

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

PROJETO DE CANAL LOGÍSTICO

DJONATHAN LUIZ DE OLIVEIRA QUADRAS
MARCUS GIOVANI FRIGHETTO
LUCCA MAGRI ZAGHI
RODRIGO CLARINDO DA SILVEIRA

FLORIANÓPOLIS
2021

RESUMO

Resumo

Keywords: Logística

Lista de Figuras

1	Histório do produto MO0021 em São Paulo	14
2	Série decomposta do produto MO0021 em São Paulo	15
3	Resíduos da previsão para o produto MO0021 em São Paulo	16
4	Previsão para o produto MO0021 em São Paulo	17
5	Histório do produto MO0021 em Tocantins	17
6	Série decomposta do produto MO0021 em Tocantins	18
7	Resíduos da previsão para o produto MO0021 em Tocantins	19
8	Previsão para o produto MO0021 em Tocantins	20
9	Histório do produto MO0021 no Amazonas	20
10	Série decomposta do produto MO0021 no Amazonas	21
11	Resíduos da previsão para o produto MO0021 no Amazonas	22
12	Previsão para o produto MO0021 no Amazonas	23
13	Histório do produto MO0091 em São Paulo	23
14	Série decomposta do produto MO0091 em São Paulo	24
15	Resíduos da previsão para o produto MO0091 em São Paulo	25
16	Previsão para o produto MO0091 em São Paulo	26
17	Histório do produto MO0091 em Tocantins	26
18	Série decomposta do produto MO0091 em Tocantins	27
19	Resíduos da previsão para o produto MO0091 em Tocantins	28
20	Previsão para o produto MO0091 em Tocantins	29
21	Histório do produto MO0091 no Amazonas	29
22	Série decomposta do produto MO0091 no Amazonas	30
23	Resíduos da previsão para o produto MO0091 no Amazonas	31
24	Previsão para o produto MO0091 no Amazonas	32
25	Histório do produto MO1401 em São Paulo	32
26	Série decomposta do produto MO1401 em São Paulo	33
27	Resíduos da previsão para o produto MO1401 em São Paulo	34
28	Previsão para o produto MO1401 em São Paulo	35
29	Histório do produto MO1401 em Tocantins	35
30	Série decomposta do produto MO1401 em Tocantins	36
31	Resíduos da previsão para o produto MO1401 em Tocantins	37
32	Previsão para o produto MO1401 em Tocantins	38
33	Histório do produto MO1401 no Amazonas	38
34	Série decomposta do produto MO1401 no Amazonas	39
35	Resíduos da previsão para o produto MO1401 no Amazonas	40

36	Previsão para o produto MO1401 no Amazonas	41
----	--	----

Lista de Tabelas

1	Parâmetros do Centro de Gravidade	11
2	Comparação entre os modelos	15
3	Previsão de demanda do produto MO0021 para São Paulo	16
4	Comparação entre os modelos	18
5	Previsão de demanda do produto MO0021 para Tocantins	19
6	Comparação entre os modelos	21
7	Previsão de demanda do produto MO0021 para Amazonas	22
8	Comparação entre os modelos	24
9	Previsão de demanda do produto MO0091 para São Paulo	25
10	Comparação entre os modelos	27
11	Previsão de demanda do produto MO0091 para Tocantins	28
12	Comparação entre os modelos	30
13	Previsão de demanda do produto MO0091 para Amazonas	31
14	Comparação entre os modelos	33
15	Previsão de demanda do produto MO1401 para São Paulo	34
16	Comparação entre os modelos	36
17	Previsão de demanda do produto MO1401 para Tocantins	37
18	Comparação entre os modelos	39
19	Previsão de demanda do produto MO1401 para Amazonas	40
20	Previsão de demanda final para o produto MO0021	41
21	Previsão de demanda final para o produto MO0091	42
22	Previsão de demanda final para o produto MO1401	42
23	Dados Utilizados para Definição do Centro de Distribuição	43
24	Resultado do Centro de Gravidade	43
25	Proximidade dos Centros de Distribuição ao Centro de Gravidade	44
26	Resultados para o Método P-Centro	44
27	Resultados para o Método P-Mediana	45
28	Pesos	45
29	Notas dos critérios	45
30	Ranking das Notas	46
31	Ranking Dos Lead Times - Rodoviário	46
32	Ranking Dos Lead Times - Cabotagem	47
33	Pesos para os critérios	47
34	Ranking dos CDs - Geral	48
35	Dimensionamento de Carga - Toco	49

36	Dimensionamento de Carga - Truck	50
37	Dimensionamento de Carga - Dry Box 20 pés	50
38	Dimensionamento de Carga - Dry Box 40 pés	50
39	Quantidade média necessária de cada modal	51
40	Custos para Cenário 1	51
41	Custos para Cenário 2	51
42	Custos para Cenário 3	52
43	Custos para Cenário 4	52
44	Lead Times	52

Conteúdo

1	Introdução	8
2	Revisão da Literatura	9
2.1	Previsão de Demanda	9
2.1.1	Suavização Exponencial (SE)	9
2.1.2	Modelos Autoregressivos Integrados e de Médias Móveis (ARIMA) .	10
2.1.3	Redes Neurais Artificiais (RNA)	10
2.2	Método do Centro de Gravidade	11
2.2.1	Método p-centro	11
2.2.2	Método p-mediana	12
3	Metodologia	13
3.1	Definição do Centro de Distribuição	13
4	Previsão de Demanda	14
4.1	Produto MO0021	14
4.1.1	Centro de São Paulo	14
4.1.2	Centro de Tocantins	17
4.1.3	Centro do Amazonas	20
4.2	Produto MO0091	23
4.2.1	Centro de São Paulo	23
4.2.2	Centro de Tocantins	26
4.2.3	Centro do Amazonas	29
4.3	Produto MO1401	32
4.3.1	Centro de São Paulo	32
4.3.2	Centro de Tocantins	35
4.3.3	Centro do Amazonas	38
4.4	Resultado Final	41
5	Centro de Distribuição	43
5.1	Centro de Gravidade	43
5.2	P-Centro	43
5.3	P-Mediana	44
5.4	Custos	44
5.5	<i>Lead Time</i>	46
5.6	Definição do Centro de Distribuição	46

6	Dimensionamento de Carga e Roteirização	49
6.1	Dimensionamento de Carga	49
6.2	Roteirização	50
6.2.1	Definição da Rota e Modais	51
7	Conclusão	53

1 Introdução

O trabalho vigente tem por objetivo estudar os dados históricos de demanda para traçar um modelo preditivo de demanda para os próximos períodos. Dentro deste estudo, serão abordados tópicos referentes às metodologias utilizadas para a previsão desta respectiva demanda, a qual foi desenhada e projetada dentro da linguagem de programação R. São abordados ao todo 3 produtos, cada qual com 3 destinos diferentes, sendo eles Tocantins, São Paulo e Amazonas e portanto, temos 9 previsões distintas para serem abordadas. Ao fim do estudo, traremos a conclusão de como a demanda se comporta dentro dos próximos períodos para cada um dos produtos e em cada um de seus respectivos destinos.

2 Revisão da Literatura

2.1 Previsão de Demanda

Dentro desta temática apresentaremos os métodos abordados para a realização do estudo de previsão de demanda para as 9 diferentes combinações existentes (Produtos x Localização). O estudo leva em consideração 3 métodos matemáticos diferentes para o modelo predictivo de demanda. São eles: Suavização Exponencial (SE), Arima e Redes Neurais Auto Regressivas (RNA).

2.1.1 Suavização Exponencial (SE)

A suavização exponencial (SE) baseia os seus resultados de acordo com os acontecimentos passados, mas diferentemente de uma média móvel que considera os eventos passados isobáricos dentro do modelo preditivo, a SE não segue o mesmo efeito. A suavização passa a considerar que os eventos mais recentes e próximos têm maior peso dentro do modelo preditivo quando comparados com eventos mais distantes da série temporal, os quais decaem de forma exponencial da mais recente à mais distante observação (William J, 2011).

O método é um dos mais utilizados dentro da indústria para a predição de produtos e as suas respectivas demandas e a razão para tal é o baixo custo e simplicidade (Teixeira, 2004). Quando utilizamos este método, devemos ter ciência que o mesmo tem melhores resultados, ou seja, possui melhor ajustamento para séries que não possuem tendência ou sazonalidade.

O modelo foi proposto primeiramente por Robert Goodell Brown e a expressão que suporta a suavização exponencial é dada por:

$$\hat{P}_{t+1} = \alpha \hat{P}_t + (1 - \alpha) \hat{P}_t \quad (1)$$

O ponto \hat{P}_{t+1} é a próxima observação da demanda, é a constante que varia referente à suavização e seu valor está contido entre 0 e 1 e \hat{P}_t representa a mais recente observação da série. A Combinação dos valores dos referentes pesos de com os valores observados atuais \hat{P}_t geram as previsões para as próximas observações. Note que o valor de α como constante é arbitrário e sua determinação pode ser realizada por diferentes métodos que minimizem os erros causados pela mesma (Métodos Estatísticos de Suavização Exponencial, 2012).

2.1.2 Modelos Autoregressivos Integrados e de Médias Móveis (ARIMA)

Esta metodologia consiste em ajustar modelos autorregressivos integrados de médias móveis, ARIMA(p,d,q), a um conjunto de dados. Para a construção do modelo seguimos um algoritmo no qual a escolha da estrutura do modelo é baseado nos próprios dados. Podemos descrever o algoritmo através dos seguintes passos:

1. Considerar uma classe geral de modelos para a análise;
2. Identificar um modelo com base na análise de autocorrelações, autocorrelações parciais e outros critérios;
3. Estimar os parâmetros do modelo identificado; Verificar se o modelo ajustado é adequado aos dados através de uma análise de resíduos.
4. Caso o modelo não seja adequado o algoritmo é repetido, voltando à fase de identificação.
5. Existem vários critérios para identificação de um modelo, por isso, é possível identificar modelos diferentes dependendo do critério que foi escolhido para identificação.

2.1.2.1 Modelos Autorregressivos (AR) Dizemos que o modelo X_t , t pertencente a \mathbb{Z} é um modelo autoregressivo de ordem p e escrevemos $X_t \cong AR(p)$ se pudermos escrever da forma:

$$X_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} + \cdots + \phi_p X_{t-p} + \epsilon_t \quad (2)$$

Onde ϕ_0 , ϕ_1 e ϕ_t são parâmetros reais, e ϵ_t são variáveis independentes aleatórias com $E(\epsilon_t) = 0$ e $VAR(\epsilon_t) = \sigma^2$.

