano de Ação 5W2H

A metodologia 5W2H é uma ferramenta prática, direta e eficaz, que auxilia na identificação de necessidades e na definição de soluções para alcançar os objetivos de uma empresa. Funciona como um *checklist* que organiza tanto as atividades preventivas, quanto as corretivas a serem realizadas dentro da organização. Além disso, permite descrever de maneira objetiva um propósito e detalhar os responsáveis, as ações necessárias e os custos envolvidos para alcançar o resultado desejado (SEBRAE, 2025). Este método dispõe de 7 elementos essenciais:

5W:

- *What* (o que) – O que será feito?
- *Why* (por que) – Por que será feito?
- *Where* (onde) – Onde será feito?
- *When* (quando) – Quando será feito?
- *Who* (quem) – Por quem será feito?

2H:

- *How* – Como será feito?
- *How much* – Quanto vai custar?

Dessa maneira, uma aplicação desse método auxiliará no planejamento das ações a serem realizadas internamente na empresa. Sua aplicação é abrangente e auxilia desde a melhora da lucratividade, até a otimização dos processos operacionais.

O 5W2H, ao definir com clareza o quê, por quê, onde, quando, quem, como e quanto custa cada ação, proporciona um controle mais eficiente e estruturado, contribuindo para a redução de desperdícios e o aumento da produtividade, sendo muito utilizado para desenvolver planos de ação.

3 METODOLOGIA

Na metodologia deste trabalho, serão delineados os procedimentos e abordagens que serão empregados para coletar, analisar e interpretar os dados necessários para responder ao problema de pesquisa e alcançar o objetivo geral e específicos. Será apresentado nesta sessão a classificação da pesquisa, a caracterização da empresa, a coleta e análise de dados, bem como o *software* utilizado no estudo.

3.1 Classificação da pesquisa

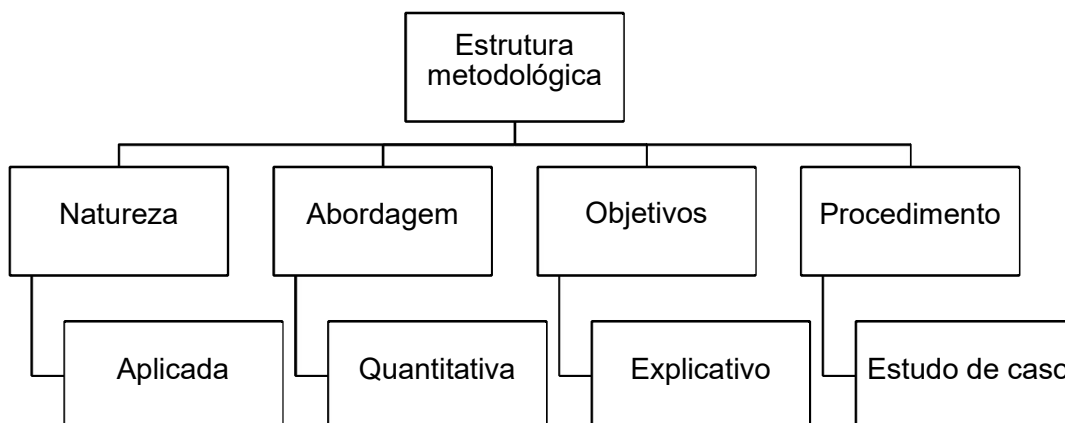
Será adotado como procedimento de pesquisa, a modalidade estudo de caso. Um estudo de caso analisa um evento atual dentro de seu ambiente real, especialmente quando as fronteiras entre o evento e o contexto não são claras. Isso requer planejamento e coleta de dados cuidadosos (Yin, 2015).

O estudo em questão será de natureza aplicada, com abordagem quantitativa. Segundo Cauchick (2019), a abordagem baseia-se na ideia de que é viável criar modelos capazes de representar, ao menos parcialmente, o comportamento de processos reais ou de abordar os desafios envolvidos nas decisões desses processos. As conexões entre as variáveis são tratadas como causais, o que significa reconhecer explicitamente que uma alteração no valor de uma variável provoca uma mudança correspondente em outra variável que dela depende.

No contexto de engenharia de produção e gestão de operações, envolve o pesquisador visitar a organização em estudo para realizar observações e coletar evidências, apesar das dificuldades frequentes de acesso aos indivíduos que trabalham nela, abrangendo desde funcionários até diretores e outros profissionais externos, como fornecedores (Miguel, 2018).

Quanto ao objetivo, ela se desenhou no método de pesquisa explicativa. Este objetivo de estudo, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), “procura identificar os fatores que causam um determinado fenômeno, aprofundando o conhecimento da realidade.” Nesse contexto, a pesquisa explicativa revela-se fundamental, uma vez que não apenas busca compreender os fatores causais por trás do fenômeno em questão, mas também promove uma análise da realidade, contribuindo para a construção de uma base de conhecimento científico. É ilustrado na Figura 5, a classificação desta pesquisa.

Figura 5 - Estrutura metodológica.



Fonte: Autoria própria (2025).

3.2 Caracterização da empresa

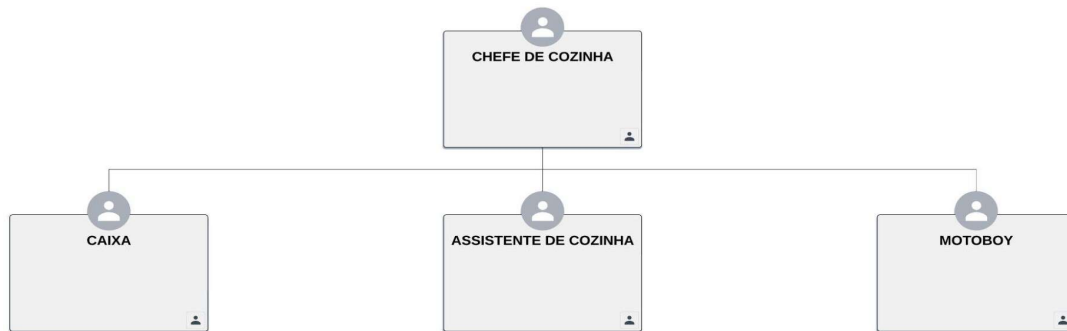
A empresa estudada está localizada na cidade de Santana do Seridó, situada no Rio Grande do Norte. Optou-se por manter o nome da organização em sigilo para esta pesquisa. Portanto, serão utilizados outros termos para se referir à mesma, tais como empresa estudada, restaurante ou analisada.

O município de Santana do Seridó, localizado no estado do Rio Grande do Norte, foi instituído pela Lei nº 6.319, de 26 de junho de 1992 (Seridó, 2025). De acordo com dados obtidos do IBGE, Santana do Seridó possui um território de aproximadamente 188,403 km², com uma distância de 241 km em relação a Natal, capital do estado. Foi estimado no último censo com uma população de 2.696 habitantes (IBGE, 2022).

A empresa estudada está inserida no ramo alimentício com enfoque na comercialização de refeições, especificamente, almoço. Ela opera desde 2016, tendo como clientela predominante, trabalhadores de indústria de confecções de roupas, colaboradores do ramo bastante presentes na região Seridó do estado do Rio Grande do Norte.

A cidade de Santana do Seridó, à reflexo do estado, apresenta uma grande especialização produtiva com prestação de serviços de costura, mais de 30% da população de Santana, com emprego formal, dedicam-se a este segmento (Galindo; Azevedo, 2020). O Restaurante em questão possui um quadro de quatro funcionários que estão distribuídos na Figura 6, em que esta retrata o Chefe de cozinha, atendente/caixa, auxiliar de cozinha e *motoboy*.

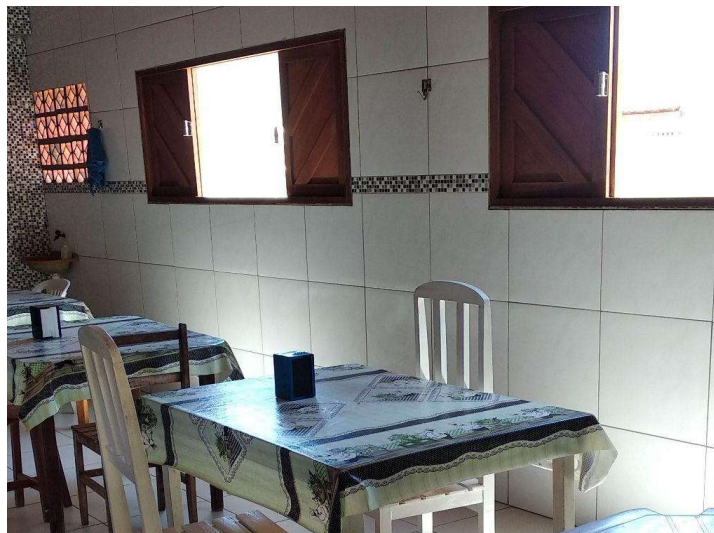
Figura 6 - Organograma da empresa



Fonte: Autoria própria (2025).

O restaurante opera de segunda a sábado, com sua abertura às 10h e fechamento às 14h. Isto referente a recepção para clientes e delivery, pois a partir das 7h, o chefe de cozinha já inicia a preparação do cardápio do dia. No que se refere ao cardápio disponibilizado aos clientes, divide-se em guarnições e proteínas. Para este último, o cliente tem a opção de escolher até dois tipos de acompanhamentos, caso haja solicitação de mais itens, será interposto uma tarifa adicional no pedido. É apresentado na Figura 7, que demonstra as acomodações do restaurante.

Figura 7 - Acomodações do restaurante



Fonte: Autoria própria (2025).

O restaurante disponibiliza diariamente em seu cardápio, churrasco de carne bovina, carne suína, linguiça e frango (peça de coxa e sobrecoxa), como mostra na Figura 8. Quando o cliente não deseja comprar um almoço completo, mas sim, apenas a proteína, ele pagará por quilo adquirido. Em caso do cliente alternar pela refeição completa, pagará um valor pré-fixado

e deverá escolher os acompanhamentos, tais como: arroz, feijão e macarrão, assim como apresenta a Figura 9.

Figura 8 - Churrasqueira do estabelecimento



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 9 - Refeição do estabelecimento



Fonte: Autoria própria (2025).

