

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

VANESSA MOURA SANTOS

APLICAÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE
DECOMPOSIÇÃO CLÁSSICA DE SÉRIE TEMPORAL EM UM
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

ITUIUTABA
2023

VANESSA MOURA SANTOS

APLICAÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE
DECOMPOSIÇÃO CLÁSSICA DE SÉRIE TEMPORAL EM UM
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Administração, Ciências
Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço
Social da Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.^a Dra. Vanessa Aparecida
de Oliveira Rosa

ITUIUTABA
2023

VANESSA MOURA SANTOS

APLICAÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE
DECOMPOSIÇÃO CLÁSSICA DE SÉRIE TEMPORAL EM UM
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Administração, Ciências
Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço
Social da Universidade Federal de Uberlândia,
como requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Engenharia de Produção.

Ituiutaba, 21 de novembro de 2023.
Banca Examinadora:

Profa. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa (orientador), FACES/UFU

Profa. Dra. Déborah Almeida de Oliveira Carvalho, FACES/UFU

Profa. Dra. Gabriela Lima Menegaz, FACES/UFU

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, que sempre me apoiaram e inspiraram ao longo desta jornada acadêmica. E deixo meu carinho aos funcionários do restaurante, cujo comprometimento e apoio foram fundamentais para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda força que ele me deu para continuar seguindo nessa jornada.

Quero deixar meus profundos agradecimentos também a minha vó que não pode estar presente em vida durante essa minha jornada, mas que com seu apoio e força espiritualmente me trouxe mais essa conquista.

Deixo aqui meus agradecimentos a funcionários do restaurante, cuja colaboração foram fundamentais para essa realização.

Meus profundos agradecimentos à minha querida família, pelo apoio incondicional, encorajamento constante e amor inabalável que me guiaram até aqui.

Aos amigos que conheci ao longo desta jornada, pelos momentos compartilhamentos durante essa conquista, e por enriquecerem minha vida de maneira especial.

A minha orientadora Profa. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa, por ser paciente e tão colaborativa durante a execução desse trabalho.

RESUMO

A previsão de demanda desempenha papel crucial no planejamento estratégico e operacional das empresas, permitindo decisões mais sólidas em áreas como produção e planejamento de recursos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo aplicar o método de decomposição clássica de série temporal na previsão de demanda do restaurante universitário do Campus Pontal da Universidade Federal de Uberlândia, a fim de evitar o desperdício de alimentos. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de caso e incluiu entrevistas informais com o gestor da empresa. Os dados coletados abrangem a demanda de refeições no primeiro semestre letivo de 2023, no período entre 27/02/2023 e 29/06/2023. Após a coleta de dados, utilizando uma abordagem quantitativa, estes dados foram organizados, tratados e analisados como uma série temporal, com a aplicação de um modelo de previsão utilizando o software Excel[®]. Os resultados mostraram o padrão de sazonalidade ao longo de cada dia da semana no decorrer do semestre 2023/1. Com base nos índices sazonais do almoço e jantar, observou-se que houve uma queda de 15% nas refeições do jantar durante as sexta-feira, e uma redução mais significativa de 34% nas refeições do almoço no dia de sábado.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Decomposição de série temporal. Restaurante universitário.

ABSTRACT

Demand forecasting plays a crucial role in companies' strategic and operational planning, allowing for more solid decisions in areas such as production and resource planning. In this context, the present work aims to apply the classical time series settlement method in forecasting demand for the university restaurant at Campus Pontal of the Federal University of Uberlândia, in order to avoid food waste. The research was conducted through a case study and included informal interviews with the company manager. The data collected covers the demand for meals in the first academic semester of 2023, in the period between 02/27/2023 and 06/29/2023. After data collection, using a quantitative approach, this data was organized, treated and analyzed as a time series, with the application of a forecast model using Excel® software. The results showed the seasonality pattern throughout each day of the week during the 2023/1 semester. Based on seasonal indices for lunch and dinner, we found that there was a 15% drop in dinner meals on Friday, and a more significant reduction of 34% in lunch meals on Saturday.

Keywords: Demand forecast. Time series decomposition. University restaurant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Sazonalidade: a) aditiva com tendência; b) multiplicativa com tendência.....	5
Figura 2:	Séries temporais da demanda por refeições no RU: a) almoço; b) jantar.....	10
Figura 3:	Séries temporais da demanda no RU, após tratamento dos dados: a) almoço; b) jantar.....	11
Figura 4:	Demanda real e prevista das refeições do almoço.....	14
Figura 5:	Gráfico de controle 4 MAD para as refeições do almoço.....	15
Figura 6:	Demanda real e prevista das refeições do jantar.....	16
Figura 7:	Gráfico de controle 4 MAD para as refeições do jantar.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Índices sazonais das refeições do almoço.....	12
Tabela 2:	Decomposição da série temporal das refeições do almoço (resultados parciais).....	13
Tabela 3:	Erro de previsão para as refeições do almoço.....	14
Tabela 4:	Índices sazonais das refeições do jantar.....	15
Tabela 5:	Erro de previsão para as refeições do jantar.....	16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA.....	2
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	2
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	2
1.3	JUSTIFICATIVA.....	2
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1	PREVISÃO DE DEMANDA.....	4
2.2	METODO DE PREVISÃO	4
2.2.1	<i>Decomposição clássica de série temporal</i>	5
2.3	ERROS DE PREVISÃO.....	7
3	METODOLOGIA.....	9
4	RESULTADOS	10
4.1	MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	10
4.2	ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS DAS REFEIÇÕES DO ALMOÇO E JANTAR NO RU	11
4.3	APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO PARA AS REFEIÇÕES DO JANTAR...	14
4.4	APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO PARA AS REFEIÇÕES DO JANTAR...	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas (ABERC, 2023), a dimensão e a importância deste setor na economia nacional podem ser medidas a partir dos números gerados pelo segmento no ano 2021, em que o mercado de refeições coletivas como um todo forneceu 35,5 milhões de refeições diárias, incluindo merendas e alimentação escolar; movimentou 19,3 bilhões de reais por ano; ofereceu 250 mil empregos diretos; consumiu 7,5 mil toneladas de alimentos por dia, e representou para os governos uma receita de 2,6 bilhões de reais anuais, entre impostos e contribuições.