2.1.2.2 Modelos de médias móveis (MA). Consiste em um modelo de médias móveis de ordem p e q , representado por:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \cdots + \phi_p X_{t-p} + \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \cdots - \theta_q \alpha_{t-q} \quad (3)$$

Um processo de $MA(p, q)$ tem função de autocovariância infinita, decaindo de acordo com exponenciais ou senóides amortecidas após o lag $p - q$.

2.1.3 Redes Neurais Artificiais (RNA)

Funcionam analogamente ao cérebro e neurônios, tentando entender padrões e regularidades. Uma de suas vantagens é a aproximação de séries temporais não lineares

(Kashei ; Bijari 2010; Zhang 2003).

Modelo descrito por três camadas, entrada, saída e escondida. Os neurônios nestas camadas só se conectam com as camadas subsequentes. A camada escondida necessita ser definida, se for muito grande estará memorizando os padrões assim perdendo capacidade de generalização, se muito pequena necessita de muitas interações, por consequência força computacional para chegar a precisão desejada. (FERNANDES, L. G.; PORTUGAL, M. S.; NAVAUX, P. O).

Para o sucesso da previsão é necessário dividir as amostras em pares de treinamento e teste e assim avaliar a camada oculta.

2.2 Método do Centro de Gravidade

O método do centro de gravidade visa encontrar a melhor localização que corresponde ao menor custos de transporte com base em todos os lugares para onde as mercadorias são transportadas. Procura-se, portanto, um local para a instalação do CD intermediário para a entrega nos CD finais. O local da instalação é determinado pelas coordenadas x e y conforme segue na equação (??). É importante ressaltar que este método não considera fatores qualitativos como incentivos fiscais, restrições sociais, restrições urbanas e facilidade de acesso aos modais de transporte.

$$x = \frac{\sum V_i C_i x_i}{\sum V_i C_i}, \quad y = \frac{\sum V_i C_i y_i}{\sum V_i C_i} \quad (4)$$

Onde:

Tabela 1: Parâmetros do Centro de Gravidade

Parâmetro	Descrição
V_i	Volume Transportado para o local i
C_i	Custo por unidade de volume transportado para o local i
x_i	Coordenada na direção x do local i
y_i	Coordenada na direção y do local i

2.2.1 Método p-centro

Método que ranqueia as cidades pré-definidas como CDI pela distância máxima entre o CDI até o CDF. Para isto é analisado todas as distâncias do CDI até todos os CDF e com base na distância máxima é ranqueado como melhor opção o CDI que possuir a menor distância máxima.

2.2.2 Método p-mediana

Com os pontos de demanda definidas, os locais pré-definidos como potenciais para CDI, a distância entre os CDI e CDF e o número p de facilidades a serem instaladas o método que tem como objetivo localizar P CDI para entregar nos 3 centros de demanda com a objetivo de minimizar as distâncias médias ponderadas entre os CDF e os CDI. A seguir tem a tabela p-mediana com a distância máxima do CDI aos CDF multiplicado pela demanda:

3 Metodologia

3.1 Definição do Centro de Distribuição

Para a realização da escolha do CD foram utilizados um conjunto de dados e métodos para atingirmos um ranking final que nos permitiu priorizar qual o CD mais adequado para a nossa demanda. Utilizando o método de centro de gravidade, foram coletadas as demandas dos 3 estados para os meses de 2021 obtidas como resultado da previsão de demanda.

4 Previsão de Demanda

A previsão de demanda irá isolar os produtos para realizar as previsões de forma isolada. Assim, essa seção será dividida entre os produtos MO0021, MO0091 e MO1401.

4.1 Produto MO0021

Será realizada uma previsão para cada um dos centros de distribuição: São Paulo, Tocantins e Amazonas.

4.1.1 Centro de São Paulo

A Figura 1 apresenta o histórico de vendas para este centro.

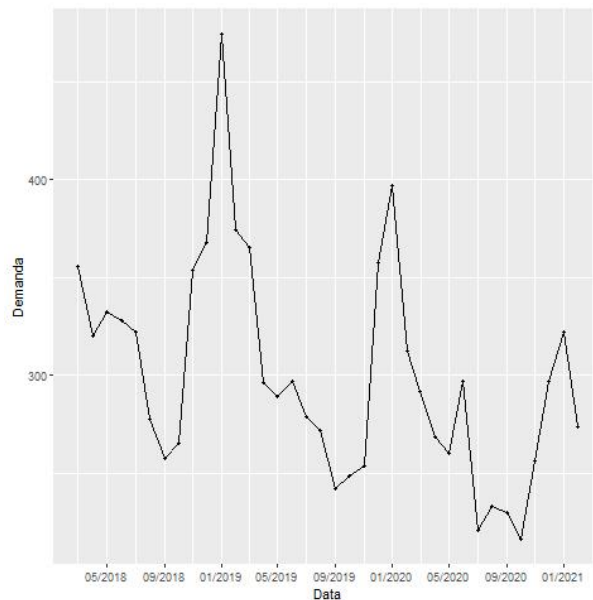


Figura 1: Histórico do produto MO0021 em São Paulo

A Figura 2 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma tendência negativa (queda da demanda ao longo do tempo), com uma sazonalidade bastante clara.

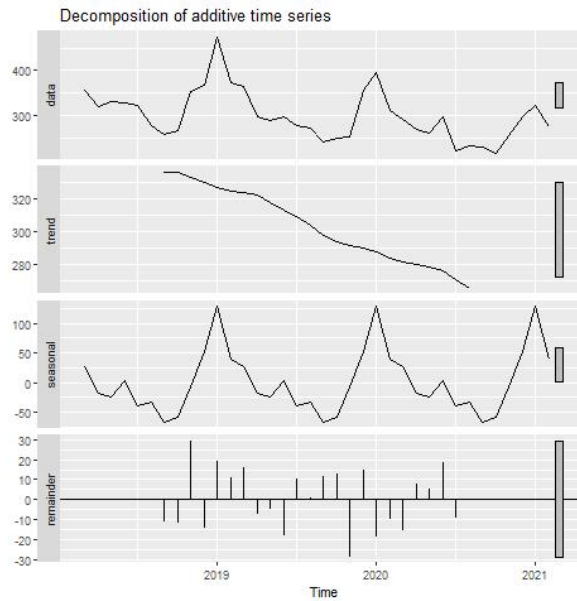


Figura 2: Série decomposta do produto MO0021 em São Paulo

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	3.98	5.37	4.44

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o de Suavização Exponencial. Ademais, a Figura 3 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

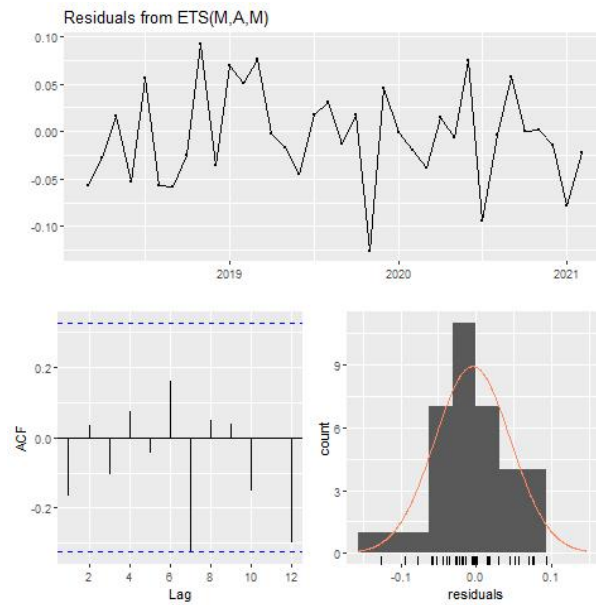


Figura 3: Resíduos da previsão para o produto MO0021 em São Paulo

A Tabela 3 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 3: Previsão de demanda do produto MO0021 para São Paulo

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
265.82	231.47	228.68	240.97	211.92	203.22	188.37	186.82	221.32	259.74

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 4.

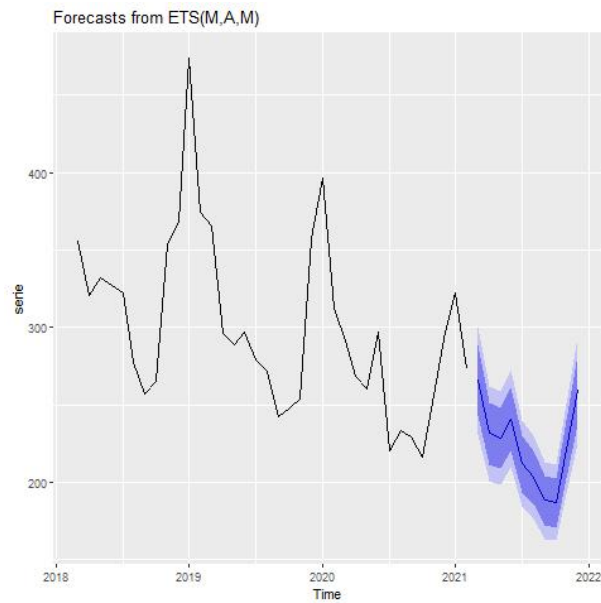


Figura 4: Previsão para o produto MO0021 em São Paulo

4.1.2 Centro de Tocantins

A Figura 5 apresenta o histórico de vendas para este centro.

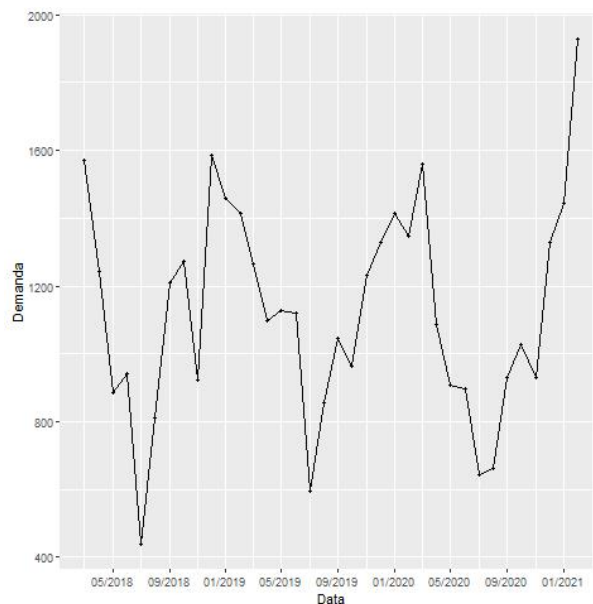


Figura 5: Histórico do produto MO0021 em Tocantins

A Figura 6 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma tendência negativa (diminuição da demanda ao longo do tempo) com uma sazonalidade bastante clara.