Foi relatado pela empresa que há dias que há maior índice de vendas, como também, períodos em que as vendas foram abaixo do programado, o que neste último caso, ocasiona desperdício de alimentos. Nesse sentido, uma proposta de estudo e análise das variáveis que estão vinculadas ao processo da demanda diária de alimentos do restaurante foi colocada em atividade neste estabelecimento, para prever desperdícios e assim, realizar o controle estatístico de qualidade do desperdício de perda dos alimentos.

3.3 Variável analisada e coleta de dados

Durante um período de 4 meses, foram coletados dados referentes ao peso dos alimentos utilizados no restaurante, que compreendeu 02/02/2024 a 31/05/2024. Nesse período, foram realizadas duas pesagens (kg) por dia, uma pesagem de cada alimento no início do expediente e uma pesagem do alimento no término do expediente, totalizando 80 medições. O intuito era mensurar a quantidade diária produzida e a quantidade que restou, ao final do expediente.

Como não se pode aproveitar a comida de um dia para o outro, a quantidade de comida que sobrou ao final do expediente, foi considerada desperdício.

3.4 Softwares utilizados

Os dados obtidos nesta pesquisa foram tratados no *Google Sheets*. Tal ferramenta possibilita criação, edição e gerenciamento de planilhas *online* (Google, 2025). Por se tratar de um *software* acessível remotamente, foi possível a colaboração orientador/aluno em tempo real.

A construção dos gráficos de controle e análise temporal foi realizada através do *software* R Core Team (2025), a partir de pacotes específicos para cada finalidade de análise de dados. O *software* R é uma plataforma que disponibiliza diversos recursos para aplicar técnicas de análise, modelagem e visualização de dados nas atividades de controle da qualidade.

Para o gráfico p da fração não conforme, utilizou-se o pacote do R “*QCC*”, desenvolvido por Scrucca (2004). Para a estimação dos modelos temporais ARIMA e SARIMA, foi utilizado o pacote “*tseries*” (Trapletti e Hornik, 2023). Para as previsões temporais, se fez uso do pacote “*forecast*” (Hyndman e Khandakar, 2008; Hyndman et al., 2023).

Durante o período de tratamento desses dados, o aluno realizou junto ao seu orientador duas reuniões via *Google Meet* com o intuito de o orientador demonstrar a forma de como manusear o *software* R CORE Team. As reuniões foram gravadas para estudos a posteriori.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

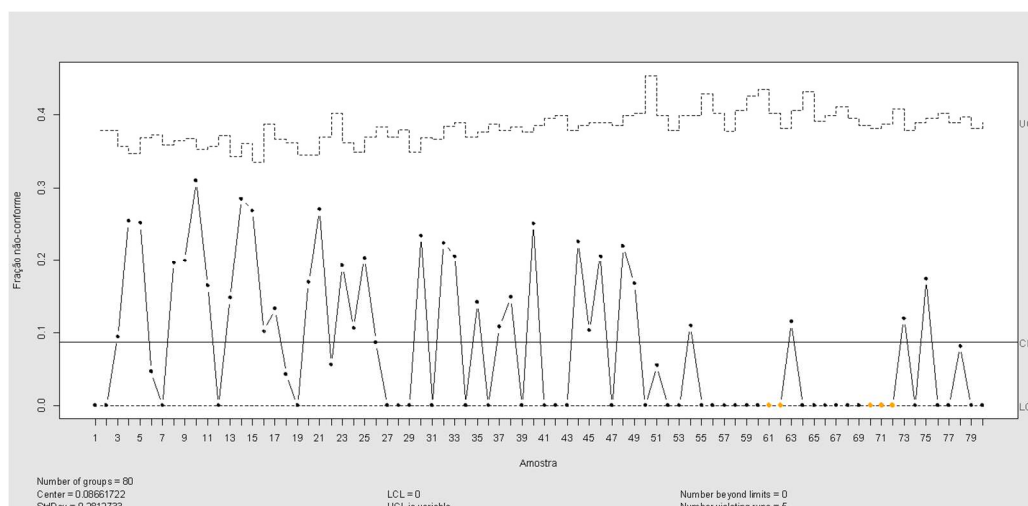
Neste capítulo, serão apresentados os resultados da aplicação do gráfico de controle p para analisar o desperdício de alimentos no restaurante. Além disso, será realizada uma análise temporal das perdas ao longo do período de estudo, destacando padrões e variações. Por fim, será proposta uma série de melhorias com base na metodologia 5W2H, com o objetivo de otimizar os processos e reduzir o desperdício de alimentos.

4.1 Gráfico de controle p

Após registrar os dados sobre o desperdício diário de alimentos no estabelecimento, foram elaborados gráficos de controle para analisar a fração não-conforme “ p ” desse desperdício. As variáveis analisadas incluíram guarnições, como: Feijão (Figura 10), Arroz (Figura 11), Macarrão (Figura 12). Além das guarnições, também foi realizado o controle de qualidade nas proteínas, sendo elas: Carne bovina (Figura 13), Linguiça (Figura 14), Carne suína (Figura 15) e Frango (Figura 16).

No total, foram coletados 80 dias de funcionamento para cada alimento (de 02 de fevereiro a 31 de maio de 2024). Essas informações serviram como base para a primeira tentativa de controle de qualidade, permitindo observar o comportamento da fração não-conforme em cada componente da refeição. Como pode ser observado, para o caso da guarnição Feijão (Figura 10), após construir o gráfico p , observa-se que todos os pontos estão dentro dos limites de controle, ou seja, o desperdício deste tipo de alimento está sob controle estatístico.

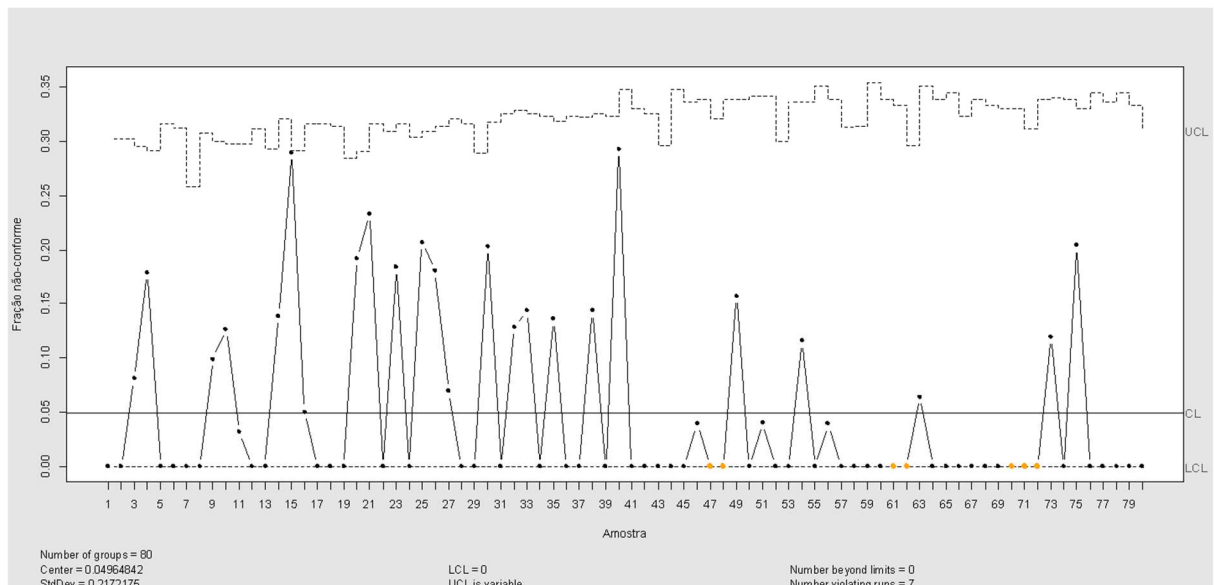
Figura 10 - Gráfico de controle da fração não-conforme p (Feijão)



Fonte: Autoria própria (2025).

De acordo com a Figura 11, em que retrata o desperdício da guarnição de Arroz, semelhante a Figura 10, analisa-se que todos os pontos estão dentro dos limites de controle, ou seja, o desperdício deste tipo de alimento está sob controle estatístico.

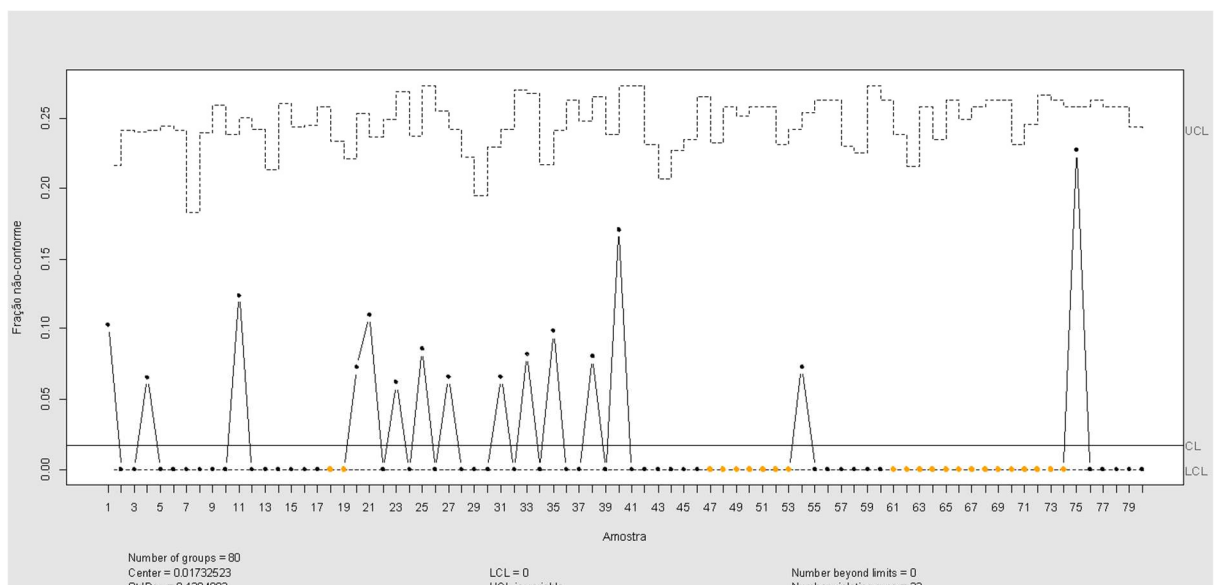
Figura 11 - Gráfico de controle da fração não-conforme p (Arroz)



Fonte: Autoria própria (2025).

