

Aplicação de métodos de previsão de demanda para projeção de consumo de chapas de MDP de uma indústria do ramo moveleiro

Ana Caroline Schneider (Universidade de Caxias do Sul - UCS)
acschneider@ucs.br

Monique Rigo Zanotto (Universidade de Caxias do Sul - UCS)
mrzanotto@ucs.br

Leandro Luis Corso (Universidade de Caxias do Sul - UCS)
lcorso@ucs.br



Com o surgimento da pandemia do COVID-19, a mesma trouxe consigo diversas incertezas em todos os setores, inclusive no ramo moveleiro. Esse estudo tem como objetivo a utilização de métodos de previsão de demanda por séries temporais para analisar e prever o consumo de chapas de MDP de uma indústria do ramo moveleiro. Para tanto, foram aplicados os métodos de média móvel simples e ponderada, suavização exponencial, efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos) – método de Winters e os métodos de Holt para efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos) e Suavização Exponencial Dupla. Analisou-se os dados de demanda de três espessuras de chapas de MDP, sendo 12 mm, 15 mm e 25 mm para um total de 36 períodos (meses). A projeção de consumo de chapas de MDP obtida por meio dos métodos de previsão aplicados foram comparadas com a demanda real, a fim de identificar o método mais eficaz para cada espessura. Pela aplicação dos modelos, o método que melhor se aplicou à espessura de 12 mm foi a Suavização Exponencial Dupla, para 15 mm a Suavização Exponencial e a Suavização Exponencial Dupla obtiveram o mesmo resultado e, para a espessura de 25 mm, o método mais eficaz foi a Média Móvel Ponderada para o período de 6 meses. Por fim, este trabalho permitiu projetar e analisar a demanda da empresa, auxiliando no planejamento da organização e estratégias de prevenção para evitar a falta de matéria-prima e insumos necessários para a produção de itens de seu portfólio.

Palavras-chave: Previsão de Demanda, Moveleiro, Séries Temporais, Projeção de Consumo.

1. Introdução

No Brasil, as regiões Sul e Sudeste destacam-se como principais produtoras de móveis. Além disso, também pode-se observar nessas regiões as maiores áreas com plantios florestais do país, uma vez que na fabricação de seus móveis há a predominância de madeira (BRAINER, 2019). Para a confecção destes produtos necessita-se de uma gama variada de materiais e instrumentos, o que torna a indústria moveleira dependente do fornecimento de muitas outras indústrias como as chapas de MDF e MDP, por exemplo (BRAINER, 2019).

Um diferencial desta indústria estaria em prever, de forma eficiente a demanda de produtos. Isso poderia potencializar as decisões estratégicas de planejamento. No trabalho de Monegat et al. (2020), a proposta dos autores foi utilizar os métodos de média móvel, de suavização exponencial simples e de Holt, em que se mostrou o potencial dos modelos ao melhorar a previsão da empresa.

Atualmente a previsão de demanda pode ser considerada como essencial para a estabilidade dos negócios, pois auxilia no planejamento e desenvolvimento das estratégias organizacionais, na identificação de prioridades, nas decisões de alocação de recursos, expansões de capacidade, no planejamento da produção e na redução de estoque, como mostrado por Albuquerque, Lima e Leite (2020). O objetivo da utilização destes métodos consiste em obter uma estimativa da demanda futura a partir de dados e acontecimentos históricos (BORSATO e CORSO, 2019).

Levando em consideração o aumento da demanda e a falta de matéria-prima que afeta todos os setores da indústria da transformação durante a pandemia, o setor moveleiro também foi bastante afetado (KONRAD, 2020). Segundo Francio (2021), o setor imobiliário apresenta uma boa demanda durante a pandemia, porém as indústrias moveleiras seguem atentas à possibilidade de atraso na entrega de insumos e matérias-primas, ao mesmo tempo que os preços, custos e inflação estão em alta.

Nesse contexto, o presente trabalho visou prever a demanda de três chapas de MDP, com espessuras diferentes, para os próximos meses. Para isso, se utilizaram métodos de previsão de séries temporais. Os dados apresentados são de uma empresa moveleira e foram utilizadas quatro técnicas diferentes: média móvel (simples e ponderada), suavização exponencial, efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos) e os métodos de Holt para efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos). Após a aplicação dos métodos, foram analisados os Erros Quadráticos Médios (EQM) obtidos em cada um, assim foi possível identificar o modelo a ser sugerido para a empresa utilizar.