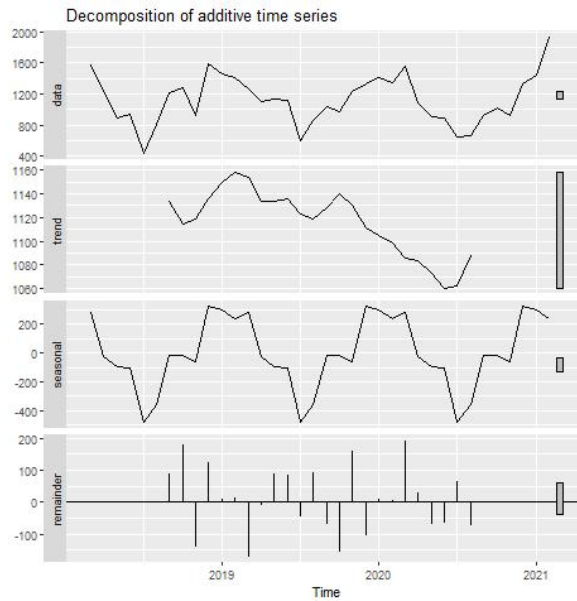


Figura 6: Série decomposta do produto MO0021 em Tocantins

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	10.67	11.05	7.76

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o de Redes Neurais Artificiais. Ademais, a Figura 3 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

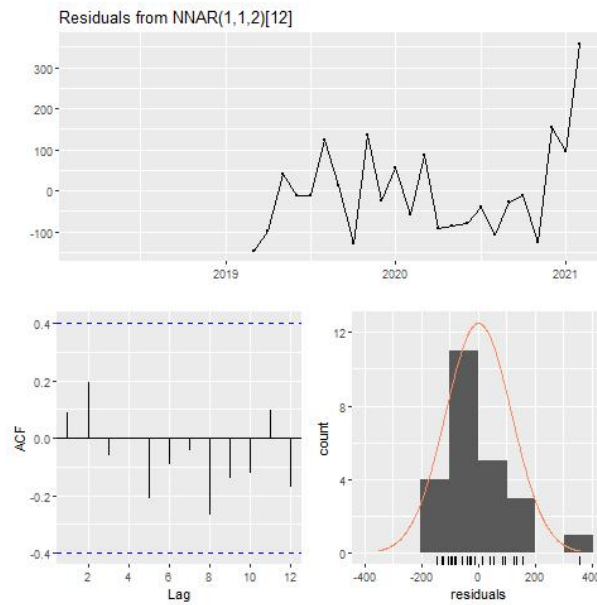


Figura 7: Resíduos da previsão para o produto MO0021 em Tocantins

A Tabela 5 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 5: Previsão de demanda do produto MO0021 para Tocantins

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
1555.02	1164.32	1082.25	1098.21	670.67	796.6	895.54	964.82	1101.25	1193.06

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 8.

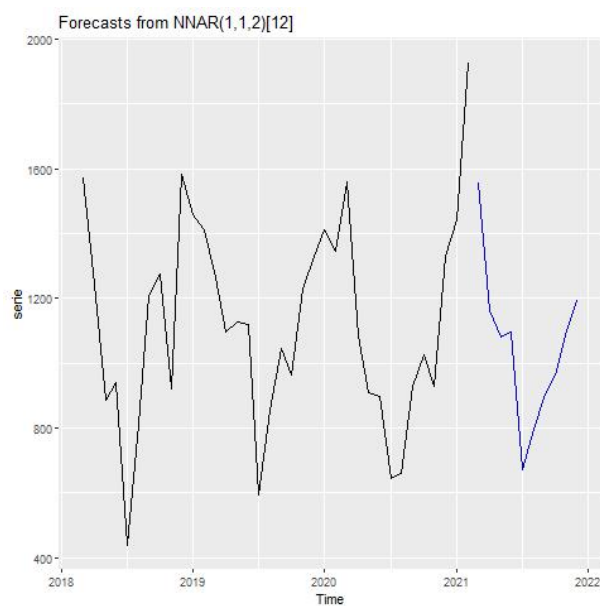


Figura 8: Previsão para o produto MO0021 em Tocantins

4.1.3 Centro do Amazonas

A Figura 9 apresenta o histórico de vendas para este centro.

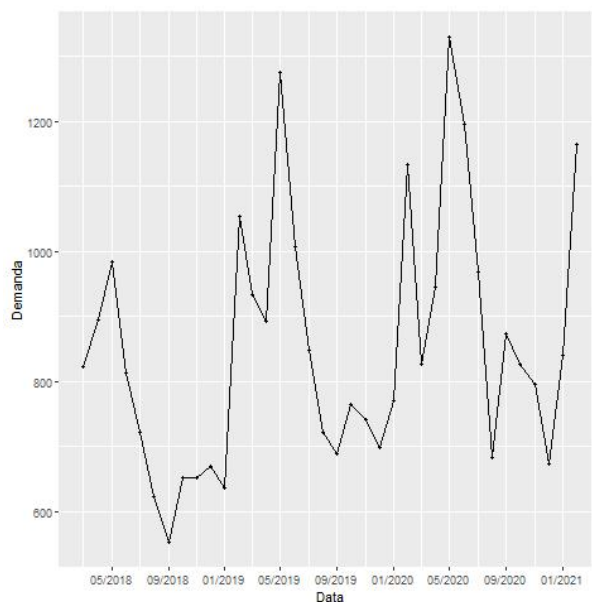


Figura 9: Histórico do produto MO0021 no Amazonas

A Figura 10 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma tendência positiva (aumento da demanda ao longo do tempo) com uma sazonalidade bastante clara.

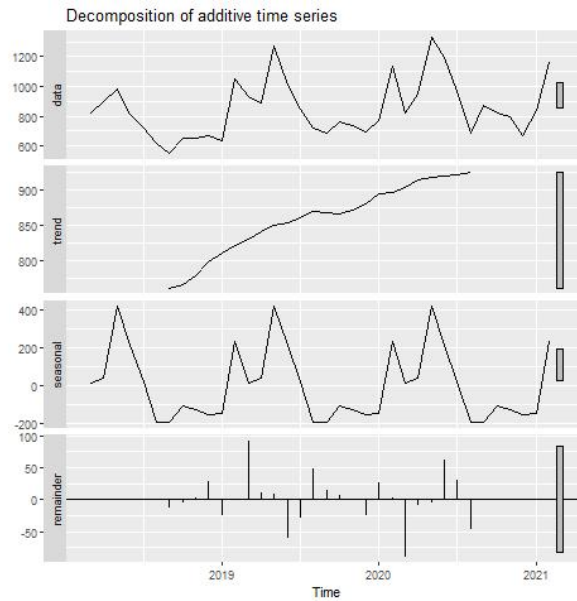


Figura 10: Série decomposta do produto MO0021 no Amazonas

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	6.32	4.84	5.17

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o ARIMA. Ademais, a Figura 11 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

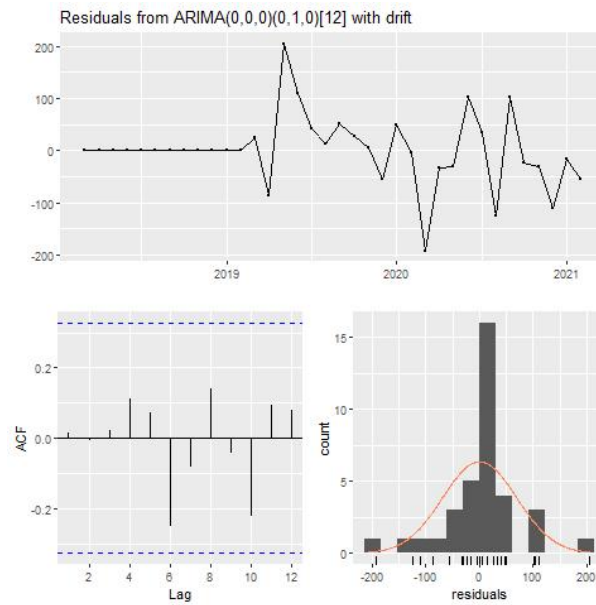


Figura 11: Resíduos da previsão para o produto MO0021 no Amazonas

A Tabela 7 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 7: Previsão de demanda do produto MO0021 para Amazonas

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
910.99	1030.59	1414.69	1281.29	1053.59	768.39	959.29	910.99	881.09	759.19

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 12.

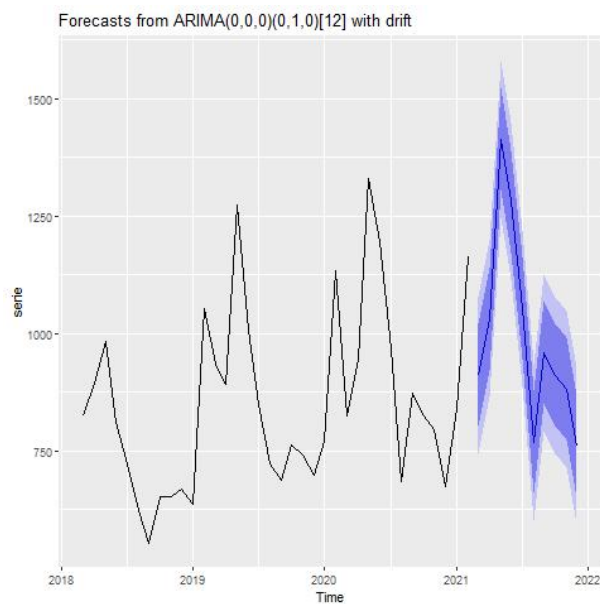


Figura 12: Previsão para o produto MO0021 no Amazonas

4.2 Produto MO0091

Será realizada uma previsão para cada um dos centros de distribuição: São Paulo, Tocantins e Amazonas.

4.2.1 Centro de São Paulo

A Figura 13 apresenta o histórico de vendas para este centro.