Neste setor encontram-se os restaurantes universitários (RU), que têm como propósito fornecer refeições balanceadas e adequadas, do ponto de vista nutricional e sanitário, à comunidade acadêmica e contribuir para práticas de ensino, pesquisa e extensão. Ainda, a missão dos restaurantes universitários é ser um equipamento social capaz de evitar a evasão ou a retenção acadêmica resultante de condições socioeconômicas específicas (UFU, 2023).

Uma condição fundamental para o bom desempenho dos restaurantes universitários é o planejamento adequado do volume de refeições a ser preparado, pois visa, entre outros aspectos, reduzir o desperdício de alimentos (Parisoto; Hautrive; Cembrarel, 2013). Assim, destaca-se a importância da aplicação de técnicas acuradas de previsão de demanda. De acordo com Silva (2020), a demanda está ligada com o consumo de um bem ou serviço oferecidos por uma empresa. Ela também pode indicar a quantidade de produtos que esta pode oferecer durante um período de tempo.

Para Makridakis et al. (1998), a realização da previsão de demanda auxilia na determinação dos recursos necessários para a empresa. Segundo Moreira (2008), é indispensável que se saiba o quanto a empresa planeja vender de seus produtos ou serviços no futuro, tendo em vista que essa expectativa é o ponto de partida, de forma direta ou indireta, para praticamente todas as decisões.

Para a previsão da demanda podem ser utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas, ou uma junção das duas (Pellegrini; Fogliatto, 2000). De acordo com Tubino (2000), as técnicas quantitativas necessitam de uma sequência de observações e baseiam-se no padrão histórico de demanda, a partir do qual define-se o modelo matemático de previsão mais adequado e estima-se valores futuros. Dentre os métodos quantitativos, a decomposição clássica de série temporal consiste em identificar padrões de tendência e sazonalidade na série temporal de uma variável

de interesse, e a observação deste comportamento passado pode permitir fazer previsões sobre o futuro, orientando a tomada de decisões.

Neste contexto, a seguir são apresentados os objetivos do presente trabalho.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

Aplicar o método de decomposição clássica de série temporal na previsão de demanda do restaurante universitário do Campus Pontal da Universidade Federal de Uberlândia, a fim de evitar o desperdício de alimentos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Fazer o levantamento da série histórica;
- Analisar o comportamento da série e realizar as tratativas necessárias;
- Aplicar o método de previsão e analisar os índices sazonais diários;
- Validar o modelo por meio dos erros de previsão.

1.3 Justificativa

Este trabalho justifica-se uma vez que a partir de uma previsão de demanda eficaz é possível determinar a quantidade de insumos e alimentos a serem produzidos, evitando os desperdícios, reduzindo os custos e melhorando o nível de serviço aos clientes. Com a previsão de demanda, é possível garantir que haverá refeições suficientes para todos os alunos, evitando filas e atrasos no atendimento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Previsão de demanda

A previsão de demanda desempenha um papel fundamental no planejamento estratégico e operacional das empresas, permitindo-lhes tomar decisões sobre produção, compras, estoque, alocação de recursos e estratégias de marketing. Essas previsões permitem que as empresas se antecipem às necessidades do mercado, prevendo com precisão as suas ações (Tubino, 2000).

Para Dias (1996), uma previsão de demanda estabelece estimativas futuras de produtos acabados comercializados e vendidos. Portanto, essa previsão tem um papel fundamental nas empresas, ajudando a otimizar o uso dos recursos disponíveis, reduzir custos, melhorar a eficiência e satisfazer o cliente.

Tubino (2000) destaca que, apesar do avanço da tecnologia dos recursos computacionais e da sofisticação matemática, a previsão não é uma ciência exata, ela também envolve a experiência pessoal do profissional para analisar o cenário. A única afirmação que se pode garantir é que o valor previsto sempre será uma aproximação do valor real. Quanto mais apurada a técnica, melhor será o resultado obtido.

2.2 Métodos de previsão

As previsões de demanda podem ser divididas em dois grupos: qualitativas e quantitativas. As técnicas qualitativas são desenvolvidas principalmente por dados subjetivos, sendo mais complexos para representar numericamente. São utilizados com mais frequência quando não se dispõe de tempo para uma coleta de dados detalhada. Baseiam-se em opinião dos gerentes, vendedores, compradores e/ou pesquisa de mercado (Dias, 1996).

Por sua vez, os métodos quantitativos são aqueles baseados em séries de dados históricos nas quais se procura, por meio de análises numéricas, identificar padrões de comportamento para que estes sejam projetados para o futuro (Tubino, 2000).

Diversos modelos podem ser utilizados para realização da previsão de demanda por meio de métodos quantitativos. Dentre eles destaca-se a análise das séries temporais, que segundo Ballou (2006), utilizam informações históricas relacionadas apenas a variável dependente.

Para Ballou (2006), este método de previsão é baseado na suposição de que quando há um padrão na série analisado, esse padrão pode ser decomposto em seus componentes para auxiliar a compreender o comportamento da série. Os componentes do padrão de demanda podem ser usados para projetar valores futuros usados como previsões. Segundo Makridakis (1998), uma série temporal pode conter os seguintes componentes: tendência, sazonalidade, variações cíclicas e variações irregulares.

- tendência (T): representa mudanças de longo prazo no nível da série, que pode ser causado por fatores como mudança gradual de hábitos de consumo, crescimento demográfico, etc.
- sazonalidade (S): envolve flutuações cíclicas de variação em intervalos de tempo constantes, com duração inferior a um ano.
- ciclo (C): flutuações nos valores da variável com duração superior a um ano, e que se repetem com certa periodicidade, como por exemplo resultado de variação da economia como períodos de crescimento ou recessão
- variações irregulares (I): são as flutuações inexplicáveis, resultado de fatos fortuitos e inesperados, como econômicos, fenômenos naturais, etc.

Quando a série temporal dos dados obtidos não apresenta um movimento de tendência significativo, os métodos de média móvel e suavização exponencial simples podem ser empregados. Se apresenta movimentos significativos de tendência e/ou sazonalidade, pode-se aplicar, dentre outros, o método de Holt, para dados apenas com tendência, ou os modelos de Holt-Winters e decomposição da série temporal, para dados com tendência e/ou sazonalidade (Lustosa et al., 2008). A seguir é apresentado o método da decomposição clássica de série temporal.