Ao verificar o desperdício da guarnição Macarrão, de acordo com a Figura 12, pode-se constatar que esse tipo de alimento também apresentou um desperdício sob controle estatístico, não apresentando fração não-conforme acima dos limites superiores de controle.

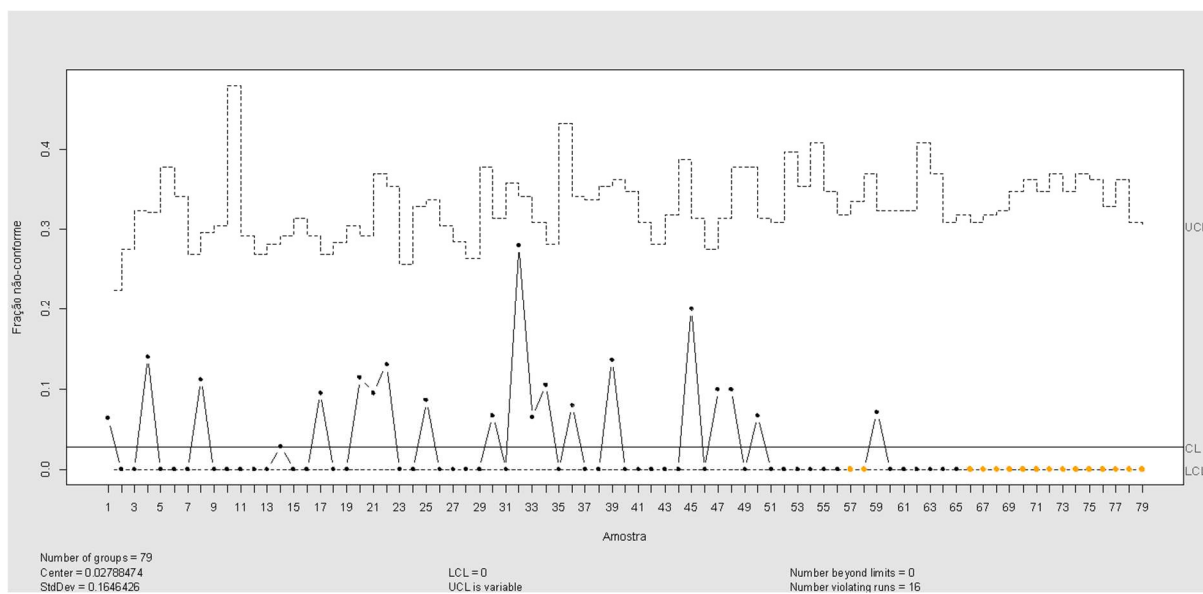
Figura 12 - Gráfico de controle da fração não-conforme p (Macarrão)



Fonte: Autoria própria (2025).

Além das guarnições, também se analisou o desperdício das proteínas, comercializadas pelo restaurante. Na Figura 13, é ilustrado o gráfico p da Carne Bovina. Nessa figura, pode-se observar que todos os percentuais de desperdício estão abaixo do limite superior de controle, ou seja, a produção desse tipo de alimento está sob controle estatístico.

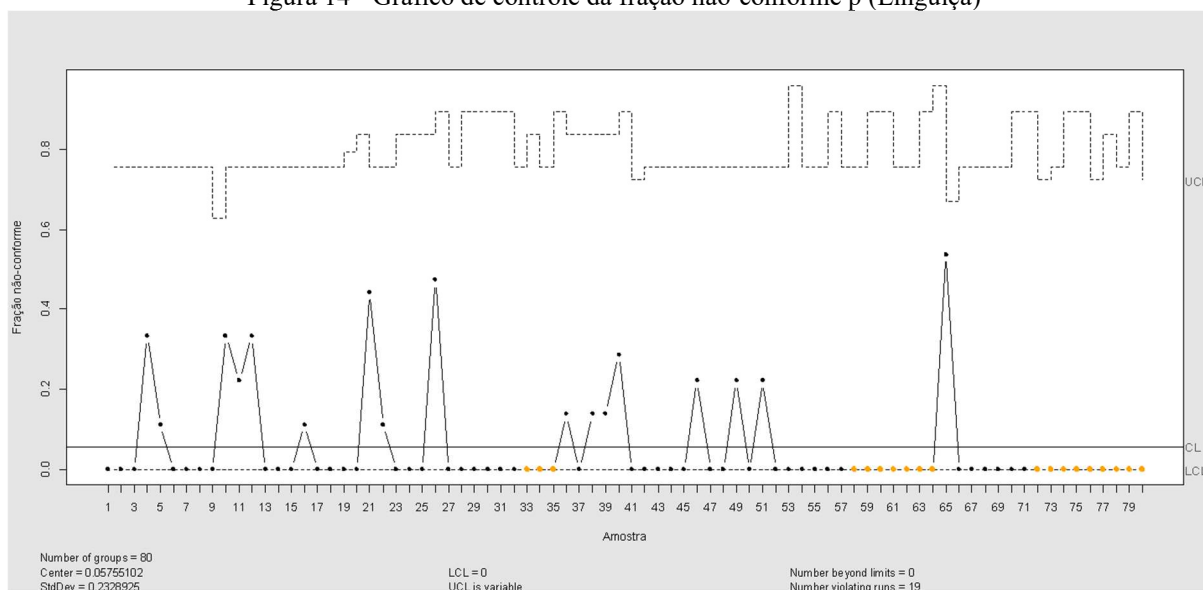
Figura 13 - Gráfico de controle da fração não-conforme p (Carne Bovina)



Fonte: Autoria própria (2025).

Analisando o desperdício da linguiça, através do gráfico p (Figura 14), observa-se que o percentual não-conforme também está sob controle estatístico, tendo todos os pontos abaixo do limite superior de controle.

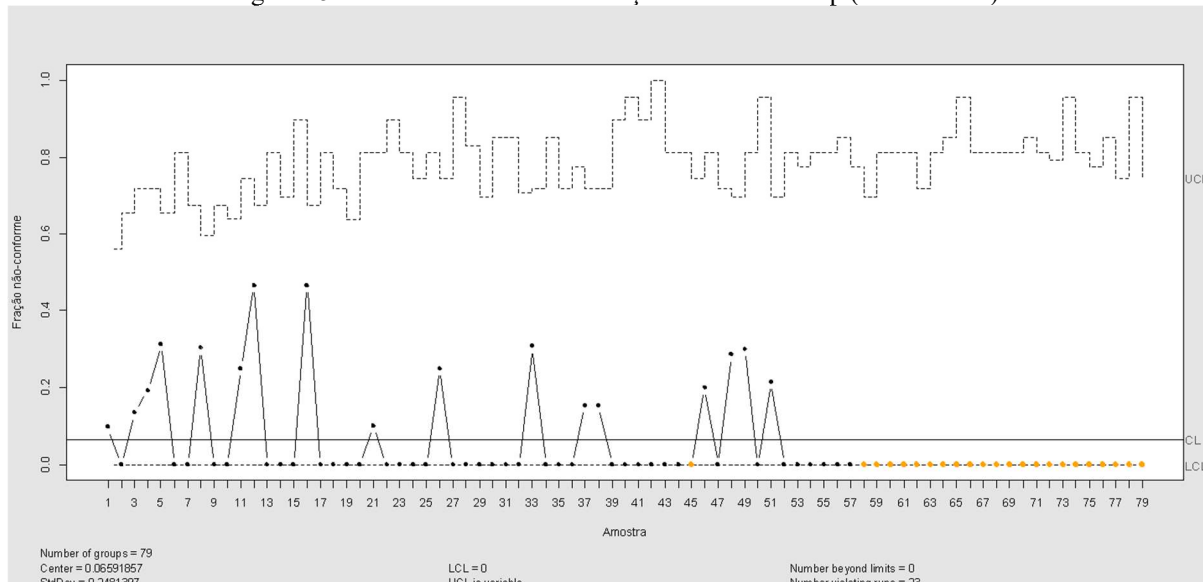
Figura 14 - Gráfico de controle da fração não-conforme p (Linguiça)



Fonte: Autoria própria (2025).

Em respeito à carne suína utilizada no restaurante, através da Figura 15, pode-se constatar que o processo também está sob controle, não havendo nenhuma causa especial.

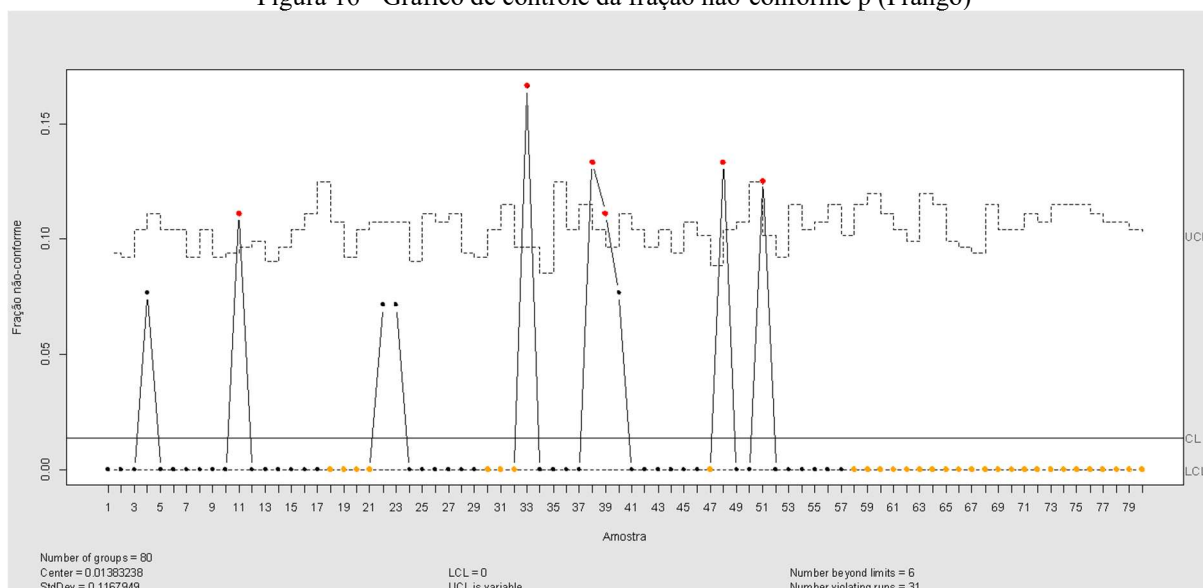
Figura 15 - Gráfico de controle da fração não-conforme p (Carne Suína)



Fonte: Autoria própria (2025).