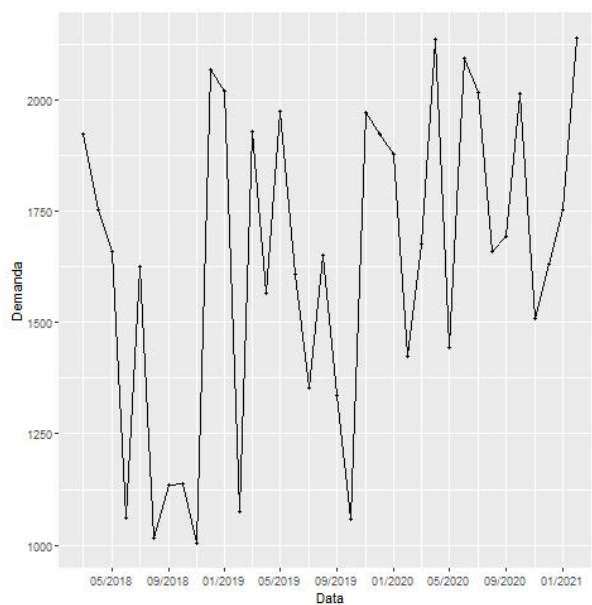


Figura 13: Histórico do produto MO0091 em São Paulo

A Figura 14 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma tendência positiva (aumento da demanda ao longo do tempo) com uma sazonalidade bastante clara.

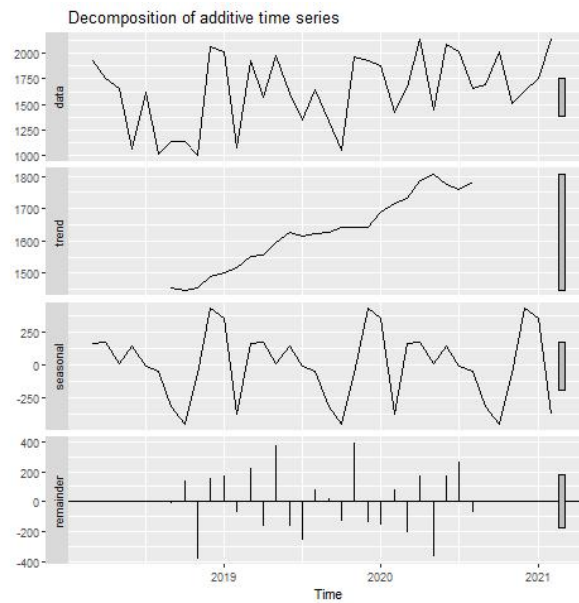


Figura 14: Série decomposta do produto MO0091 em São Paulo

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	20.01	19.23	10.28

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o de Redes Neurais Artificiais. Ademais, a Figura 15 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

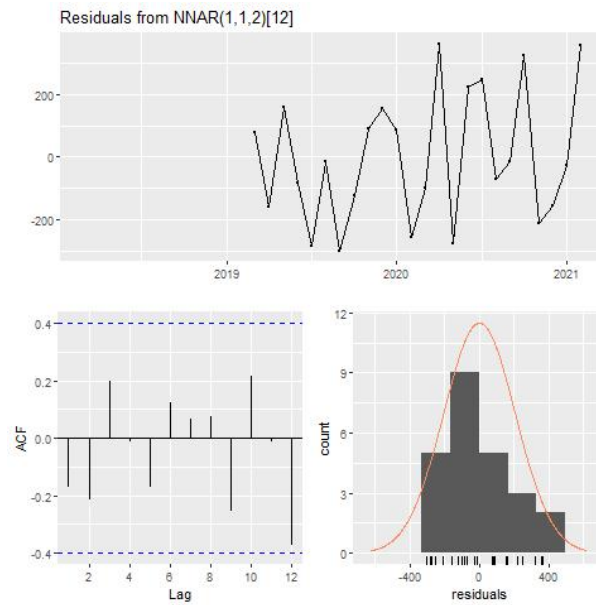


Figura 15: Resíduos da previsão para o produto MO0091 em São Paulo

A Tabela 9 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 9: Previsão de demanda do produto MO0091 para São Paulo

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
1728.05	1775.14	1790.06	1783.11	1834.52	1728.88	1765.76	1801.33	1759	1731.86

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 16.

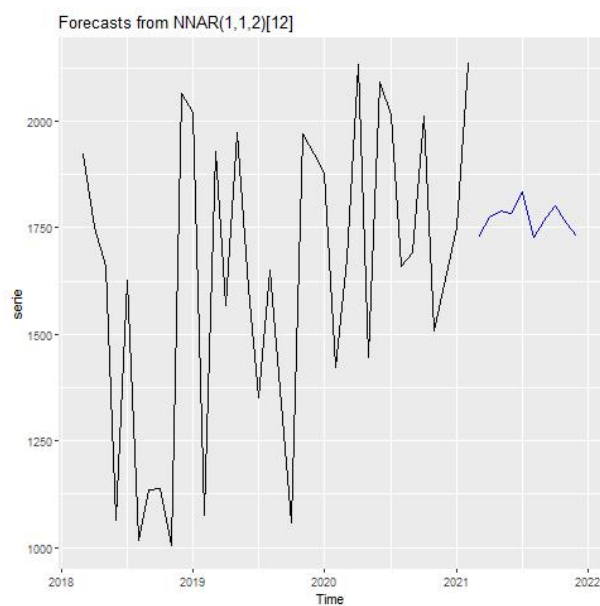


Figura 16: Previsão para o produto MO0091 em São Paulo

4.2.2 Centro de Tocantins

A Figura 17 apresenta o histórico de vendas para este centro.

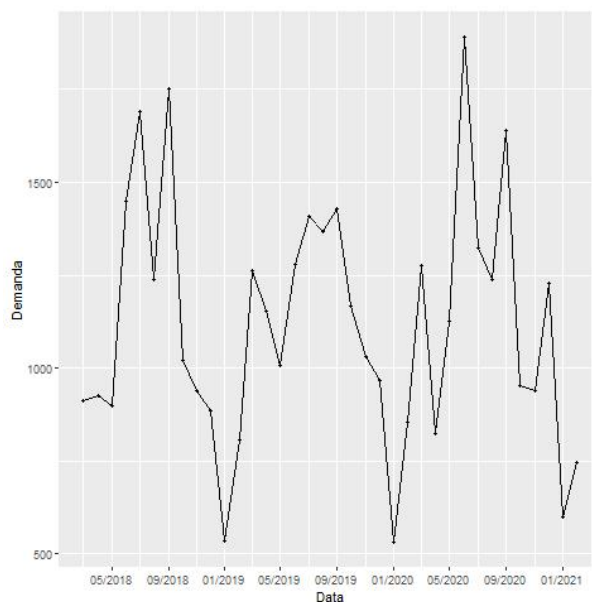


Figura 17: Histórico do produto MO0091 em Tocantins

A Figura 18 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma leve tendência positiva (aumento da demanda

ao longo do tempo), sendo predominantemente linear, com uma sazonalidade bastante clara.

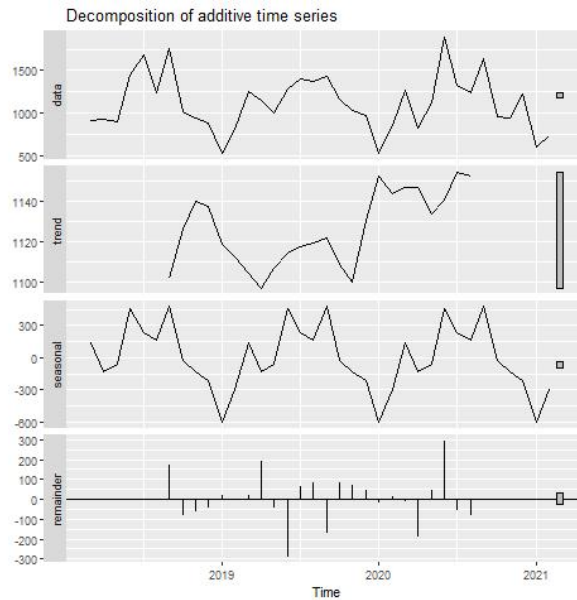


Figura 18: Série decomposta do produto MO0091 em Tocantins

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	9.15	9.86	9.71

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o de Suavização Exponencial. Ademais, a Figura 15 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

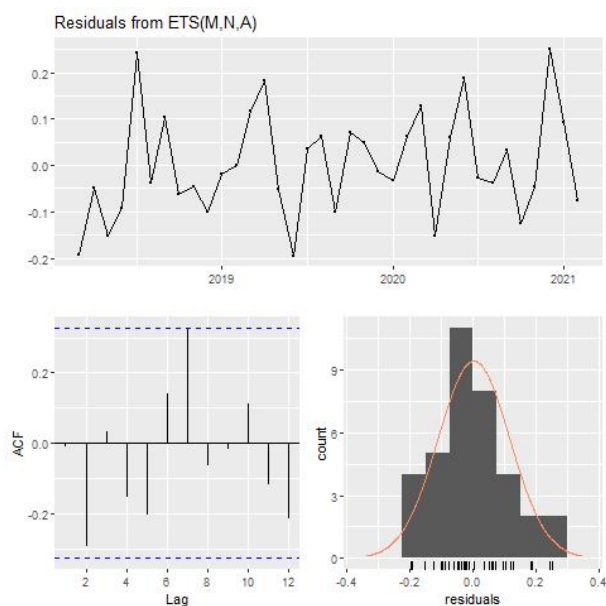


Figura 19: Resíduos da previsão para o produto MO0091 em Tocantins

A Tabela 11 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 11: Previsão de demanda do produto MO0091 para Tocantins

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
1129.11	974.03	1061.11	1592.61	1359.4	1285.07	1587.77	1088.8	984.45	980.72

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 20.

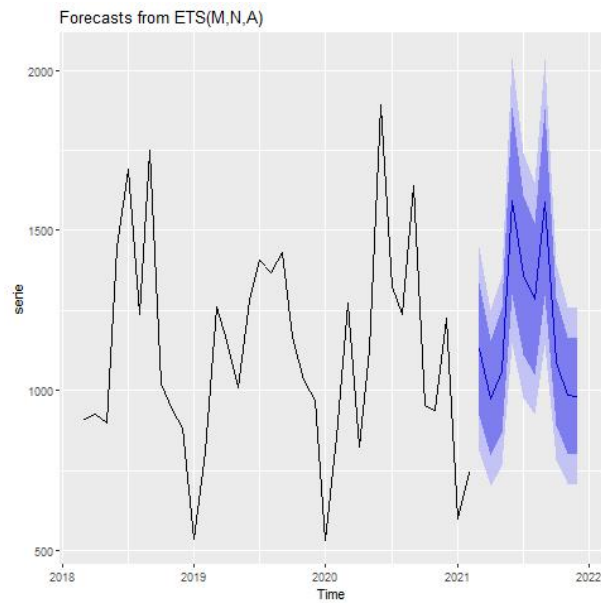


Figura 20: Previsão para o produto MO0091 em Tocantins

4.2.3 Centro do Amazonas

A Figura 21 apresenta o histórico de vendas para este centro.