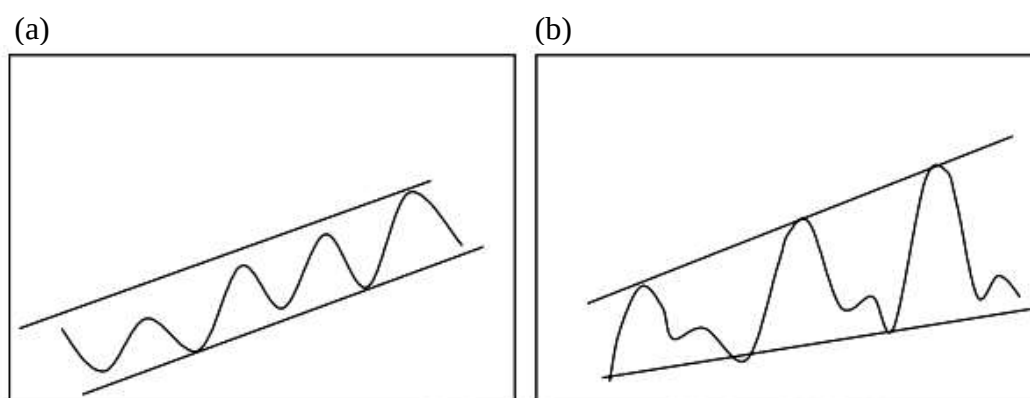
2.2.1 Decomposição clássica de série temporal

Este método é baseado na premissa de que quando há um padrão em uma série temporal analisada, este pode ser decomposto em seus componentes para ajudar a entender o comportamento da série. Os métodos de decomposição são constituídos de um padrão e de um elemento de erro ou aleatoriedade na série temporal (Makridakis; Wheelwright; Hyndman, 1998). Segundo Ballou (2006), este é um método que tem grande aceitação e apresenta boa precisão.

De acordo com Reis [s.d.], as variações sazonais são representadas pelos índices sazonais, ou fatores sazonais, um para cada período em que o ano é dividido (se a série é registrada mensalmente há 12 índices, se trimestralmente, há 4 índices, etc.). Os índices sazonais modificam a tendência, ao serem somados (modelo aditivo) ou multiplicados por ela.

Segundo Lustosa et al. (2008), o modelo aditivo é adequado quando a amplitude das flutuações sazonais não se altera com o nível da série. Caso as flutuações sazonais divergirem crescente ou decrescentemente em proporção ao nível da série, o modelo mais apropriado será o multiplicativo (Figura 1).

Figura 1 – Sazonalidade: a) aditiva com tendência; b) multiplicativa com tendência



Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2008)

Para Reis [s.d.], no modelo aditivo, se todos os índices forem próximos ou exatamente iguais a zero, então as componentes sazonais parecem não exercer grande efeito sobre a série. Porém, se os índices forem substancialmente diferentes de zero, tanto positivos como negativos, o valor da tendência será modificado por eles, indicando influência das componentes sazonais na série. Por sua vez, no modelo multiplicativo, se todos os índices sazonais forem aproximadamente iguais a 1, então as componentes sazonais parecem não exercer grande efeito sobre a série; se os índices forem substancialmente diferentes de 1, pelo menos 5% acima ou abaixo em alguns dos períodos, o valor da tendência será modificado por eles, indicando que as componentes sazonais afetam a série. Quando se usa o modelo aditivo a soma de todos os índices sazonais precisa ser igual, ou muito próxima, de zero. Quando se usa o modelo multiplicativo, a soma precisa ser igual ao período da sazonalidade. Em alguns casos, é preciso fazer pequenas correções nos índices sazonais para garantir tal comportamento.

Os modelos aditivo e multiplicativo podem ser calculados conforme a Equação 1 e 2, respectivamente, seguindo os parâmetros utilizados por Moreira (2008):

$$Y = (T) + (S) + (C) + (i) \quad (1)$$

$$Y = (T).(S).(C).(i) \quad (2)$$

Sendo:

Y = valor da série (demanda prevista);

T = componente de tendência;

S = componente de sazonalidade;

C = componente cíclica;

i = resíduo devido a flutuações irregulares.

Além do modelo clássico apresentado, há também outras abordagens de decomposição de séries temporais, como os modelos auto-regressivos (AR), os modelos de média móvel auto-regressivos (ARMA), e os modelos de médias móveis integradas auto-regressivos (ARIMA). Porém, tais métodos são de maior complexidade de entendimento e aplicação (Makridakis; Wheelwright; Hyndman, 1998).

2.3 Erros de previsão

Para Ballou (2006), os erros de previsão se referem ao nível do desvio do nível de demanda. O desvio é classificado como uma medida do erro de previsão com relação a uma medida exponencial. De acordo com Lustosa et al. (2008), o indicador básico do erro de previsão é comparar o valor da demanda real com a demanda prevista (Equação 3).

$$E_t = D_t - F_{t-1} \quad (3)$$

Sendo:

E_t = erro de previsão no período t ;

D_t = demanda real para o período t ;

F_{t-1} = demanda prevista para o período $t - 1$.

A partir dos valores de erro, pode-se calcular o desvio absoluto médio (MAD – *Mean Absolut Deviation*) (Equação 4), que é utilizado para calcular o desvio-padrão do componente aleatório, e na escolha de parâmetros e métodos de previsão. Caso os valores do MAD sejam

baixos, o método está bem ajustado. Entretanto, valores altos indicam que existem problemas com o método de previsão utilizado e/ou com os parâmetros empregados (Moreira, 2008).

$$MAD = \frac{\sum |D_t - F_{t-1}|}{n} \quad (4)$$

Sendo:

n = número de observações

D_t = demanda real para o período t ;

F_{t-1} = demanda prevista para o período $t - 1$.

Para Tubino (2000), compara-se o valor do erro com o valor de 4 MAD para o limite superior e inferior. Se os valores dos erros estiverem dentro dos limites de controle, o modelo de previsão pode ser validado. Se não, o modelo deve ser revisto. Assim, a cada nova previsão, o erro deve ser plotado, analisado e, se constar alguma extrapolação dos limites, ações corretivas devem ser tomadas.

Outro indicador da acuracidade do modelo é o erro percentual absoluto médio (MAPE – *Mean Absolute Percentual Error*). Seu cálculo expressa a precisão como uma porcentagem do erro, conforme Equação 5.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|D_t - F_t|}{|D_t|} * 100 \quad (5)$$

Tubino (2000) afirma que não há técnica de previsão de demanda que possa usar em todas as situações. Além disso, o método de previsão deve ser monitorado, fazendo as modificações necessárias no modelo original.