Ao analisar a produção de frango na empresa (Figura 16), foi possível analisar que dos 80 pontos de desperdício, seis estavam fora dos limites de controle. Essa variação fora de controle, indicou a presença de causas especiais, sugerindo que fatores externos ou internos podem ter influenciado ao aumento do desperdício desse alimento em determinados momentos. Diante desse cenário, tornou-se necessário investigar as razões por trás dessas oscilações, a fim de compreender o que motivou o desvio do padrão esperado.

Figura 16 - Gráfico de controle da fração não-conforme p (Frango)



Fonte: Autoria própria (2025).

Por meio de uma entrevista concedida pelo gestor da empresa, foi possível identificar os principais fatores responsáveis pelo aumento da fração não conforme no desperdício de frango, detectados na Figura 16.

Durante a análise, foram apontadas, questões operacionais, como variações na demanda, falhas no armazenamento e no preparo, além de possíveis erros na estimativa de consumo (Quadro 02). Com base nesses dados, também foi determinado o percentual de defeituosos dentro do subgrupo racional, o que contribuiu para direcionar futuras ações corretivas e aprimorar o controle de qualidade dentro do estabelecimento.

Quadro 2 - Diagnóstico das causas especiais

Subgrupo	Data	<i>p</i>	Motivo do desperdício
11	14/02/2024	11,11%	No feriado de quarta-feira de cinzas, houve uma procura maior por peixe, o que propiciou o desperdício de frango.
33	14/03/2024	16,67%	As quintas-feiras possuem a segunda maior média (15,33 unidades) de peças assadas em relação aos outros dias da semana, nesse dia em específico, a expectativa da demanda não foi atendida. Não se sabe o fator externo.
38	21/03/2024	13,33%	As quintas-feiras possuem a segunda maior média (15,33 unidades) de peças assadas em relação aos outros dias da semana, nesse dia em específico, a expectativa da demanda não foi atendida. Não se sabe o fator externo.
39	22/03/2024	11,11%	As sextas-feiras possuem a maior média (19 unidades) de peças assadas em relação aos outros dias da semana, nesse dia em específico, a expectativa da demanda não foi atendida. Não se sabe o fator externo.
48	08/04	13,33%	Não foi encontrada uma razão ou fator que identificasse a causa deste desperdício.
51	11/04	12,50%	As quintas-feiras possuem a segunda maior média (15,33 unidades) de peças assadas em relação aos outros dias da semana, nesse dia em específico, a expectativa da demanda não foi atendida. Não se sabe o fator externo.

Fonte: Autoria própria (2025).

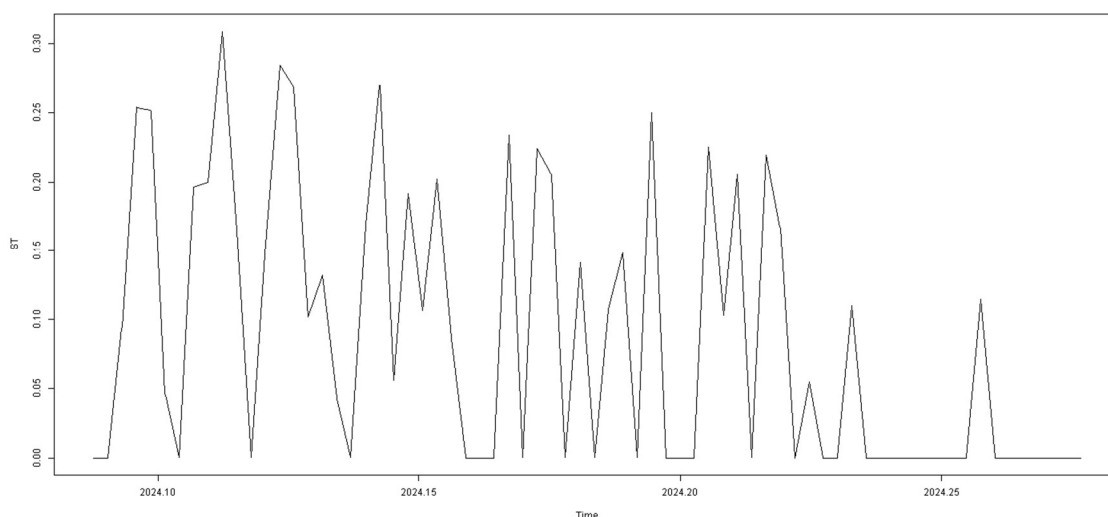
No subgrupo 48 não foi apresentada uma causa do desperdício, o que, segundo Costa et al. (2005) não desqualifica a investigação. Os autores sugerem “não eliminar o ponto, e considerar o gráfico pronto para ser usado no monitoramento.”

4.2 Análise temporal do desperdício

Na análise temporal, serão apresentadas as séries temporais do desperdício de diferentes produtos analisados, com destaque para suas variações e comportamentos ao longo do período estudado.

A Figura 14 representa a série temporal do desperdício de feijão, durante todo o período analisado. Como pode ser observado, houve períodos em que o desperdício alcançou 30%, bem como, dias em que não houve desperdício.

Figura 14 – Série temporal do desperdício de feijão



Fonte: Autoria própria (2025).

A partir da série temporal do desperdício, totalizando uma amostra de tamanho 70, foram utilizados os pacotes do R Core Team (2025) “*forecast*” e “*tseries*” para estimar um modelo temporal para o desperdício. Para isto, foi utilizado a função do R “*auto.arima*”, que faz uma busca direta entre todos os modelos ARIMA e SARIMA, utilizando como seleção de melhor modelo, o menor critério de informação AIC e BIC.

O Quadro 3 ilustra o melhor modelo temporal para o desperdício de feijão, bem como, os critérios de informação AIC e BIC. O modelo ajustado no R resultou em um ARIMA (0,1,1). O número zero significa que não há termo autorregressivo ($AR = 0$). O primeiro número um, representa a existência de uma diferenciação de primeira ordem, o que indica que os dados foram transformados para estacionaridade. O segundo número um, indica que há um termo de média móvel de primeira ordem ($MA = 1$).

De acordo com o Quadro 3, observa-se o Coeficiente de Média Móvel de primeira ordem igual a -0,8836, com um erro padrão de 0,0524. Esse coeficiente indica uma forte dependência negativa entre um valor e seu erro passado. Um valor negativo próximo de -1 sugere que um aumento em um período tende a ser seguido por uma redução no próximo, ou seja, em um dia que se teve um desperdício muito alto de feijão, no dia seguinte, espera-se menor desperdício, muito provavelmente, pela gestão do restaurante diminuir a produção no dia seguinte, com receio de também se ter alto desperdício.

Ainda sobre o Quadro 3, também se observa os critérios de informação AIC e BIC, que servem para comparar modelos, uma vez que quanto menores, melhor o ajuste relativo. Como pode ser analisado, ambos os critérios foram negativos, o que indica um bom ajuste, pois sugerem uma boa explicação dos dados com poucos parâmetros.

Quadro 3 – Parâmetros do modelo temporal do desperdício de feijão

Modelo temporal selecionado		ARIMA (0, 1, 1)
Coeficientes	Média Móvel (1)	-0,8836
	Erro Padrão	0,0524
Estatísticas	Variância dos Erros	0,009057
	Log-Likelihood	64,14
	AIC	-124,27
	BIC	-119,8

Fonte: Autoria própria (2025).

Após analisar os resultados do Quadro 3, pôde-se constatar que o modelo ARIMA (0, 1, 1) para o desperdício de feijão, sugere que a série não é estacionária na sua forma original, mas se torna estacionária após uma diferenciação. A presença de um termo MA (1) significa que os valores futuros da série dependem de um erro passado com forte impacto negativo, além disso, as métricas do modelo indicam um ajuste relativamente bom, tornando possível, realizar uma previsão do desperdício de feijão.

É apresentado no Quadro 4, a previsão do desperdício de feijão por meio de intervalos de 95% de confiança, para as próximas duas semanas de atuação da empresa, ou seja, 10 dias úteis. Para verificar se a previsão do modelo foi assertiva, não foi incluído os dez últimos dias de dados na estimativa do modelo apresentado no Quadro 3, portanto, foi possível comparar os valores reais do desperdício desse período, com os intervalos de confiança para o mesmo período, verificando assim, se o valor real pertence ou não ao intervalo de confiança.

Como pode-se analisar no Quadro 4, todos os valores reais das duas semanas de atuação no restaurante, pertencem ao intervalo de confiança, o desperdício de feijão ocorrido nesse período está dentro do previsto pelo modelo, logo, torna-se possível utilizar esse modelo como

uma forma de gerenciar o desperdício de feijão para períodos futuros. Vale salientar que as previsões para o limite inferior do intervalo de confiança foram negativas, como o percentual de desperdício é no mínimo zero, foi atribuído este valor para os limites inferiores.