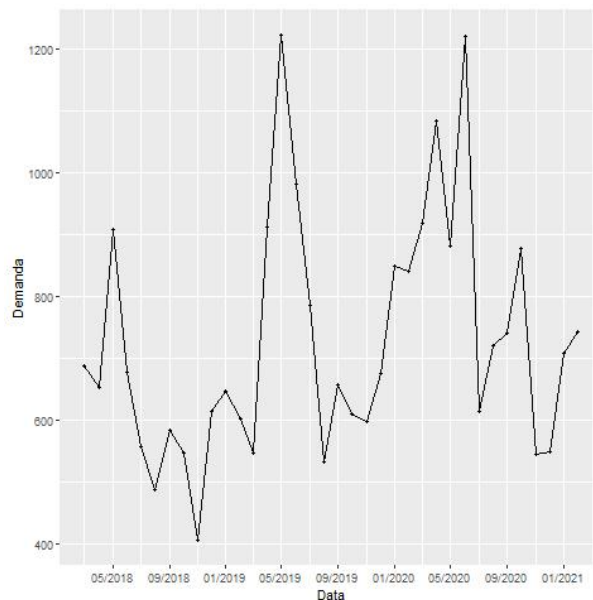


Figura 21: Histórico do produto MO0091 no Amazonas

A Figura 22 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma tendência positiva (aumento da demanda ao longo do tempo), com uma sazonalidade bastante clara.

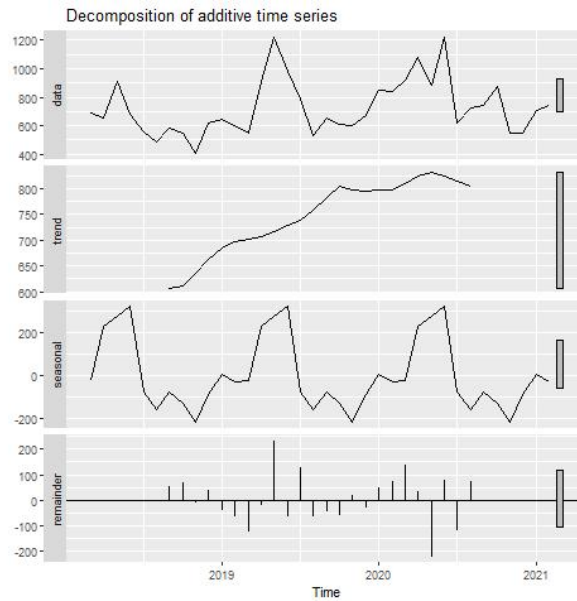


Figura 22: Série decomposta do produto MO0091 no Amazonas

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	20.03	11.24	11.53

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o de Redes Neurais Artificiais. Ademais, a Figura 23 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

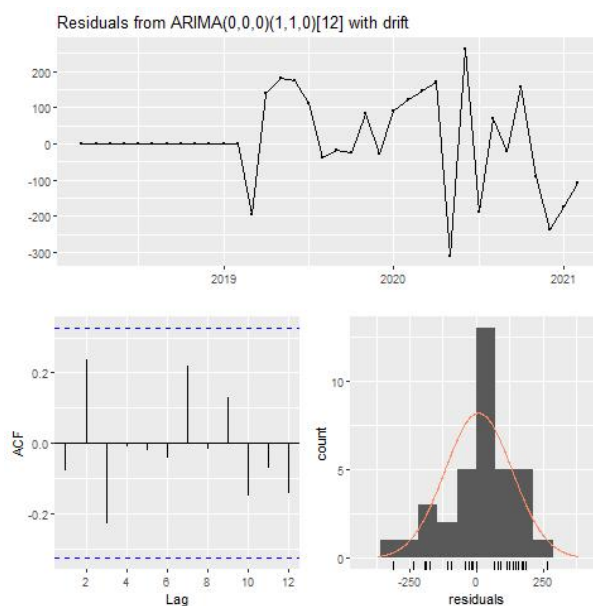


Figura 23: Resíduos da previsão para o produto MO0091 no Amazonas

A Tabela 13 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 13: Previsão de demanda do produto MO0091 para Amazonas

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
857.01	1132.82	1214.56	1231.73	852.98	760.45	839.24	873.1	717.42	763.12

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 24.

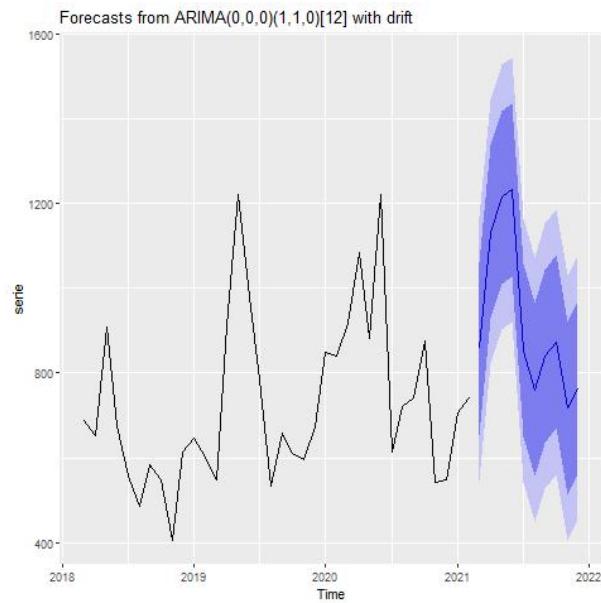


Figura 24: Previsão para o produto MO0091 no Amazonas

4.3 Produto MO1401

Será realizada uma previsão para cada um dos centros de distribuição: São Paulo, Tocantins e Amazonas.

4.3.1 Centro de São Paulo

A Figura 25 apresenta o histórico de vendas para este centro.

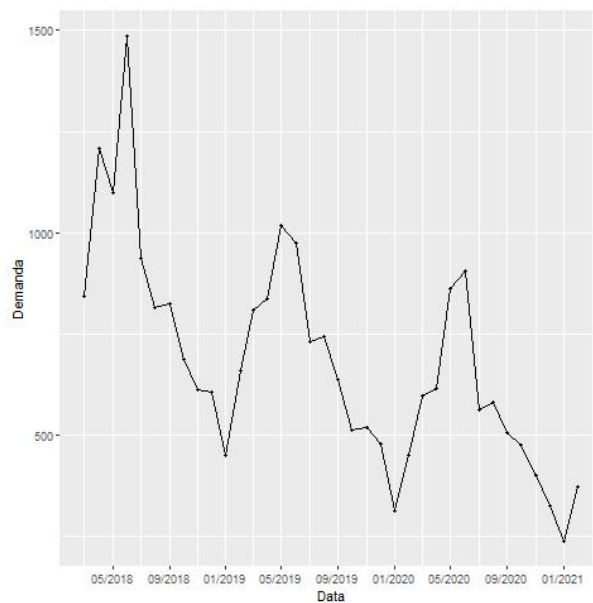


Figura 25: Histórico do produto MO1401 em São Paulo

A Figura 26 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma tendência negativa (queda da demanda ao longo do tempo), com uma sazonalidade bastante clara.

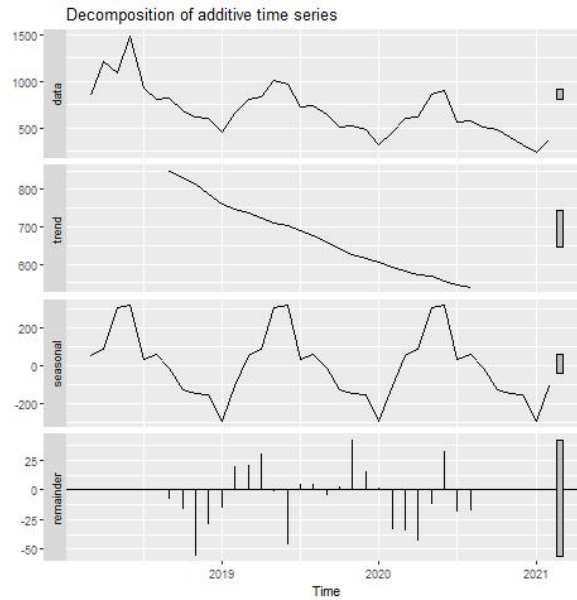


Figura 26: Série decomposta do produto MO1401 em São Paulo

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	5.75	7.73	6.32

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o de Suavização Exponencial. Ademais, a Figura 27 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

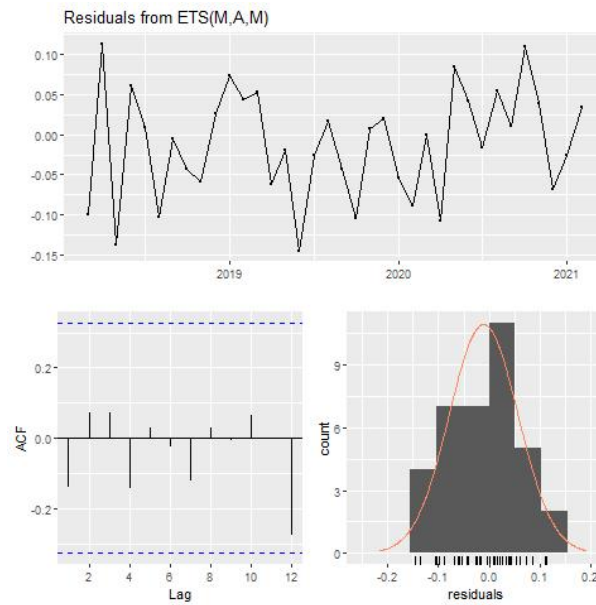


Figura 27: Resíduos da previsão para o produto MO1401 em São Paulo

A Tabela 15 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 15: Previsão de demanda do produto MO1401 para São Paulo

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
431.94	493.07	565.47	612.52	396.51	379.52	339.67	286.75	253.18	224.73

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 28.