3 METODOLOGIA

Uma pesquisa pode ser classificada quanto à sua natureza em pesquisa aplicada ou básica. A primeira tem resultados visíveis, enquanto a segunda acumula conhecimentos que podem ser levados ao meio acadêmico (Schwartzman, 1979). Este estudo é de natureza aplicada e, no que se refere problema de pesquisa, trata-se de uma pesquisa quantitativa. Conforme Godoy (1995), este tipo de pesquisa parte de um plano pré-estabelecido, com hipóteses e variáveis definidas, e a quantificação dos resultados precisos é importante para evitar análises errôneas.

Em relação aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva. Conforme Gil (2010), as pesquisas descritivas têm como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Este tipo de pesquisa busca descrever um fenômeno ou situação em detalhe, abrangendo com exatidão as características de um indivíduo ou de uma situação.

Por fim, quanto ao procedimento, foi realizado um estudo de caso, no qual selecionou-se uma empresa de pequeno porte do ramo de restaurante universitário, localizada na cidade de Ituiutaba-MG, contratada para servir as refeições do RU da Universidade Federal de Uberlândia.

A técnica de coleta de dados foi realizada primeiramente por meio de entrevistas informais com a gestora da empresa. Posteriormente, foi solicitado o histórico da quantidade de refeições servidas no RU, no almoço e jantar, que foi disponibilizado em planilhas eletrônicas. Os dados coletados referem-se à demanda de refeições no primeiro semestre letivo de 2023, que iniciou na data de 27/02/2023, e se encerrou em 29/06/2023. A empresa não possui o histórico de vendas anterior a esse período, uma vez que o serviço era prestado por um outro fornecedor de refeições.

Após a coleta dos dados estes foram organizados, tratados e posteriormente dispostos graficamente para a análise da série temporal. O modelo de previsão foi aplicado utilizando-se o *software* Excel®.

4 RESULTADOS

4.1 Mapeamento da realidade empresarial

A Divisão de Restaurantes Universitários da Universidade Federal de Uberlândia conta, atualmente, com cinco restaurantes, localizados nos campus Santa Mônica, Umuarama, Glória, Pontal e Monte Carmelo. As refeições são fornecidas pela empresa Paladar Nutri, fundada em 2018, atuante no segmento de restaurantes e similares. Ao longo dos anos a empresa evoluiu e hoje se destaca no fornecimento de refeições coletivas para órgãos públicos e empresas privadas, mantendo um foco especial no sabor caseiro.

O estudo de caso foi realizado no campus Pontal, localizado em Ituiutaba, MG. O RU oferece refeições de baixo custo aos estudantes durante dois períodos por dia, sendo almoço e jantar. O almoço, de segunda a sábado, e o jantar, de segunda a sexta-feira. Os cardápios do almoço e jantar são variados, de acordo com o dia da semana. Esses mapas são utilizados ao longo do semestre de forma cíclica, ou seja, quando finaliza o último cardápio, retorna para o primeiro.

A previsão de demanda na empresa é realizada baseada na experiência da gestora. Por meio de entrevistas, uma das dificuldades relatadas por ela foi o excesso de alimentos prontos em certos dias da semana, levando a desperdícios significativos. Logo, evidenciou-se a necessidade de uma abordagem mais precisa e baseada em dados, para a previsão de demanda, a fim de evitar tanto a escassez quanto o desperdício de alimentos no restaurante universitário.

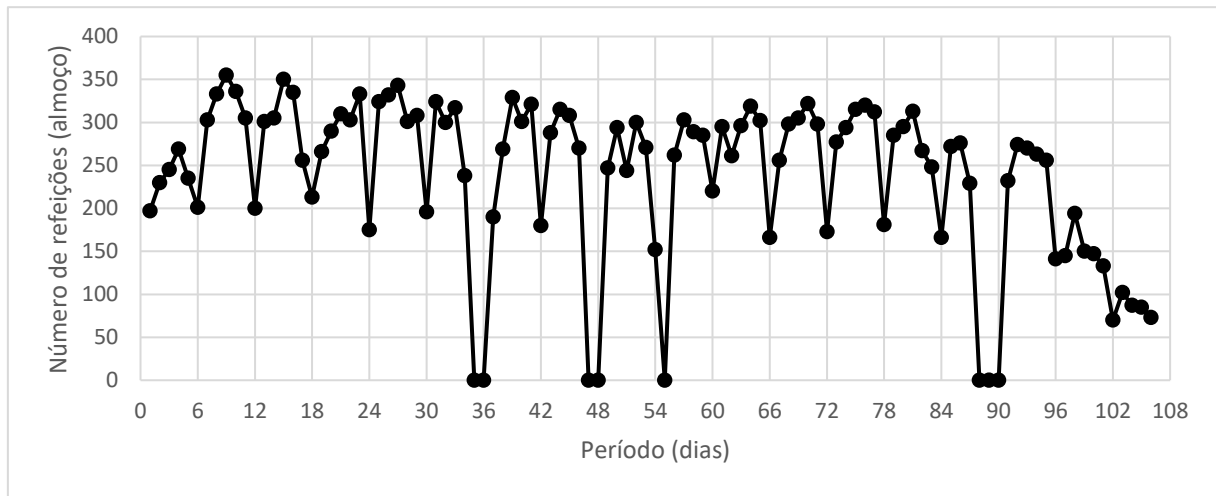
Neste contexto, a fim de analisar se houve um comportamento de sazonalidade para cada dia da semana no semestre 2023/1, foi aplicado o método de decomposição clássica de previsão de demanda, sendo os resultados apresentados a seguir.