2. Referencial teórico

A seguir serão apresentados alguns tópicos relacionados à pesquisa, a fim de facilitar o entendimento dos resultados obtidos.

2.1 Séries temporais

De acordo com Pellegrini e Fogliatto (2001) as previsões de demanda, por meio da utilização de séries temporais, são de grande importância em diversas áreas das organizações. Por meio do desenvolvimento de planos agregados para produção e o gerenciamento de estoques, elas tornam-se essenciais para a operacionalização dos planos de produção.

Segundo Ehlers (2009), uma série temporal trata-se de observações que são feitas de forma sequencial ao longo do tempo. Seu foco, com base nesta pesquisa, consiste na elaboração de uma demanda futura, em que é possível prever e planejar os recursos necessários para a produção de determinados produtos.

De acordo com Ferreira e Duca (2018), alguns dos padrões de comportamento que costumam ser encontrados em modelos de séries temporais são:

- Tendência (T): é observada no momento em que uma série temporal segue uma determinada direção, podendo ser ela crescente ou decrescente, e não necessariamente linear;
- Sazonalidade (S): trata-se de um padrão que dentro de um ano pode se repetir com certa periodicidade, como por exemplo, mensal, semanal, diário, etc;
- Ciclo (C): é um padrão que se repete regularmente. No entanto, o mesmo não apresenta um período fixo e ocorre em um período maior que um ano, como alguns fenômenos climáticos que podem apresentar periodicidade superior a um ano.

De acordo Santiago e Silva (2020), ao escolher o método de série temporal ideal, devem ser considerados os seguintes fatores: forma de previsão; período, horizonte de tempo e intervalo; disponibilidade de dados; acurácia; padrões de demanda; custo de implantação do método; facilidade de operação; e compreensão da administração.

A seguir são apresentados os conceitos matemáticos utilizados no presente trabalho.

2.1.1 Média móvel

Segundo Morettin e Tolo (2018), a média móvel consiste em calcular a média aritmética de um total de “r” observações mais recentes. Sua denominação surgiu pelo fato de que, em cada período, a observação mais antiga sempre é substituída pela mais recente, onde calcula-se uma média nova.

As mesmas são comumente utilizadas com análise técnica em mercados de capitais, assim como na análise da tendência de preços de ativos financeiros em bolsas de valores. No presente artigo, foram utilizadas duas variações do método: a Média Móvel Simples e a Média Móvel Ponderada.

2.1.1.1 Média móvel simples (MMS)

De acordo com Fernando (2021), o método consiste na forma mais simplificada de uma média móvel. O modelo é calculado por meio da média aritmética de um dado conjunto de valores, sendo estes um conjunto de um somatório de números - podendo ser preços no caso de instrumentos financeiros - dividido pelo número de preços do conjunto.

A MMS é definida pela Equação 1:

$$Média = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_n \quad (1)$$

Onde:

- A_i : valor da demanda no período i ;
- n : número de períodos de tempo.

2.1.1.2 Média móvel ponderada

O método de Média Móvel Ponderada trata-se de uma variação da técnica de Média Móvel Simples, permitindo a atribuição de pesos aos dados ponderados na análise (Equação 2).

$$P_t = \frac{\sum_{t=1}^n W_{t-1} R_{t-1}}{\sum W_t} \quad (2)$$

Onde:

- P_t : Previsão da MMP para o período t ;
- W_{t-1} : Peso atribuído ao período $t-1$;
- R_{t-1} : Demanda real para o período $t-1$;
- n : Quantidade de períodos.

2.1.2 Suavização exponencial

A suavização exponencial busca tratar ambas as causas de flutuações em séries de tempo. De acordo com Morettin e Tolo (2018), essas técnicas normalmente assumem que os valores extremos de uma série representam a aleatoriedade, assim, utilizando o método da suavização desses extremos, podendo identificar o padrão básico. Define-se pela Equação 3:

$$P_{t+1} = \alpha R_t + (1 - \alpha) P_t \quad (3)$$

Onde:

- P_{t+1} : Previsão para o período $t+1$;

- R_t : Demanda real para o período t ;
- P_t : Previsão para o período t ;
- α : Constante de amortecimento ($0 \leq \alpha \leq 1$).

2.1.3 Efeitos sazonais (método de Winters)

Diversos métodos de séries temporais apresentam sazonalidade, que se trata de um comportamento repetitivo ou um padrão regular nos dados coletados. Identifica-se os modelos aditivo, o qual apresenta amplitude de variação sazonal constante e o modelo multiplicativo, em que a amplitude sazonal pode aumentar ou diminuir em função do tempo (SANTIAGO E SILVA, 2020).