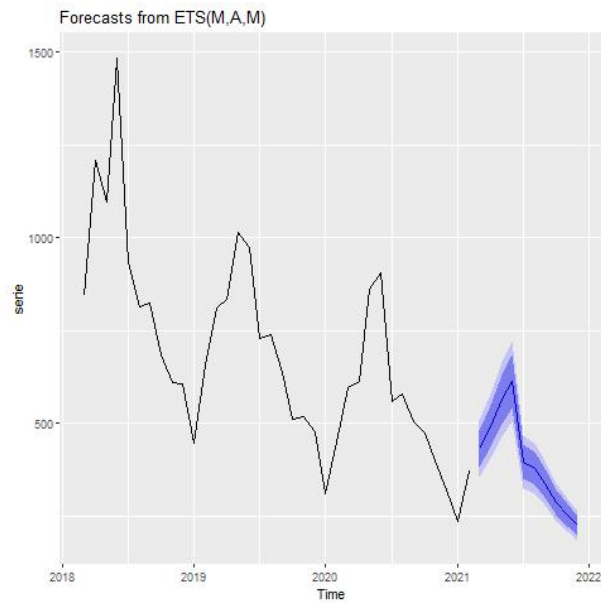


Figura 28: Previsão para o produto MO1401 em São Paulo

4.3.2 Centro de Tocantins

A Figura 29 apresenta o histórico de vendas para este centro.

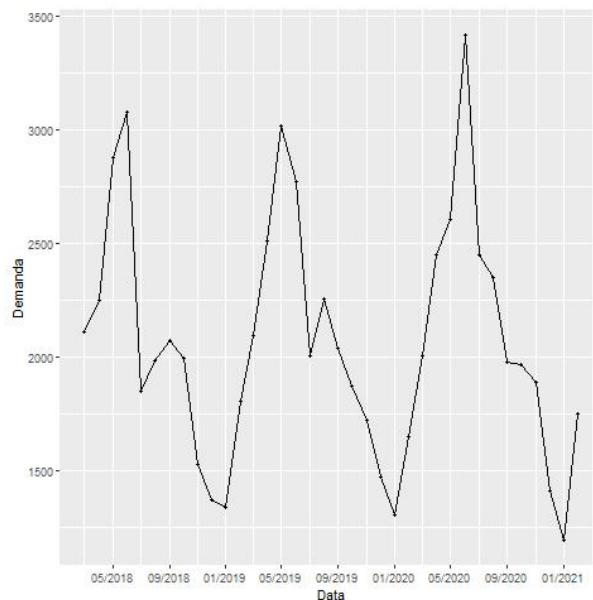


Figura 29: Histórico do produto MO1401 em Tocantins

A Figura 30 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma leve tendência positiva (queda da demanda ao longo do tempo), com uma sazonalidade bastante clara.

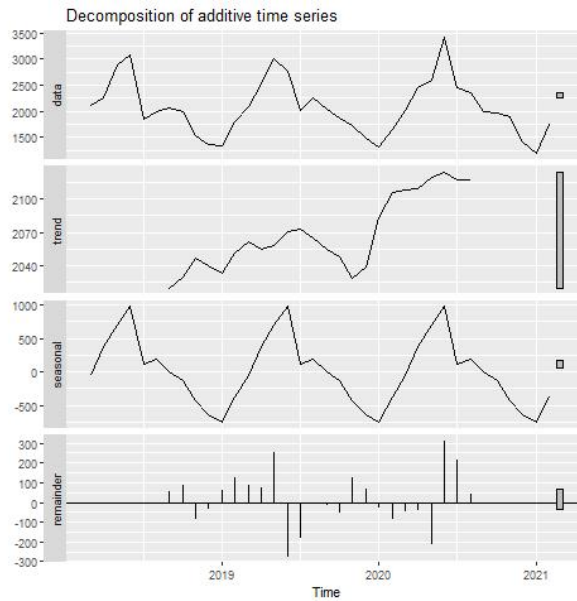


Figura 30: Série decomposta do produto MO1401 em Tocantins

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 16.

Tabela 16: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	5.16	5.15	5.37

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o ARIMA. Por outro lado, a Figura 27 apresenta a análise de resíduos que apresenta uma inconsistência no parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostrando um valor que apresenta autocorrelação (uma das linhas pretas extrapola os limites em azul). Como a extrapolação é pequena e não apresenta grandes perdas ela será desconsiderada, uma vez que como esperado os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa e os erros apresentam uma característica normal.

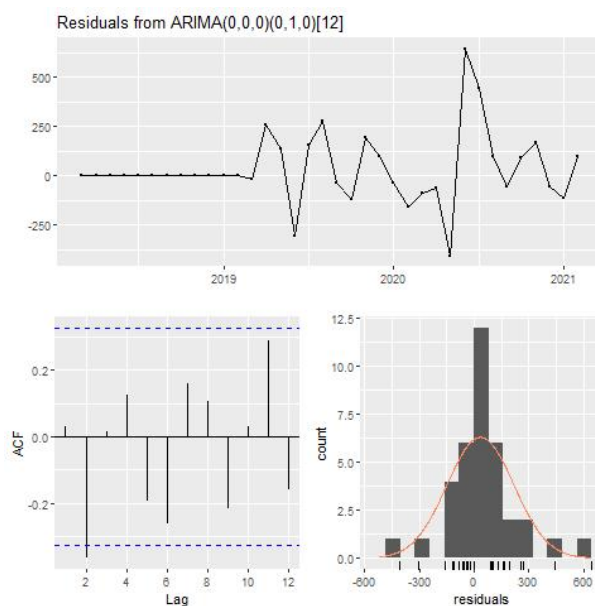


Figura 31: Resíduos da previsão para o produto MO1401 em Tocantins

A Tabela 17 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 17: Previsão de demanda do produto MO1401 para Tocantins

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
2006.4	2448	2606.4	3417.6	2448	2352	1977.6	1963.2	1886.4	1411.2

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 32.

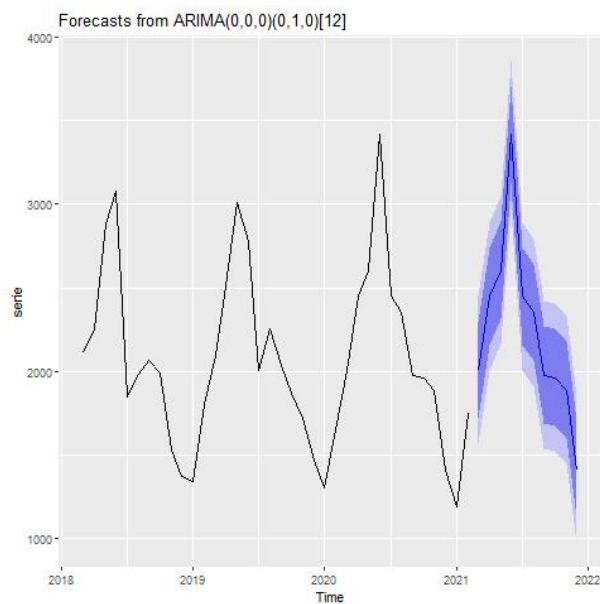


Figura 32: Previsão para o produto MO1401 em Tocantins

4.3.3 Centro do Amazonas

A Figura 33 apresenta o histórico de vendas para este centro.

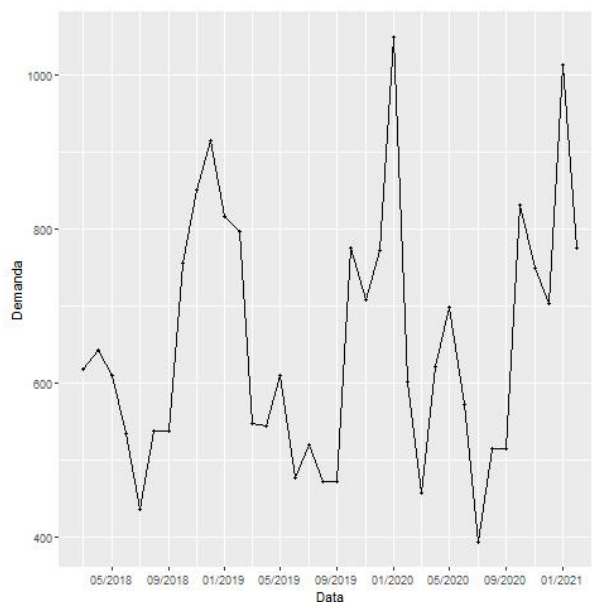


Figura 33: Histórico do produto MO1401 no Amazonas

A Figura 34 apresenta a série de forma decomposta em tendência, sazonalidade e restante. Percebe-se pela figura que há uma leve tendência aparentemente linear (nem queda nem aumento na demanda), com uma sazonalidade bastante clara. De fato a

tendência se apresenta linear nos últimos meses, mas se recupera de uma tendência de queda no ano de 2019.

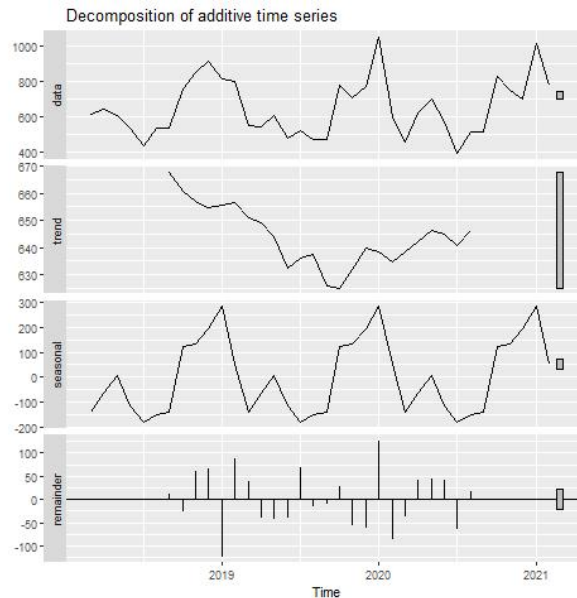


Figura 34: Série decomposta do produto MO1401 no Amazonas

A aplicação dos métodos Suavização Exponencial (SE), ARIMA e Redes Neurais Autoregressivas (RNA) retornou os MAPE's apresentados na Tabela 18.

Tabela 18: Comparação entre os modelos

Método	SE	ARIMA	RNA
MAPE	8.06	9.44	5.74

Portanto, por ter o menor MAPE, o método utilizado para a previsão é o de Redes Neurais Artificiais. Ademais, a Figura 35 apresenta a análise de resíduos. Como esperado, os resíduos variam em torno de zero sem tendência positiva ou negativa, o parâmetro ACF (fator de autocorrelação) mostra resultados positivos uma vez que os resíduos não apresentam autocorrelação (as linhas pretas não extrapolam os limites em azul) e os erros apresentam uma característica normal.