4.2 Análise das séries temporais das refeições do almoço e jantar do RU

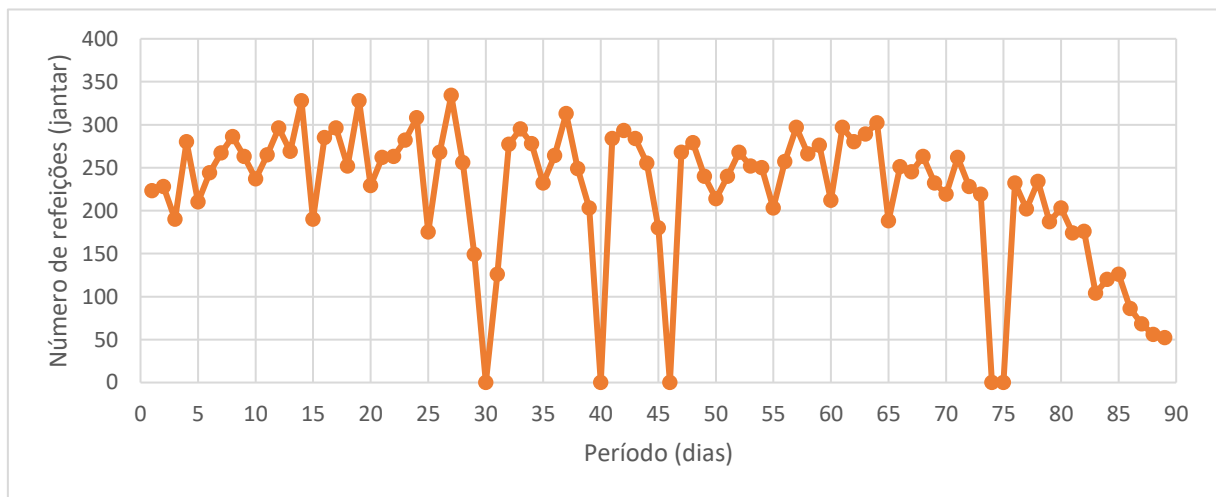
A Figura 2 apresenta as séries temporais da demanda de almoço e jantar do RU, no período analisado. No almoço (Figura 2a), o restaurante serve refeições de segunda a sábado, enquanto que no jantar (Figura 2b), as refeições são servidas de segunda a sexta-feira.

Figura 2 – Séries temporais da demanda por refeições no RU: a) almoço; b) jantar

(a)



(b)



Fonte: Autor (2023)

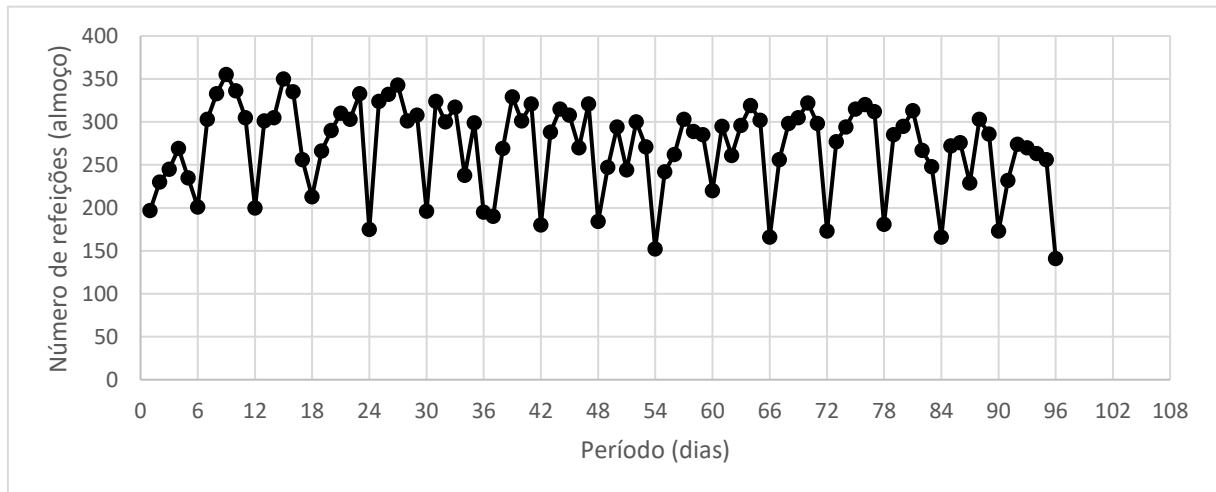
Como pode-se observar na Figura 2, existem padrões durante os dias da semana, nos quais alguns apresentaram maior demanda, seguido de dias com queda no número de refeições servidas. Além disso, é possível notar que nas últimas semanas do semestre a demanda apresentou uma tendência de queda, o que pode ser justificado por parte dos alunos já terem concluído as disciplinas e, por isso, viajaram para as suas cidades de origem antes do encerramento do semestre. Por sua vez, os valores de demanda iguais a zero correspondem a dias em que o restaurante não abriu, como em feriados e recessos.

Assim, foi feito o tratamento dos *outliers*, sendo os valores iguais a zero substituídos pela média do número de refeições do seu respectivo dia da semana. Por exemplo, no jantar (Figura 2b), o dado de número 30 da série temporal, que corresponde a uma sexta-feira, foi substituído pela média de refeições das três últimas sextas-feiras que a antecederam. Também foram removidos da série temporal os dados das duas últimas semanas do semestre letivo.

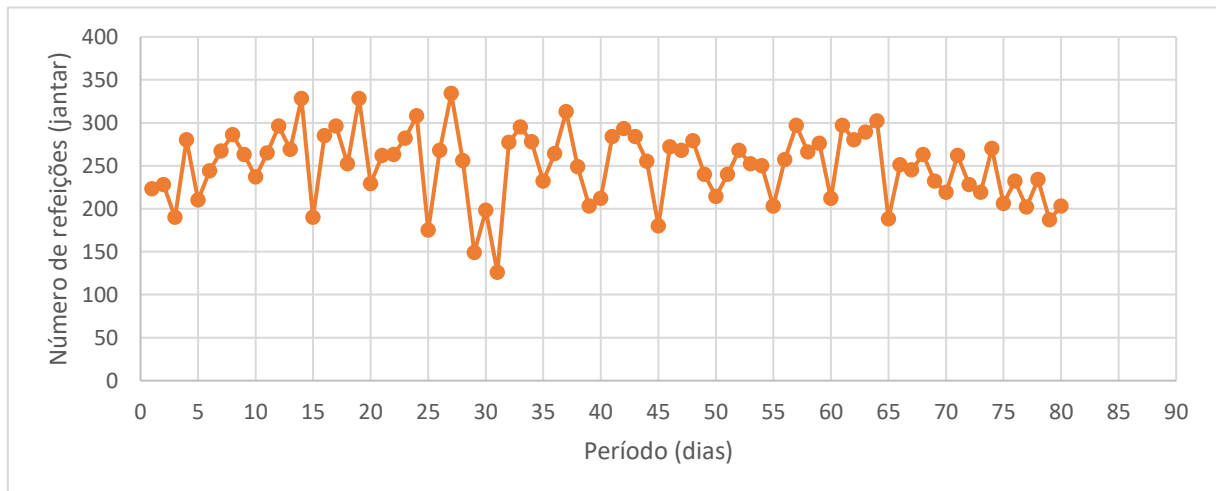
A Figura 3 apresenta os dados tratados, os quais posteriormente foram aplicados no modelo de previsão.