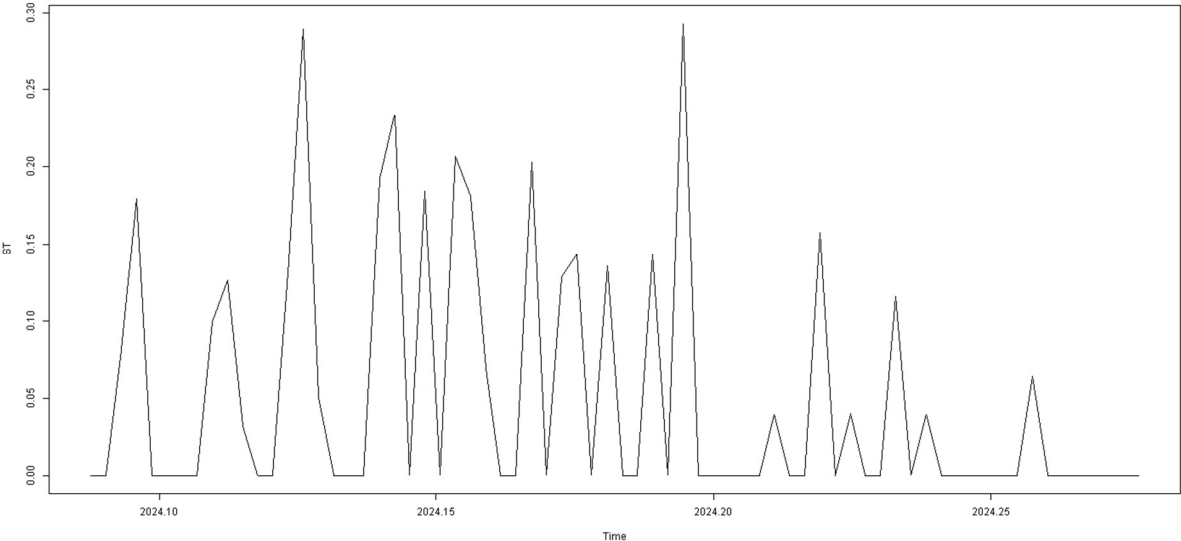
Quadro 4 – Intervalo de confiança para a previsão do desperdício de feijão

Dia	Intervalo de 95% de confiança		Desperdício Real
	Limite Inferior	Limite Superior	
1º	0%	20,32%	0,00%
2º	0%	20,45%	0,00%
3º	0%	20,57%	11,93%
4º	0%	20,69%	0,00%
5º	0%	20,82%	17,38%
6º	0%	20,94%	0,00%
7º	0%	21,06%	0,00%
8º	0%	21,18%	8,13%
9º	0%	21,30%	0,00%
10º	0%	21,42%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ao longo do período analisado, observa-se que, em alguns dias, não houve desperdício de arroz, enquanto em outros momentos os valores se aproximaram de 30%. A Figura 15 ilustra essa série temporal.

Figura 15 – Série temporal do desperdício de Arroz



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O Quadro 5 apresenta o melhor modelo temporal para o desperdício de arroz, juntamente com os critérios de informação AIC e BIC. O modelo ajustado no R foi um ARIMA (0,1,1), no qual se observa um Coeficiente de Média Móvel de primeira ordem de -0,9071, com erro padrão

de 0,0486. Esse coeficiente indica uma forte dependência negativa entre um valor e seu erro passado.

Além disso, os critérios AIC e BIC, também destacados no Quadro 5, apresentaram valores negativos. Isso sugere um bom ajuste do modelo, pois indica que os dados foram bem explicados com um número reduzido de parâmetros.

Quadro 5 – Parâmetros do modelo temporal do desperdício de arroz

Modelo temporal selecionado		ARIMA (0, 1, 1)
Coeficientes	Média Móvel (1)	-0,9071
	Erro Padrão	0,0486
Estatísticas	Variância dos Erros	0,006417
	Log-Likelihood	75,92
	AIC	-147,83
	BIC	-143,37

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Após a análise dos resultados do Quadro 5, constatou-se que o modelo ARIMA (0,1,1) foi utilizado para prever o desperdício de arroz. O Quadro 6 apresenta essa previsão com intervalos de confiança de 95% para as próximas duas semanas de operação da empresa, correspondendo a 10 dias úteis.

Dentre todas as previsões realizadas, apenas a do 5º dia útil não foi assertiva. O limite superior estimado foi de 17,37%, enquanto o desperdício real alcançou 20,47%, sendo esse o único caso que não atendeu ao intervalo previsto. No entanto, isso não invalida a previsão, pois, conforme a teoria dos intervalos de confiança, em cada 100 estimativas, é esperado que cerca de 5 fiquem fora do intervalo estabelecido.

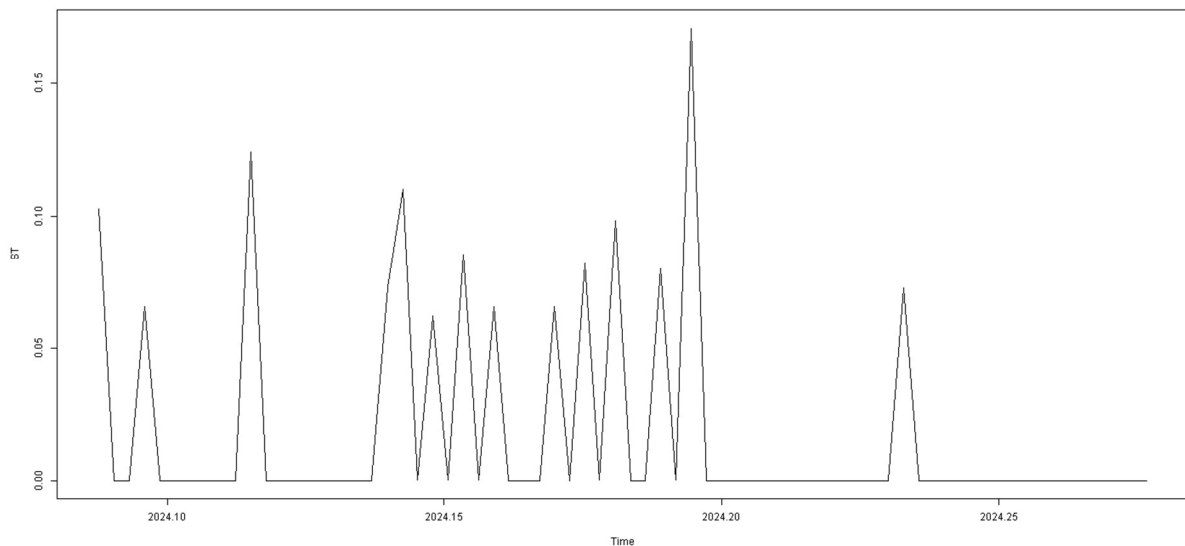
Quadro 6 – Intervalo de confiança para a previsão do desperdício de arroz

Dia	Intervalo de 95% de confiança		Desperdício Real
	Limite Inferior	Limite Superior	
1º	0%	17,10%	0,00%
2º	0%	17,16%	0,00%
3º	0%	17,23%	11,92%
4º	0%	17,30%	0,00%
5º	0%	17,37%	20,47%
6º	0%	17,43%	0,00%
7º	0%	17,50%	0,00%
8º	0%	17,56%	0,00%
9º	0%	17,63%	0,00%
10º	0%	17,70%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ao longo do período analisado, observa-se que, em alguns dias, não houve desperdício de macarrão, enquanto em outros momentos os valores se aproximaram de 20%. A Figura 16 ilustra essa série temporal.

Figura 16 – Série temporal do desperdício de Macarrão



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O modelo ARIMA (1,1,1) é composto por um termo autorregressivo (AR), o que indica que o valor atual da série depende do valor imediatamente anterior; além de uma diferenciação de primeira ordem, sugerindo que a série original tinha uma tendência e precisou ser transformada para se tornar estacionária. Também há um termo de média móvel (MA), o que conclui que o erro atual está correlacionado com o erro do período anterior.

O coeficiente AR (1) é negativo (-0.2373), o que sugere uma leve inversão na tendência passada, ou seja, se o valor anterior foi alto, é provável que o próximo seja mais baixo e vice-versa. O coeficiente MA (1) é fortemente negativo (-0.8786), indicando que os erros do modelo têm uma forte dependência dos erros passados, o que representa que choques nos dados têm um efeito corretivo nos períodos seguintes. O erro padrão do coeficiente MA (1), 0.0771, é pequeno, sugerindo que esse coeficiente é estatisticamente significativo. O erro padrão do coeficiente AR (1), 0.1334, é um pouco maior, o que pode indicar que esse parâmetro tem um nível de incerteza maior.

Quadro 7 – Parâmetros do modelo temporal do desperdício de macarrão

Modelo temporal selecionado		ARIMA (1, 1, 1)
Coeficientes	Autoregressivo (1)	-0,2373
	Erro Padrão	0,1334
	Média Móvel (1)	-0,8786
	Erro Padrão	0,0771
Estatísticas	Variância dos Erros	0,001477
	Log-Likelihood	127,01
	AIC	-248,01
	BIC	-241,31

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O Quadro 8 apresenta a previsão do desperdício de macarrão com intervalos de confiança de 95% para as próximas duas semanas de operação da empresa. Assim como no modelo analisado no Quadro 5, a previsão demonstrou boa aderência aos dados, com exceção do 5º dia útil, cuja estimativa não foi assertiva.

Nesse caso, o limite superior previsto foi de 7,95%, enquanto o desperdício real alcançou 22,73%, tornando esse o único ponto fora do intervalo esperado. No entanto, isso não invalida a previsão, pois, conforme observado no Quadro 5, dentro de um intervalo de confiança de 95%, algumas estimativas podem ocasionalmente ultrapassar os limites estabelecidos.