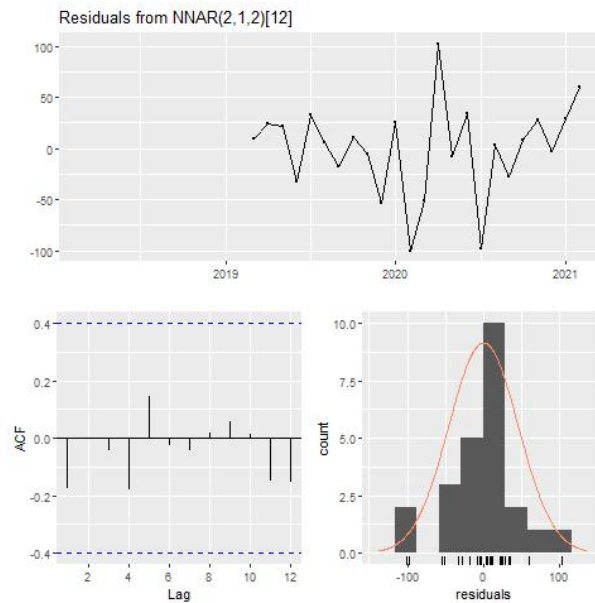


Figura 35: Resíduos da previsão para o produto MO1401 no Amazonas

A Tabela 19 apresenta os valores previstos para o ano de 2021.

Tabela 19: Previsão de demanda do produto MO1401 para Amazonas

03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21
486.19	520.48	857.94	716.07	324.46	519.99	669.59	895.21	736.94	534.02

O gráfico da previsão está apresentado na Figura 36.

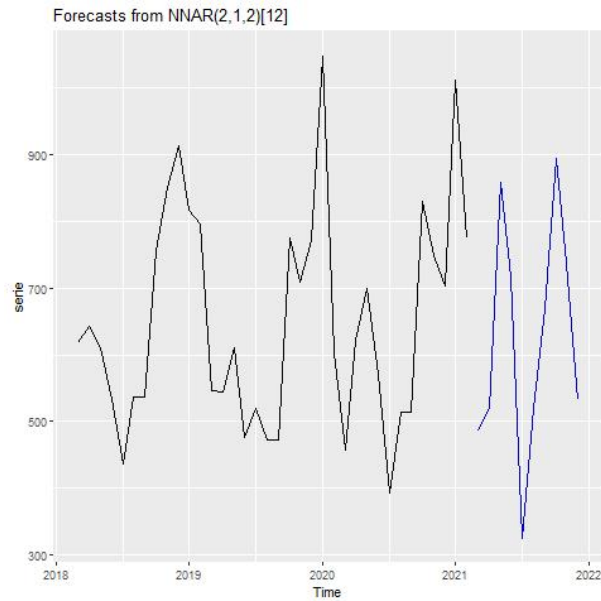


Figura 36: Previsão para o produto MO1401 no Amazonas

4.4 Resultado Final

A Tabela 20 apresenta um resumo das demandas finais para o produto MO0021.

Tabela 20: Previsão de demanda final para o produto MO0021

Data	São Paulo	Tocantins	Amazonas
03/21	265.82	1555.02	910.99
04/21	231.47	1164.32	1030.59
05/21	228.68	1082.25	1414.69
06/21	240.97	1098.21	1281.29
07/21	211.92	670.67	1053.59
08/21	203.22	796.60	768.39
09/21	188.37	895.54	959.29
10/21	186.82	964.82	910.99
11/21	221.32	1101.25	881.09
12/21	259.74	1193.06	759.19

A Tabela 20 apresenta um resumo das demandas finais para o produto MO0091.

Por fim, a Tabela 22 apresenta um resumo das demandas finais para o produto MO1401.

Tabela 21: Previsão de demanda final para o produto MO0091

Data	São Paulo	Tocantins	Amazonas
03/21	1728.05	1129.11	857.01
04/21	1775.14	974.03	1132.82
05/21	1790.06	1061.11	1214.56
06/21	1783.11	1592.61	1231.73
07/21	1834.52	1359.40	852.98
08/21	1728.88	1285.07	760.45
09/21	1765.76	1587.77	839.24
10/21	1801.33	1088.80	873.10
11/21	1759.00	984.45	717.42
12/21	1731.86	980.72	763.12

Tabela 22: Previsão de demanda final para o produto MO1401

Data	São Paulo	Tocantins	Amazonas
03/21	431.94	2006.4	486.19
04/21	493.07	2448.0	520.48
05/21	565.47	2606.4	857.94
06/21	612.52	3417.6	716.07
07/21	396.51	2448.0	324.46
08/21	379.52	2352.0	519.99
09/21	339.67	1977.6	669.59
10/21	286.75	1963.2	895.21
11/21	253.18	1886.4	736.94
12/21	224.73	1411.2	534.02

5 Centro de Distribuição

Com base na previsão de demanda definida para os produtos MO0021, MO0091 e MO1401 e considerando os centros de distribuição finais (CDF) São Paulo/SP, Palmas/TO e Manaus/AM, será agora definida a localização do Centro de Distribuição Intermediário (CDI). São considerados os seguintes CDIs: (1) Belém/PA; (2) Goiânia/GO; (3) Itajaí/SC; (4) Manaus/AM; (5) Palmas/TO; (6) Santos/SP; (7) Porto Belo/SC; (8) São Paulo/SP; (9) Santos/SP; (10) Suape/PE.

5.1 Centro de Gravidade

A Tabela 23 apresenta a demanda total para cada mercado consumidor e as suas localizações (latitudes e longitudes).

Tabela 23: Dados Utilizados para Definição do Centro de Distribuição

Localização	Demanda	x_i	y_i
São Paulo	23919.41	-46.646	-23.548
Tocantins	45081.60	-48.328	-10.167
Amazonas	25473.44	-60.025	-3.102

Com os dados acima é possível aplicar a equação característica para o Centro de Gravidade. Dessa forma, o resultado para a Localização do Centro de Distribuição é apresentado na Tabela 24.

Tabela 24: Resultado do Centro de Gravidade

Parâmetro	Valor
x	-51.056
y	-11.6499
Coordenada Correspondente	São Félix do Araguaia - MT, 78670-000

Para comparar as distâncias entre o ponto ideal e o CD, foi utilizada a ferramenta *Google maps* a fim de identificar quais seriam os CD's mais próximos ao local. A Tabela 25 apresenta o resultado dessa análise.

5.2 P-Centro

Para o método P-Centro foram aplicadas as distâncias existentes entre os CD's e os mercados consumidores para, então, ser escolhido o centro de distribuição com menor valor. O resultado é apresentado na Tabela 26.

Tabela 25: Proximidade dos Centros de Distribuição ao Centro de Gravidade

CD	Distância de São Félix do Araguaia	Ranking
Belém	1578	3
Goiânia	771	2
Itajaí	2270	6
Manaus	2997	9
Palmas	425	1
Porto Belo	2305	7
Porto de Santos	1766	5
São Paulo	1692	4
Suape	2308	8

Tabela 26: Resultados para o Método P-Centro

CD	Palmas	são Paulo	Manaus	Máximo	Ranking
Belém	1224	2880	3049	3049	1
Goiânia	861	900	3249	3249	2
Itajaí	2393	606	4262	4262	7
Manaus	3892	3872	0	3892	4
Palmas	0	1816	3895	3895	5
Porto Belo	2427	640	4296	4296	8
Porto de Santos	1886	78	3947	3947	6
São Paulo	1814	0	3875	3875	3
Suape	2109	2634	4716	4716	9

5.3 P-Mediana

O método da P-Mediana foi aplicado considerando as distâncias em função da demanda de cada localidade dos mercados consumidores. A Tabela 27 apresenta os resultados obtidos.

5.4 Custos

A Tabela 28 apresenta os critérios e seus respectivos pesos. Os pesos variam 1 a 5. Para esta classificação, quanto maior a pontuação, melhor em seu respectivo critério este atributo está.

A Tabela 29 apresenta as notas para os critérios. As notas variam de 1 a 3.

Com os pesos e as notas, foi possível calcular quais seriam os CD's que melhor desempenharam no termo de custos em comparação com os demais. O cálculo utilizado

Tabela 27: Resultados para o Método P-Mediana

CD	Palmas	são Paulo	Manaus	Máxima demanda	Ranking
Belém	55179881	68887902	77668532	201736314	5
Goiânia	38815259	21527469	82763220	143105949	2
Itajaí	107880274	14495163	108567819	230943256	6
Manaus	175457595	92615957	0	268073552	8
Palmas	0	43437649	99219065	142656714	1
Porto Belo	109413048	15308423	109433917	234155387	7
Porto de Santos	85023901	1865714	100543684	187433300	4
São Paulo	81778026	0	98709596	180487622	3
Suape	95077099	63003727	120132763	278213588	9

Tabela 28: Pesos

Código	Crítérios	Pesos
C1	Aluguel	3
C2	Energia/Água/Manutenção	3
C3	IPTU	2
C4	Manutenção/Depreciação Equipamentos/Operações	2
C5	Salários	5
C6	Custo de Capital	2
C7	Manutenção	1

Tabela 29: Notas dos critérios

CD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Belém	3	3	3	3	3	3	3
Goiânia	2	2	2	2	2	2	2
Itajaí	1	1	2	1	1	2	1
Manaus	2	2	3	2	2	2	2
Palmas	3	3	3	2	3	3	3
Porto de Santos	2	2	2	2	2	2	2
Porto Belo	1	1	1	1	1	1	1
São Paulo	1	2	2	1	1	2	1
Suape	3	3	3	3	3	3	3

foi a somatória das notas multiplicadas pelos pesos de cada critério, resultando em um valor de grandeza contida entre $0 < x < 54$. A Tabela 30 apresenta os resultados.

Tabela 30: Ranking das Notas

CD	Nota	Ranking
Belém	54	1
Goiânia	36	5
Itajaí	22	8
Manaus	38	4
Palmas	52	3
Santos	36	5
Porto Belo	18	9
São Paulo	25	7
Suape	54	1

5.5 *Lead Time*

Os últimos critérios utilizados para a escolha de CD envolviam o *Lead Time*, tanto rodoviário quanto de cabotagem. Os *lead times* são importantes para interpretarmos quantos dias em média cada um dos CD's levaria para entregar em cada uma das localidades demandadas, impactando diretamente no critério de escolha. Os *Lead Times* médios para transporte rodoviário e os respectivos rankings de cada CD podem ser vistos na Tabela 31.