Figura 3 – Séries temporais da demanda no RU, após tratamento dos dados: a) almoço; b) jantar

(a)



(b)



Fonte: Autor (2023)

A partir da análise do comportamento das séries temporais, e da comparação dos valores de erros de previsão obtidos em testes preliminares realizados no *software* Minitab®, aplicou-se o modelo da decomposição de série temporal, sazonalidade multiplicativa, e ciclo sazonal igual a 6 e 5 dias, para o almoço e jantar, respectivamente. Os resultados da aplicação e validação do modelo são apresentados a seguir.

4.3 Aplicação e validação do modelo de previsão, para as refeições do almoço

A partir da determinação do ciclo sazonal, igual a 6 dias (segunda a sábado), aplicou-se a média móvel centrada para se obter os índices sazonais de cada período deste ciclo, sendo estes apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Índices sazonais das refeições do almoço

Dia	Índice Sazonal
Segunda-feira	0,99
Terça-feira	1,07
Quarta-feira	1,10
Quinta-feira	1,09
Sexta-feira	1,08
Sábado	0,66

Fonte: Autor (2023)

Como pode-se notar na Tabela 1, no sábado o índice sazonal é significativamente menor do que 1, indicando que nesse dia a demanda fica abaixo da média diária, em aproximadamente 34%. Por sua vez, o maior índice sazonal é o de quarta-feira, com um aumento de demanda neste dia de aproximadamente 10%. O índice mais próximo de 1 é o de segunda-feira, indicando que este dia não é afetado por componente sazonal.

Uma vez definidos os índices sazonais, a próxima etapa do modelo consistiu em fazer a decomposição da série temporal, que se baseia em remover desta série os componentes de sazonalidade e de tendência, a fim de identificar quais destes estão atuando neste conjunto em particular e, posteriormente, calcular o valor previsto e o erro (resíduo). A Tabela 2 apresenta parcialmente o resultado da decomposição da série temporal das refeições do almoço.

Tabela 2 – Decomposição da série temporal das refeições do almoço (resultados parciais)

Dia	Demanda	Índice Sazonal	Dessazonalização	Tendência	Sem Tendência	Previsão	Erro
1	197	0,9938	198,24	284,75	0,69	282,98	-85,98
2	230	1,0732	214,32	284,48	0,81	305,29	-75,29
3	245	1,1029	222,14	284,20	0,86	313,45	-68,45
4	269	1,0893	246,96	283,93	0,95	309,27	-40,27
5	235	1,0809	217,40	283,65	0,83	306,61	-71,61
6	201	0,6592	304,91	283,38	0,71	186,80	14,20
7	303	0,9938	304,90	283,10	1,07	281,33	21,67
8	333	1,0732	310,30	282,83	1,18	303,52	29,48
9	355	1,1029	321,88	282,55	1,26	311,63	43,37
10	336	1,0893	308,47	282,28	1,19	307,47	28,53
11	305	1,0809	282,16	282,00	1,08	304,82	0,18
12	200	0,6592	303,40	281,73	0,71	185,71	14,29
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
96	141	0,6592	213,89	258,59	0,55	170,46	-29,46

Fonte: Autor (2023)

Da Tabela 2, primeiramente, para remover o componente sazonal dos dados para cada período, dividiu-se a demanda com o seu respectivo índice sazonal, obtendo-se os dados dessazonalizados. A partir dos valores obtidos (coluna “Dessazonalização”), aplicou-se o método dos mínimos quadrados para determinar a equação de tendência ajustada, apresentada na Equação 6. O componente de tendência (Y_t) para um período de tempo (t) específico foi calculado inserindo os valores de tempo para cada observação no conjunto de dados na equação de tendência ajustada.

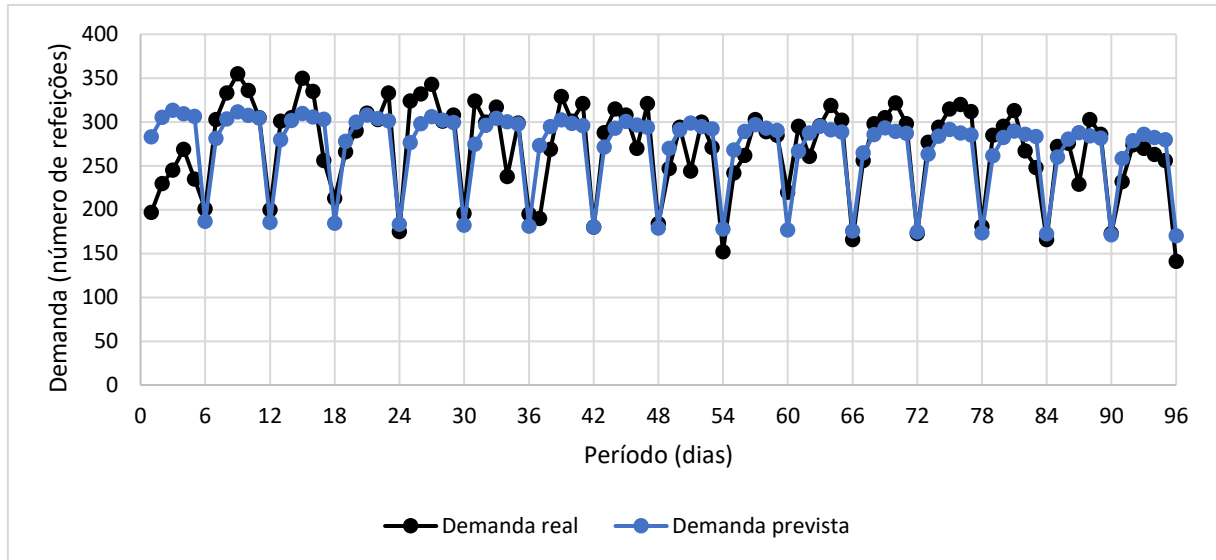
$$Y_t = - 0,2754 \cdot t + 285,03 \quad (6)$$

A partir da aplicação da Equação 6 obteve-se o componente de tendência da série temporal (coluna “Tendência”), que por sua vez também foi removido da série. Para tanto, dividiu-se a demanda de cada período por sua respectiva tendência, obtendo-se os valores apresentados na coluna “Sem Tendência”.