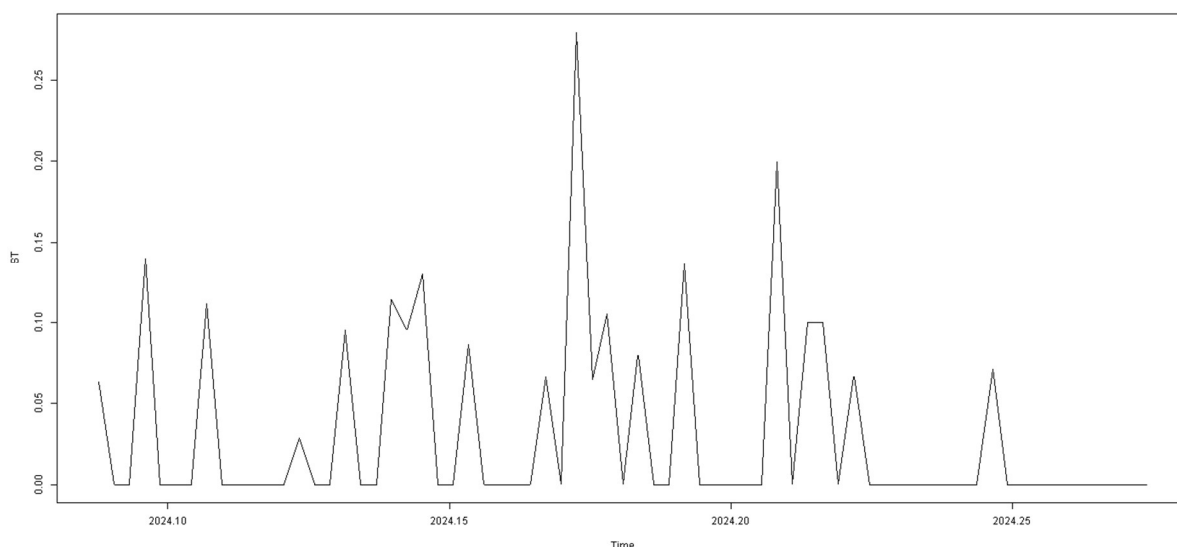
Quadro 8 – Intervalo de confiança para a previsão do desperdício de macarrão

Dia	Intervalo de 95% de confiança		Desperdício Real
	Limite Inferior	Limite Superior	
1º	0%	7,80%	0,00%
2º	0%	7,79%	0,00%
3º	0%	7,88%	0,00%
4º	0%	7,91%	0,00%
5º	0%	7,95%	22,73%
6º	0%	7,98%	0,00%
7º	0%	8,02%	0,00%
8º	0%	8,05%	0,00%
9º	0%	8,09%	0,00%
10º	0%	8,12%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 17 ilustra a série temporal do desperdício de carne bovina ao longo de todo o período analisado. Percebe-se que, em certos períodos, o desperdício quase atingiu 30%, enquanto em outros dias não houve registro de desperdício.

Figura 17 – Série temporal do desperdício de carne bovina



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No modelo ARIMA (0,0,0), o passado não influencia o presente, pois os dados flutuam em torno da média, indicando que a série é estacionária. Trata-se de um modelo de ruído branco com uma média diferente de zero, o que implica que não há dependência estatística significativa ao longo do tempo. Esse modelo sugere que os valores da série variam aleatoriamente em torno da média de 0,0310, sem apresentar tendências ou sazonalidades.

Como a série é caracterizada por ruído branco, as previsões futuras serão simplesmente baseadas na média estimada, ou seja, 0,0310 (3,1%). Comparando a média com o percentual de perda dos dez dias seguintes, observa que o modelo foi assertivo, uma vez que nesse período, não houve perda, portanto, a fração não-conforme desse período foi inferior à média do modelo.

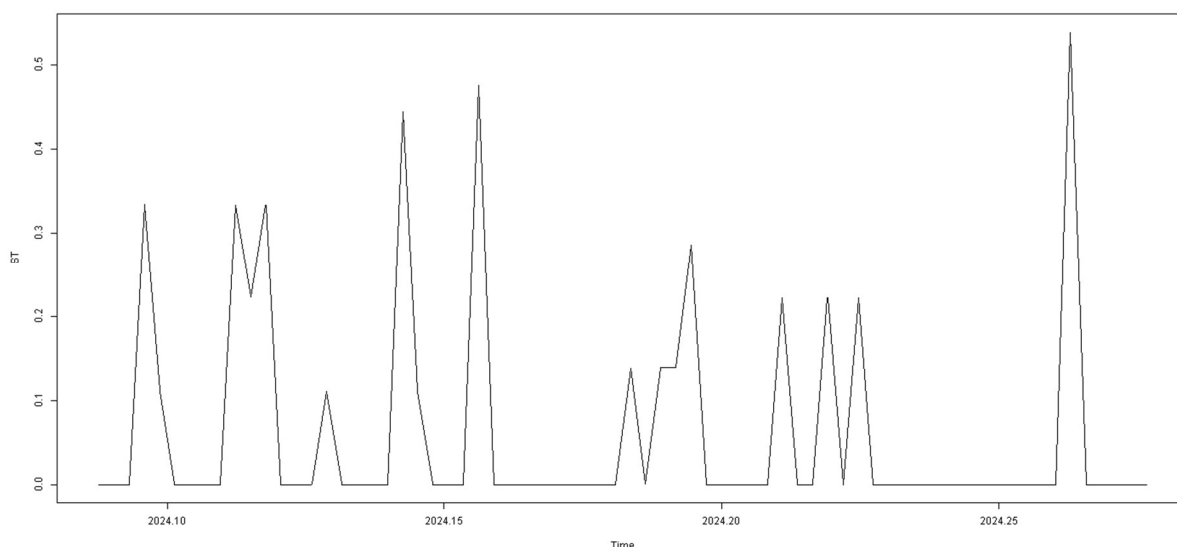
Quadro 9 – Parâmetros do modelo temporal do desperdício de carne bovina

Modelo temporal selecionado		ARIMA (0, 0, 0)
Coeficientes	Média	0,0310
	Erro Padrão	0,0068
Estatísticas	Variância dos Erros	0,003223
	Log-Likelihood	100,54
	AIC	-197,08
	BIC	-192,61

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 18 representa a série temporal do desperdício de linguiça, durante todo o período analisado. Como pode ser observado, houve períodos em que o desperdício ultrapassou 50%, bem como, dias em que não houve desperdício.

Figura 18 – Série temporal do desperdício de linguiça



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No modelo ARIMA (0,0,0), os valores oscilam aleatoriamente ao redor da média de 0,0626, sem apresentar tendência ou sazonalidade. Como se trata de um modelo de ruído branco, as previsões futuras serão simplesmente baseadas nessa média estimada (6,3%).

Semelhante ao caso da carne bovina, o desperdício de linguiça para os dez dias após a coleta de dados foi zero, portanto, abaixo da média prevista pelo modelo temporal.

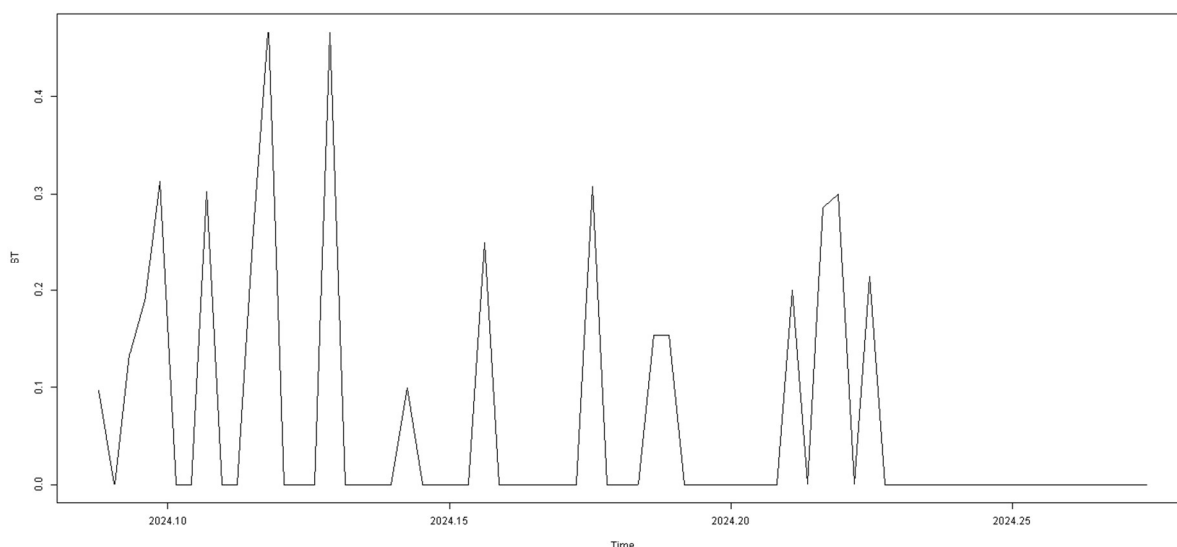
Quadro 10 – Parâmetros do modelo temporal do desperdício de linguiça

Modelo temporal selecionado		ARIMA (0, 0, 0)
Coeficientes	Média	0,0626
	Erro Padrão	0,0153
Estatísticas	Variância dos Erros	0,0166
	Log-Likelihood	44,62
	AIC	-85,24
	BIC	-80,74

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A série temporal do desperdício de carne suína ao longo do período analisado é apresentada na Figura 19. Nela, é possível observar que houve momentos em que o desperdício quase alcançou 50%, enquanto em outros dias não foi registrado desperdício.

Figura 19 – Série temporal do desperdício de carne suína



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O modelo ARIMA (4,1,0) sugere que a série tem uma estrutura autorregressiva forte, onde os últimos 4 valores influenciam diretamente o valor atual. Todos os coeficientes autorregressivos são negativos, indicando que há um padrão oscilatório na série, ou seja, se o valor da série aumenta em um período, é provável que diminua no próximo. Além disso, os coeficientes AR decrescem em magnitude, sugerindo que a influência dos valores passados diminui ao longo do tempo. Os erros padrões são relativamente baixos, sugerindo que os coeficientes são estatisticamente significativos. A presença da diferenciação ($d = 1$) sugere que a série original possuía tendência, e a diferenciação foi necessária para torná-la estacionária.

Quadro 11 – Parâmetros do modelo temporal do desperdício de carne suína

Modelo temporal selecionado		ARIMA (4, 1, 0)
Coeficientes	Autoregressivo (1)	-0,8587
	Erro Padrão	0,1186
	Autoregressivo (2)	-0,8035
	Erro Padrão	0,1416
	Autoregressivo (3)	-0,5930
	Erro Padrão	0,1404
	Autoregressivo (4)	-0,2176
	Erro Padrão	0,1183
Estatísticas	Variância dos Erros	0,01497
	Log-Likelihood	47,75
	AIC	-85,5
	BIC	-74,41

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Em respeito ao Quadro 12, foi possível observar as previsões realizadas pelo modelo ARIMA (4, 1, 0). Como pode ser analisado, não houve desperdício no período dos dez dias seguintes, após a coleta de dados. Assim, os intervalos de confiança, gerados pelo modelo contempla, o desperdício real.