Tabela 31: Ranking Dos Lead Times - Rodoviário

CD	Lead Time	Ranking
Belém	10.0	5
Goiânia	6.0	1
Itajaí	8.0	2
Manaus	12.0	8
Palmas	10.5	7
Santos	8.6	4
Porto Belo	8.0	2
São Paulo	10.0	5
Suape	12.6	9

Os *Lead Times* médios para transporte por cabotagem e os respectivos rankings de cada CD podem ser vistos na Tabela 32.

5.6 Definição do Centro de Distribuição

Para a clusterização final e para que fosse possível conceder uma nota que pudesse demonstrar qual poderia ser o melhor CD, outra parametrização foi realizada. Como

Tabela 32: Ranking Dos Lead Times - Cabotagem

CD	Lead Time	Ranking
Belém	13	3
Goiânia	-	-
Itajaí	11.25	1
Manaus	16.25	4
Palmas	-	-
Santos	-	-
Porto Belo	-	-
São Paulo	-	-
Suape	11.25	1

foram utilizadas diversas classificações (centro de gravidade, P-centro, P-mediana, Análise de Custos e Análise de Lead time) é importante conceder os devidos pesos para cada um dos métodos. Dessa forma, ao efetuar a multiplicação das notas dos ranking (1 à 9) pelos respectivos pesos, teremos uma nota, e a somatória dessas notas possibilitará ranquear novamente os CD's, mas desta vez com a classificação final. Os pesos concedidos para um dos métodos utilizados pode ser visto na Tabela 33.

Tabela 33: Pesos para os critérios

Código	Critério	Peso
CR1	Custos	0.250
CR2	Centro de Gravidade	0.200
CR3	P-Mediana	0.200
CR4	P-Centro	0.200
CR5	Lead Time - Rodoviário	0.075
CR6	Lead Time - Cabotagem	0.075

Com todos os métodos rankeados e os devidos pesos é possível selecionar a melhor opção para Centro de Distribuição. A Tabela 34 apresenta a comparação entre os candidatos.

Os 3 primeiros colocados dentro do ranking de CD's em ordem são: Palmas, Goiânia e Belém. A interpretação envolveu a discussão da quantidade e localidade de CD's para os produtos mensurados. A conclusão foi a escolha de um único CD localizado em Palmas. A razão pela qual Palmas foi optada, além de ser a 1^o colocada no ranking de CD's, também se deve pelo pensamento analítico da roteirização. O CD de Palmas está dentro da capital que demanda a maior quantidade de produtos manufaturados pela

Tabela 34: Ranking dos CDs - Geral

CD	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	Nota	Ranking
Belém	1	3	1	5	5	3	2.650	3
Goiânia	5	2	2	2	1	-	2.525	2
Itajaí	8	6	7	6	2	1	6.025	7
Manaus	4	9	5	8	8	4	6.300	9
Palmas	3	1	4	1	7	-	2.475	1
Porto Belo	5	7	8	7	4	-	5.950	6
Santos	9	5	6	4	2	-	5.400	5
São Paulo	7	4	3	3	5	-	4.125	4
Suape	1	8	9	9	9	1	6.200	8

indústria, o que facilita o escoamento interno da mercadoria. Da mesma forma, Palmas está quase equidistante de São Paulo e Manaus, podendo suprir demandas inesperadas e que sejam outliers (excesso de demanda em São Paulo, por exemplo), o que concede à este CD uma localização estratégica.

Outra hipótese é a possibilidade de adicionar na Rota do CD de Palmas uma parada em São Paulo, aproveitando para escoar parte da mercadoria sem a necessidade de um CD intermediário, o que de certa forma pode facilitar e diminuir a quantidade de km rodados para a entrega de mercadoria. Não havendo a necessidade de escoar o produto até Palmas e posteriormente trazê-lo de volta para o Sudeste.

O CD de Palmas é capaz de suprir a região norte (Palmas e Manaus), não havendo a necessidade de alocar outros custos na aquisição/aluguel de outro CD, o que torna o nosso processo logístico menos oneroso, trazendo benefícios para a empresa de Porto Belo. Portanto, a escolha do CD de Palmas como o CD intermediário utilizado pela empresa é a melhor opção para equilibrar de forma sustentável a vertente econômica e logística, tendo alta capacidade de suprir e trazer resultados positivos.

6 Dimensionamento de Carga e Roteirização

Nessa seção serão apresentados o dimensionamento de carga e roteirização de veículos para o caso estudado.

6.1 Dimensionamento de Carga

O dimensionamento foi feito com objetivo de otimizar a quantidade de produtos nos paletes por camada (bem como o número de camadas) respeitando capacidade de peso e área da superfície do mesmo. Foram utilizados paletes recicláveis de 1 metro por 1,2 metro, com altura em relação a base de 0,145 metros, peso 20 kg e capacidade de carregamento de 1200 kg. Posteriormente foi dimensionada a capacidade de cada modal de transporte sendo:

- **Caminhão Toco:** Capacidade de 6 toneladas, 14 metros de comprimento, 2,6 metros de largura e 4,4 metros de altura;
- **Caminhão Truck:** Capacidade de 14 toneladas, 14 metros de comprimento, 2,6 metros de largura e 4,4 metros de altura;
- **Dry box 40 pés:** Capacidade de 27 toneladas, 12,032 metros de comprimento, 2,438 metros de largura e 2,591 metros de altura;
- **Dry box 20 pés:** Capacidade de 21 toneladas, 6,058 metros de comprimento, 2,438 metros de largura e 2,591 metros de altura.

Os resultados para os caminhões do tipo **Toco** são apresentados na Tabela 35, para os caminhões do tipo **Truck** são apresentados na Tabela 36, para Dry Box **20 pés** são apresentados na Tabela 37 e, finalmente, para Dry Box **40 pés** são apresentados na Tabela 38.

Tabela 35: Dimensionamento de Carga - Toco

Parâmetros	MO0021	MO0091	MO1401
Produtos por camada no palete	4.00	4.00	4.00
Quantidade de camadas no palete	8.00	4.00	7.00
Quantidade de paletes em área	5.00	5.00	5.00
Quantidade de paletes no segundo andar	0.00	0.00	0.00
Quantidade de produtos (un)	160.00	80.00	140.00
Peso carga (kg)	5284.00	5084.00	5095.20
Altura (cm)	95.61	37.93	83.84

Tabela 36: Dimensionamento de Carga - Truck

Parâmetros	MO0021	MO0091	MO1401
Produtos por camada no palete	4.00	4.00	4.00
Quantidade de camadas no palete	8.00	4.00	7.00
Quantidade de paletes em área	11.00	11.00	11.00
Quantidade de paletes no segundo andar	0.00	0.00	0.00
Quantidade de produtos (un)	352.00	176.00	308.00
Peso carga (kg)	11624.80	11184.80	11209.44
Altura (cm)	95.61	37.93	83.84

Tabela 37: Dimensionamento de Carga - Dry Box 20 pés

Parâmetros	MO0021	MO0091	MO1401
Produtos por camada no palete	4.00	4.00	4.00
Quantidade de camadas no palete	8.00	4.00	7.00
Quantidade de paletes em área	12.00	12.00	12.00
Quantidade de paletes no segundo andar	7.00	8.00	8.00
Quantidade de produtos (un)	608.00	320.00	560.00
Peso carga (kg)	20079.20	20336.00	20380.80
Altura (cm)	191.22	75.86	167.68

Tabela 38: Dimensionamento de Carga - Dry Box 40 pés

Parâmetros	MO0021	MO0091	MO1401
Produtos por camada no palete	4.00	4.00	4.00
Quantidade de camadas no palete	8.00	4.00	7.00
Quantidade de paletes em área	24.00	24.00	24.00
Quantidade de paletes no segundo andar	0.00	1.00	1.00
Quantidade de produtos (un)	768.00	400.00	700.00
Peso carga (kg)	25363.20	25420.00	25476.00
Altura (cm)	95.61	75.86	167.68

6.2 Roteirização

A Tabela 39 apresenta a quantidade média de cada modal necessário para entregar todos os produtos necessários.

Tabela 39: Quantidade média necessária de cada modal

Modal	MO0021	MO0091	MO1401
Toco	15	25	21
Truck	7	12	10
Dry Box 20 pés	4	7	6
Dry Box 40 pés	3	6	5

6.2.1 Definição da Rota e Modais

Para a roteirização e consequente escolha dos modais foram estabelecidos seguintes cenários:

1. Porto Belo → Palmas;
2. Porto Belo → Itajaí → Belém → Palmas;
3. Porto Belo → Itajaí → Santos → Palmas;
4. Porto Belo → Itajaí → Suape → Palmas.

A Tabela 40 apresenta os resultados para o primeiro cenário, considerando os diferentes modais.

Tabela 40: Custos para Cenário 1

Modal	Quantidade Utilizada	Frete	Valor Total
Toco	61	18280	1115080
Truck	29	27800	806200
Dry Box 20 pés	17	25420	432140
Dry Box 40 pés	14	33120	463680

A Tabela 41 apresenta os resultados para o segundo cenário, considerando os diferentes modais.

Tabela 41: Custos para Cenário 2

Modal	Quantidade Utilizada	Frete	Valor Total
Dry Box 20 pés	17	30580	519860
Dry Box 40 pés	14	38855	543970

A Tabela 42 apresenta os resultados para o terceiro cenário, considerando os diferentes modais.

Tabela 42: Custos para Cenário 3

Modal	Quantidade Utilizada	Frete	Valor Total
Dry Box 20 pés	17	24145	410465
Dry Box 40 pés	14	32485	454790

Por fim, a Tabela 43 apresenta os resultados para o quarto cenário, considerando os diferentes modais.

Tabela 43: Custos para Cenário 4

Modal	Quantidade Utilizada	Frete	Valor Total
Dry Box 20 pés	17	31770	540090
Dry Box 40 pés	14	41845	585830

Com base nos resultados obtidos é possível definir qual a melhor rota e melhor modal a ser utilizado. Obtendo o menor custo, no valor total de R\$410,465 opta-se então pela rota **Porto Belo** → **Itajaí** → **Santos** → **Palmas**, utilizando o *container Dry Box 20 Pés*, nos modais: rodoviário de Porto Belo até Itajaí, cabotagem de Itajaí até Santos, rodoviário de Santos até Palmas.

Com a definição das retas, também é possível determinar o *Lead Time* de entrega de produtos até os mercados consumidores (Manaus, Palmas e São Paulo). Os resultados estão apresentados na tabela ??.

Tabela 44: Lead Times

Destino	Lead Time (dias)
Palmas	15
Manaus	30
São Paulo	21

7 Conclusão