Por fim, uma vez removidos da série temporal os componentes de sazonalidade e de tendência, o próximo passo consistiu em fazer a previsão, multiplicando-se para cada período seus respectivos valores do índice de sazonalidade e de tendência (coluna “Previsão”). O erro de previsão (coluna “Erro”) é dado como a diferença entre a demanda real e a demanda prevista.

A Figura 4 apresenta o gráfico do comportamento da demanda real e da demanda prevista, para as refeições do almoço.

Figura 4 – Demanda real e prevista das refeições do almoço



Fonte: Autor (2023)

Observa-se na Figura 4 que o método aplicado apresentou um bom resultado, em que para a maior parte dos dias a demanda real acompanhou o comportamento da demanda prevista, com erro percentual médio de 8,77%, o que corresponde a 23 refeições de almoço por dia (Tabela 3).

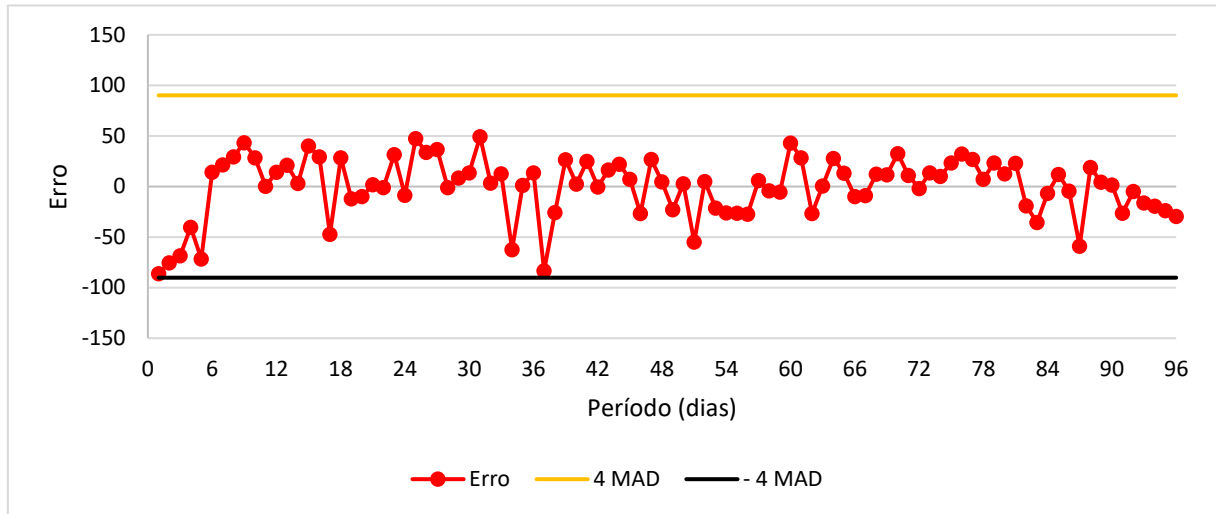
Tabela 3 – Erro de previsão para as refeições do almoço

Erros	
MAD	MAPE
22,53	8,77%

Fonte: Autor (2023)

Por sua vez, a Figura 5 apresenta o gráfico de controle de 4 MAD. Nele, tem-se a confirmação de que o modelo se mostrou aderente, uma vez que os valores de erro se encontram dentro dos limites de controle. Logo, este modelo pode ser validado.

Figura 5 – Gráfico de controle 4 MAD para as refeições do almoço



Fonte: Autor (2023)

4.4 Aplicação e validação do modelo de previsão, para as refeições do jantar

A Tabela 4 apresenta os índices sazonais do ciclo de sazonalidade igual a 5 dias, das refeições do jantar.

Tabela 4 – Índices sazonais das refeições do jantar

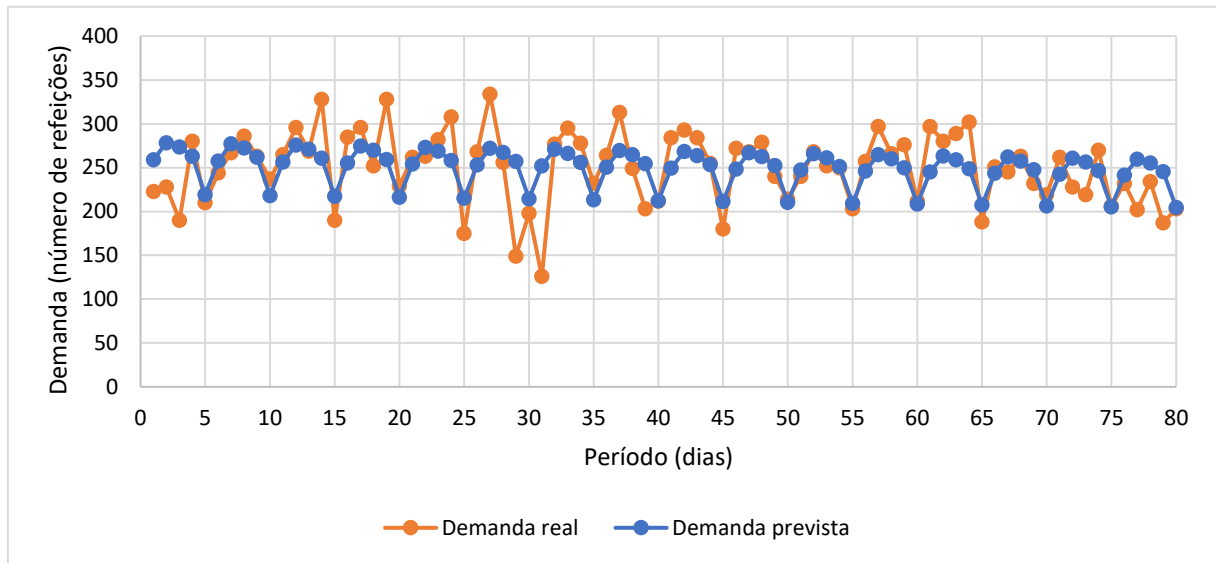
Período	Índice Sazonal
1	1,01
2	1,08
3	1,06
4	1,02
5	0,85

Fonte: Autor (2023)

Da Tabela 4, observa-se que o menor índice sazonal no jantar é referente à sexta-feira, indicando que nesse dia a demanda fica abaixo da média diária, em aproximadamente 15%. Por sua vez, os maiores índices sazonais são no jantar de terça e quarta-feira, em que a demanda é cerca de 8% e 6% maior, respectivamente. Na segunda e quinta-feira, os índices são bem próximos de 1, de maneira que estes dias não são afetados por componente sazonal.