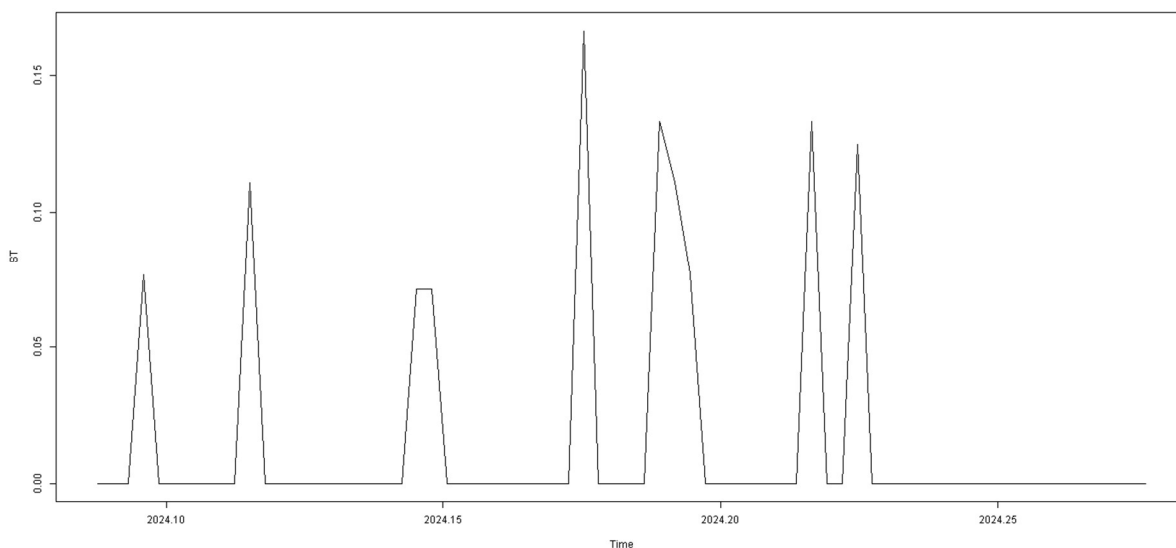
Quadro 12 – Intervalo de confiança para a previsão do desperdício de carne suína

Dia	Intervalo de 95% de confiança		Desperdício Real
	Limite Inferior	Limite Superior	
1º	0%	23,98%	0,00%
2º	0%	24,22%	0,00%
3º	0%	24,29%	0,00%
4º	0%	24,90%	0,00%
5º	0%	27,06%	0,00%
6º	0%	28,41%	0,00%
7º	0%	28,75%	0,00%
8º	0%	29,32%	0,00%
9º	0%	30,41%	0,00%
10º	0%	31,43%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ao longo do período analisado, observa-se que, em alguns dias, não houve desperdício de frango, enquanto em outros momentos os valores se aproximaram de 20%. A Figura 20 ilustra essa série temporal.

Figura 20 – Série temporal do desperdício de frango



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No modelo ARIMA (0,0,0) o passado não influenciará no presente, pois os dados giram em torno da média, ele é estacionário. é um modelo de ruído branco com média diferente de zero, o que significa que a série temporal não apresenta dependência estatística significativa ao

longo do tempo. Esse modelo sugere que os valores da série oscilam aleatoriamente ao redor da média 0.0154, sem nenhuma estrutura de tendência ou sazonalidade. Devido a série ser um ruído branco, previsões futuras serão simplesmente a média estimada, ou seja, 0,0154 (1,5%).

De forma análoga ao que ocorreu nos modelos temporais das proteínas de carne bovina e linguça, o desperdício de frango para os dez dias após a coleta de dados foi zero, portanto, abaixo da média prevista pelo modelo temporal.

Quadro 13 – Parâmetros do modelo temporal do desperdício de frango

Modelo temporal selecionado		ARIMA (0, 0, 0)
Coeficientes	Média	0,0154
	Erro Padrão	0,0047
Estatísticas	Variância dos Erros	0,00158
	Log-Likelihood	126,91
	AIC	-249,82
	BIC	-245,32

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.3 Proposição de melhorias

Embora a maioria das guarnições e proteínas que compunham as refeições do estabelecimento apresentasse desperdício zero, na maior parte dos dias analisados, como o macarrão, que não teve desperdício em 82,5% dos dias, e o frango, em 88,75%; essa aparente eficiência nem sempre foi benéfica. Conforme relatado pelo gerente do restaurante, em diversas ocasiões, a venda total dos alimentos resultou na chegada de novos clientes que não puderam ser atendidos, pois toda a oferta do dia já havia se esgotado.

Pensando nisso, e em outras questões que diminuam a eficiência da utilização dos insumos que constituem o produto, foi proposto um plano de ação 5W2H para abrandar não só a perda de clientes, como também, atrair novos clientes por meio de fidelização, implementação de sistema de comunicação, monitoramento contínuo de padrões de consumo para ajuste de produção, doações, entre outros.

Quadro 14 - Sugestão de Plano de Ação 5W2H para o restaurante

Melhoria	<i>What</i> (O quê?)	<i>Why</i> (Por quê?)	<i>Where</i> (Onde?)	<i>When</i> (Quando?)	<i>Who</i> (Quem?)	<i>How</i> (Como?)	<i>How much</i> (Quanto custa?)
Sistema de reservas ou pedidos antecipados	Permitir que os clientes reservem refeições ou façam pedidos antecipadamente.	Reduzir frustração ao encontrar pratos esgotados e otimizar a produção.	No restaurante, via telefone, WhatsApp ou aplicativo próprio.	Antes do horário de pico, com reservas aceitas até um horário limite.	Equipe do restaurante e clientes.	Criar um sistema simples, divulgar nas redes sociais e treinar a equipe para gerenciar os pedidos.	Baixo custo (uso de WhatsApp, planilhas ou sistema básico).
Comunicação sobre disponibilidade dos pratos	Informar os clientes sobre a quantidade de refeições disponíveis no dia.	Para que os clientes possam se programar melhor e evitar frustrações.	Redes sociais, site do restaurante e quadro informativo no local.	No início do dia e conforme os pratos forem esgotando.	Gerente e equipe de atendimento.	Atualizar informações em tempo real via stories no Instagram, painéis digitais ou avisos no estabelecimento.	Baixo custo (depende apenas da equipe divulgar as informações).
Programa de fidelização	Criar um sistema de recompensas para clientes frequentes.	Incentivar a fidelização e manter o fluxo de clientes.	No restaurante e por meio de cartões físicos ou digitais.	Implementar gradualmente e avaliar a resposta dos clientes.	Gerente e equipe de atendimento.	Oferecer descontos progressivos, brindes ou pontos acumulativos para trocar por refeições.	Médio custo (descontos podem impactar a margem, mas aumentam a fidelização).
Ajuste na produção diária	Ajustar a quantidade de comida preparada com base na demanda.	Equilibrar a oferta para minimizar desperdícios sem perder vendas.	Na cozinha do restaurante, utilizando os dados coletados.	Diariamente, analisando padrões de consumo.	Chef, gerente e equipe de cozinha.	Usar os dados estatísticos para prever a quantidade ideal de produção a cada dia.	Baixo custo (uso de análises internas).
Monitoramento contínuo do desperdício	Acompanhar e analisar o desperdício regularmente.	Identificar padrões e otimizar a produção.	Relatórios internos e gráficos de controle estatístico.	A cada período definido (semanal ou mensalmente).	Gerente e equipe de controle de qualidade.	Utilizar ferramentas estatísticas e softwares como o R para análise de tendências.	Médio custo (exige tempo de análise e possível treinamento).

Melhoria	<i>What</i> (O quê?)	<i>Why</i> (Por quê?)	<i>Where</i> (Onde?)	<i>When</i> (Quando?)	<i>Who</i> (Quem?)	<i>How</i> (Como?)	<i>How much</i> (Quanto custa?)
Aproveitamento de sobras de forma criativa	Criar pratos secundários ou promoções para minimizar desperdícios.	Reduzir perdas financeiras e oferecer opções acessíveis.	No cardápio do restaurante.	No final do expediente ou em dias de menor demanda.	Chef e equipe de cozinha.	Desenvolver receitas com sobras ou oferecer descontos em refeições próximas do encerramento do dia.	Baixo custo (depende da criatividade da equipe).
Treinamento da equipe sobre porcionamento	Ensinar os funcionários a servir porções mais equilibradas para reduzir sobras nos pratos dos clientes.	Evitar desperdício na hora do consumo.	Na cozinha e no salão do restaurante.	Treinamentos periódicos e reforço na rotina.	Chefe de cozinha e atendentes.	Definir padrões de porções e reforçar boas práticas de aproveitamento de alimentos.	Médio custo (tempo de treinamento).
Vendas de pratos reduzidos ou infantis	Oferecer opções de pratos menores para clientes que comem menos.	Evitar sobras no prato e reduzir desperdício.	No cardápio do restaurante.	Todos os dias, como opção adicional.	Gerente e chef.	Criar opções menores no cardápio e treinar a equipe para oferecer aos clientes.	Baixo custo (requer apenas ajustes no cardápio).
Controle de estoque mais eficiente	Melhorar o controle de entrada e saída de ingredientes.	Evitar excessos de compra e desperdício de produtos vencidos.	No estoque da cozinha.	Diariamente ou semanalmente, conforme necessidade.	Equipe de compras e gerente.	Utilizar um sistema de gestão de estoque para acompanhar consumo e validade dos produtos.	Médio custo (dependendo do software escolhido).
Doação de excedentes para instituições sociais	Criar um programa para doar alimentos não vendidos, mas ainda próprios para consumo.	Reduzir desperdício e ajudar comunidades carentes.	Parceria com ONGs ou bancos de alimentos.	Sempre que houver excedentes, com frequência semanal ou mensal.	Gerente e equipe de logística.	Firmar parceria com instituições e definir dias de entrega.	Baixo custo (exige apenas logística básica).
Pesquisa de satisfação com clientes	Coletar feedback sobre porções e preferência dos clientes.	Ajustar o cardápio e a quantidade produzida com base no gosto do público.	No restaurante e online.	Periodicamente, a cada mês ou trimestre.	Gerente e equipe de atendimento.	Usar QR Codes nos recibos ou um formulário simples para coletar opiniões.	Baixo custo (uso de Google Forms ou ferramentas gratuitas).

Fonte: Autoria própria (2025).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão inadequada das perdas de alimentos processados em um restaurante de Santana do Seridó-RN impacta diretamente a eficiência operacional e a qualidade dos produtos oferecidos. Diante disso, este estudo buscou responder à seguinte questão: "Quais estratégias de controle podem ser implementadas para minimizar as perdas de alimentos processados e melhorar a eficiência geral do restaurante?". Com base nos resultados obtidos, verificou-se que a aplicação de técnicas estatísticas e preditivas permitiu um melhor entendimento do desperdício e possibilitou a formulação de sugestões para otimizar o funcionamento do estabelecimento.

O objetivo geral do estudo foi alcançado, pois foi realizada uma análise inferencial sobre o índice de perdas dos alimentos processados e verificou-se que os percentuais dessas perdas estavam sob controle estatístico. Além disso, todos os objetivos específicos foram atingidos. O controle estatístico de qualidade foi aplicado no percentual de perdas, demonstrando que, com exceção do frango, os demais alimentos estavam sob controle estatístico. Ademais, modelos de séries temporais foram estimados para o percentual de perdas e, a partir deles, foram realizadas previsões, cuja acurácia foi validada pela comparação com dados reais.

A análise dos desperdícios revelou que, entre os insumos avaliados (feijão, arroz, macarrão, carne bovina, linguiça, carne suína e frango), apenas o frango apresentou um comportamento fora de controle estatístico, indicando maior variabilidade no desperdício deste item. Embora os demais ingredientes estivessem sob controle estatístico, ainda apresentavam desperdício regular, evidenciando a necessidade de estratégias para sua redução. Com base nesses resultados, foram sugeridas ações do plano 5W2H, como o ajuste da produção diária com base na demanda histórica, um monitoramento mais rigoroso dos padrões de consumo e o treinamento da equipe para otimizar o aproveitamento dos ingredientes.

Além disso, a aplicação de séries temporais foi fundamental para validar a previsibilidade do desperdício. Para testar a precisão das projeções, foram retirados 10 dias de dados reais e estimados os modelos temporais, posteriormente, realizadas previsões para o mesmo período, permitindo a comparação entre valores estimados e reais. Os modelos se mostraram altamente eficaz, com apenas duas previsões fora da margem esperada: no quinto dia, o arroz teve um desperdício real de 20,47%, ultrapassando a estimativa máxima prevista pelo modelo de 17,37%, enquanto o macarrão, registrou 22,73% de desperdício, significativamente acima da previsão de 7,95%.

Os resultados mais relevantes do estudo apontaram que, apesar da redução significativa do desperdício, o desperdício zero não é necessariamente positivo. Conforme relatado pelo gestor do restaurante, em diversas ocasiões, a demanda por determinados pratos superou a oferta, resultando na insatisfação de clientes que não puderam ser atendidos.

Assim, além do controle de perdas, sugere-se o aprimoramento do planejamento de produção para melhor alinhar oferta e demanda. Entre as recomendações propostas, destacam-se a implementação de um sistema de reservas ou pedidos antecipados, a comunicação efetiva sobre a disponibilidade dos pratos e o ajuste dinâmico na produção diária. Além disso, a adoção de um programa de fidelização, o monitoramento contínuo do desperdício e o aproveitamento de sobras de forma criativa podem contribuir significativamente para a eficiência operacional do restaurante.

Apesar dos avanços proporcionados por este estudo, algumas limitações devem ser consideradas. A coleta de dados foi restrita a um período específico de 80 dias, o que pode limitar a generalização dos resultados a longo prazo. Além disso, fatores externos, variações inesperadas na demanda, não foram plenamente contemplados na modelagem. Outra limitação está na impossibilidade de aplicar a metodologia em restaurantes de diferentes perfis, dado que o estudo foi baseado em um estabelecimento específico.

Para pesquisas futuras, sugere-se a ampliação da base de dados para incluir um período maior de análise, permitindo uma compreensão mais aprofundada das tendências de desperdício ao longo do tempo. Além disso, a incorporação de variáveis externas, como promoções, pode refinar as previsões e tornar as estratégias de controle mais precisas. Por fim, seria interessante aplicar a metodologia desenvolvida em outros restaurantes, possibilitando a comparação de resultados e a avaliação da aplicabilidade das soluções propostas em diferentes contextos gastronômicos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA (org.). **Alimentação fora de casa deve encerrar 2022 com R\$543 bi em receitas**. 2022. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/noticias/alimentacao-fora-de-casa-deve-encerrar-2022-com-r-543-bi-em-receitas>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

BARROS, A. C.; MATTOS, D. M.; OLIVEIRA, I. C. L.; et al. **Análise de Séries Temporais em R: Curso Introdutório**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017.

BRADACZ, Dulce Cléa. **Modelo de Gestão da Qualidade Para o Controle de Desperdício de Alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição**. 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85188?show=full>. Acesso em: 23 mar. 2025.

BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais** - 2ª edição revista e atualizada. 2. ed. Porto Alegre: +A Educação - Cengage Learning Brasil, 2018.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**, 3ª edição. Grupo GEN, 2016.

CAUCHICK, P. **Metodologia Científica para Engenharia**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2019.

CONNECTION, Food. **Restaurantes desperdiçam de 4 até 10% dos alimentos antes que cheguem ao prato do cliente: como mudar esse cenário?**. 2023. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/artigos/restaurantes-desperdicam-de-4-ate-10-dos-alimentos-antes-que-cheguem-ao-prato-do/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2005.

COSTA, Leila Aparecida da. **Caracterização do resíduo da fabricação de farinha de mandioca e seu aproveitamento no desenvolvimento de alimento em barra**. 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87786?utm>. Acesso em: 23 mar. 2025.

FAO. **FAO apresenta avanços no combate às perdas e ao desperdício de alimentos**. 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1062706/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (ed.). **O desperdício alimentar tem consequências ao nível do clima, da água, da terra e da biodiversidade: novo estudo da FAO**, 2013. Disponível em: <<https://www.fao.org/news/story/pt/item/204029/icode/>>. Acesso em: 03 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (ed.). **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. [S. l.]: Raúl Osvaldo Benítez, 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>>. Acesso em: 28 set. 2023.

GALINDO, L. S.; AZEVEDO, F. F. Uso corporativo do território e a nova divisão territorial do trabalho da indústria do vestuário no Rio Grande do Norte. **Ateliê Geográfico**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 27-46, 20 abr. 2020.

GARVIN, D. A. Competing on the eight dimensions of quality. Cambridge. **Harvard Business Review**, v.1, p 101-109, nov. 1987.

GOOGLE. **Google Sheets**: planilhas on-line e colaborativas. Planilhas on-line e colaborativas. 2025. Disponível em: <<https://workspace.google.com/intl/pt-BR/products/sheets/>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

HOFFMANN, R. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2016.

HYNDMAN, R.; KHANDAKAR, Y. Automatic time series forecasting: the forecast package for R. **Journal of Statistical Software**, 26 (3), 1-22, 2008.

HYNDMAN, R.; ATHANASOPOULOS, G.; BERGMEIR, C.; CACERES, G.; CHHAY, L.; O'HARA-WILD, M.; PETROPOULOS, F.; RAZBASH, S.; WANG, E.; YASMEEN, F. **forecast: Forecasting functions for time series and linear models**. R package version 8.21.1, <<https://pkg.robjhyndman.com/forecast/>>, 2023.

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

LIBRARY, B. **Philip Crosby: zero defects thinker**. 2023. Disponível em: <<https://www.bl.uk/people/philip-crosby>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

LOPES, J. C. C. **Gestão da Qualidade: Decisão ou Constrangimento Estratégico**. 2014. Dissertação (Mestrado em estratégia empresarial) - Universidade Europeia, Lisboa, 2014.

LOUZADA, F.; DINIZ, C. A R; FERREIRA, P. H; FERREIRA, E. L. **Controle Estatístico de Processos: uma abordagem prática para cursos de engenharia e administração**. São Paulo: LTC, 2013.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Perdas e desperdícios de alimento**. 2023. Gov.br. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/perdas-e-desperdicio-de-alimentos>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 7ª ed. Grupo GEN, 2016.

MORETTIN, P. A. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

PNUMA. **Índice de Desperdício Alimentar: relatório 2021**. Relatório 2021. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/indice-de-desperdicio-de-alimentos-2021>. Acesso em: 22 mar. 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 09 jan. 2025.

RAMOS, E. M. L S.; ALMEIDA, S. S.; ARAÚJO, A. R. **Controle estatístico da qualidade**. Grupo A, 2012.

SCRUCCA, L. qcc: an R package for quality control charting and statistical process control. **R News** 4/1, 11-17, 2004.

SEBRAE. **5W2H**. o que é, para que serve e por que usar na sua empresa. 2025. Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/5w2h-o-que-e-para-que-serve-e-por-que-usar-na-sua-empresa>. Acesso em: 17 mar. 2025

SERIDÓ, Prefeitura Municipal de Santana do. **Prefeitura Municipal de Santana do Seridó**. 2025. Disponível em: <<https://www.pmsantanadoserido.rn.gov.br/>>. Acesso em: 03 jan. 2025. SHARPE, N. R.; VEAUX, R. D. D.; VELLEMAN, P. F. **Estatística aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SHARPE, Noreen R.; VEAUX, Richard D. de; VELLEMAN, Paul F. **Estatística Aplicada: administração, economia e negócios**. São Paulo: Bookman, 2011. 871 p.

SOUSA, A. R S.; SILVA, C.; SILVA, J. S. F.; et al. **Análise de séries temporais**. Porto Alegre: Grupo A, 2021.

SPOHR, Caroline. **Os Gráficos de Controle como Ferramenta de Análise do Desperdício Alimentar em um Restaurante Universitário**. 2014. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-Rs, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/987>. Acesso em: 04 abr. 2025.

TEIXEIRA, I. L. S. **Potencial produtivo e econômico do açaí (Euterpe Oleracea Mart.) no estado do Pará**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/EQVA-BBWE4U?mode=full>. Acesso em: 23 mar. 2025.

TRAPLETTI, A.; HORNIK, K. **tseries: Time Series Analysis and Computational Finance**. R package version 0.10-54, <<https://CRAN.R-project.org/package=tseries>>, 2023.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.