A Figura 6 apresenta o gráfico do comportamento da demanda real e da demanda prevista, para as refeições do jantar.

Figura 6 – Demanda real e prevista das refeições do jantar



Fonte: Autor (2023)

Observa-se na Figura 6 que para a maior parte dos períodos a demanda real acompanhou o comportamento da demanda prevista, sendo que os maiores erros são observados nos dias 29 e 31, que referem a uma quinta e segunda-feira, respectivamente. Esse comportamento pode ser justificado porque este período corresponde ao feriado de Páscoa, em que muitos discentes viajaram neste feriado prolongado. A Tabela 5 apresenta os valores de erro de previsão, MAD e MAPE. O erro percentual médio foi de 10,82%, o que corresponde a 25 refeições diárias no jantar.

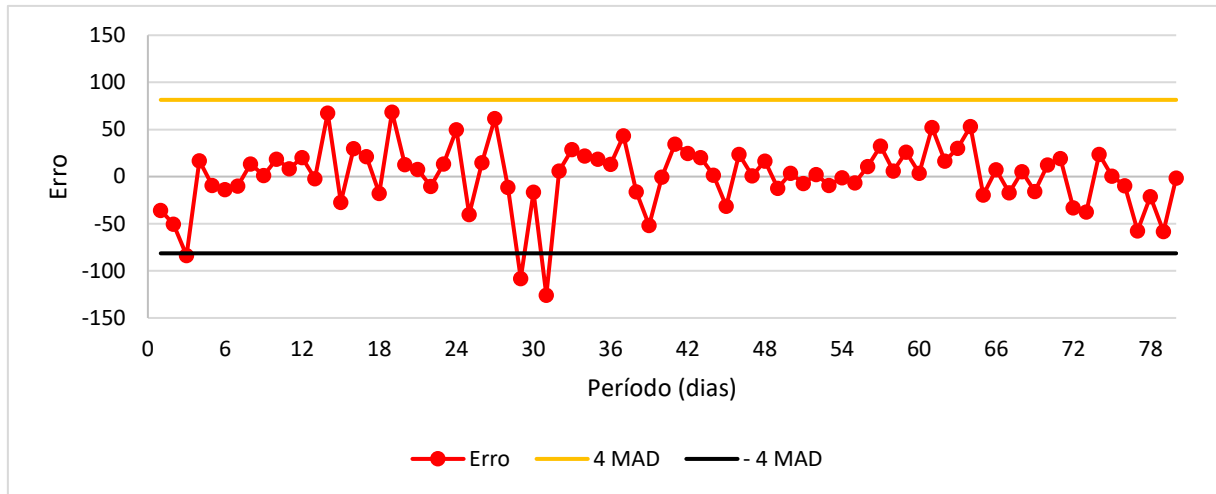
Tabela 5 – Erro de previsão para as refeições do jantar

Erros	
MAD	MAPE
24,43	10,82%

Fonte: Autor (2023)

Por sua vez, a Figura 7 mostra o gráfico de controle 4 MAD do modelo de previsão das refeições do jantar. Observa-se que para os períodos 29 e 31, os valores de erro ficaram fora do limite inferior de controle, pelo motivo apresentado acima. Porém, como os demais valores de erro encontram-se dentro do intervalo ± 4 MAD, o modelo pode ser validado.

Figura 7 – Gráfico de controle 4 MAD para as refeições do jantar



Fonte: Autor (2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da previsão de demanda, é possível realizar uma estimativa do comportamento de mercado. Conforme destacado por Fernandes e Godinho Filho (2010), as previsões desempenham um papel crucial no ambiente competitivo, fornecendo orientações valiosas para o planejamento estratégico da empresa. Isso ressalta a importância fundamental da previsão de demanda nas operações empresariais.

No contexto de um restaurante universitário, a identificação do método mais apropriado para uma situação específica desempenha um papel fundamental na obtenção de previsões de demanda mais precisas.

Após a análise do estudo de caso, ficou claro que a utilização de métodos quantitativos de previsão de demanda possibilita a realização de previsões mais precisas, orientando para um melhor controle dos estoques e redução dos desperdícios das refeições. Ao examinar os índices sazonais relativos às refeições de almoço e jantar, torna-se evidente que existe uma redução notável no consumo durante os fins de semana. Especificamente, no jantar de sexta-feira, observa-se uma queda de 15% no número de refeições servidas em comparação com os outros dias de semana. Além disso, a diminuição é ainda mais acentuada no almoço de sábado, com uma redução substancial de 34% nas refeições servidas. Essas análises apontam que o padrão de demanda dos clientes no restaurante universitário varia ao longo da semana, com uma preferência notável por refeições fora do estabelecimento nos fins de semana, o que tem implicações importantes para o planejamento das refeições e a melhoria das operações do restaurante universitário.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas – ABERC (2023). História e Mercado. Disponível em: <https://www.aberc.com.br/historia-e-mercado/> Acesso em 01 out. 2023.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

DIAS, M.A.P. Administração de materiais: uma abordagem logística. In: **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 1996.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODOY, Arilda Schmidt. Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais. Revista de Administração de Empresas São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 out. 2023.

LUSTOSA, L; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e Controle da Produção**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRITE, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**, 3ª ed. New York, John Wiley & Sons. Inc. 1998.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning. 2011.

PARISOTO, D. F.; HAUTRIVE, T. P.; CEMBRAREL, F. M. Redução do desperdício de alimentos em um restaurante popular. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, p. 1106–1117, 2013.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. Passos para Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda - Técnicas e Estudo de Caso. Revista Produção, São Paulo, v. 11, n. 1, p.43-64, nov. 2001

REIS, M. M. INE 7001 Análise de séries temporais. Universidade Federal de Santa Catarina. [s.d.]. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap4.pdf> Acesso em: 05 jun. 2023.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. Editora Atlas SA, 2000.