2.1.3.1 Efeitos sazonais aditivos

Os efeitos sazonais aditivos apresentam uma amplitude da variação sazonal constante, o que significa que a diferença existente entre o maior e o menor valor de demanda dentro das estações permanece, de forma relativa, constante no tempo (PELLEGRINI E FOGLIATTO, 2001). Pode-se afirmar também que este método tende a manter a mesma ordem de magnitude cada vez que um efeito é encontrado. Pela Equação 4, calcula-se o valor de previsão com este método.

$$\hat{Y}_{t+n} = E_t + S_{t+n-p} \quad (4)$$

A Equação 5 estima o nível esperado para o período t como uma média ponderada dos dados dessazonalizados para o período t .

$$E_t = \alpha(Y_t - S_{t-p}) + (1-\alpha)(E_{t-1}) \quad (5)$$

Na Equação 6, é estimado o fator sazonal para o período t como uma média ponderada do efeito sazonal estimado no período t .

$$S_t = \beta(Y_t - E_t) + (1-\beta)S_{t-p} \quad (6)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 ; 0 \leq \beta \leq 1$$

2.1.3.2 Efeitos sazonais multiplicativos

Os efeitos sazonais multiplicativos tendem a ter um efeito crescente cada vez que determinado efeito é encontrado. De acordo com Cavalheiro (2003) este método é adequado para as séries de tempo em que a amplitude sazonal é proporcional ao nível da média da série, e pode ser representado pela Equação 7.

$$x_t = (b_1 + b_2 t)c_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

Onde:

- b_j : Componente permanente;

- b_2 : Componente de tendência linear;
- c_t : Fator sazonal multiplicativo;
- ε_t : Componente do erro aleatório.

2.1.4 Método de Holt-Winters

De acordo com Milnitz, Marchi e Samohyl (2011), o método de Holt-Winters trata-se de um dos métodos de previsão mais conhecidos, pelo fato de que permite a adaptação da sazonalidade ao decorrer do tempo.

No caso de séries que apresentam tendência e variação sazonal, o procedimento de alisamento exponencial pode ser generalizado (EHLERS, 2009). Considerando observações mensais que sejam L_t , T_t e I_t , sendo o nível, a tendência e o índice sazonal, respectivamente, o fator T_t trata-se do aumento ou redução por mês esperada no nível atual da série.

2.1.4.1 Suavização exponencial dupla

O método de suavização exponencial dupla é utilizado em séries temporais que apresentam tendência linear. Conforme apresentado por Lima e Corso (2020), o modelo pode ser expresso matematicamente pela Equação 8.

$$P_{t+n} = L_t + n \cdot T_t \quad (8)$$

Onde L_t é a previsão para o período t , e T_t é a tendência para o período.

2.1.4.2 Efeito sazonal aditivo (método de Holt-Winters)

Esta técnica de previsão, além de apresentar sazonalidade como o método de Winters, apresenta tendência e variação sazonal, assim como o método de Holt. Desta maneira surge a nomenclatura Holt-Winters.

O método pode ser definido pela Equação 9.

$$P_{t+n} = (L_t + n \cdot T_t)S_{t-s+n} \quad (9)$$

Onde S_t é o índice sazonal para o período t e s é o período de tempo para uma estação completa de sazonalidade.

2.1.4.3 Efeito sazonal multiplicativo (método de Holt-Winters)

A técnica de Holt-Winters para efeitos sazonais multiplicativos é similar ao método com efeitos sazonais aditivos. O que diferencia ambos os métodos é que o modelo multiplicativo apresenta a sazonalidade multiplicada pela tendência da série e o modelo aditivo apresenta a sazonalidade somada à tendência da série (SANTIAGO E SILVA, 2020). O método pode ser representado pela Equação 10.

$$P_{t+n} = L_t + n \cdot T_t + S_{t-s+n} \quad (10)$$

2.2 Erros de previsão

De acordo com Dias (1999) os erros de previsão sempre existirão devido ao componente aleatório presente na demanda. Por este motivo é importante acompanhá-lo como forma de garantia de que o mesmo esteja dentro dos limites aceitáveis, além de evitar o viés. Existem 4 tipos de erros que são comumente conhecidos (CAVALHEIRO, 2003):

- Erro médio (*mean error* - ME): São adicionados os valores dos erros e calculado a média. Os valores obtidos são próximos a zero, tendo em vista que os erros positivos cancelam os erros negativos;
- Erro absoluto (*mean absolut deviation* - MAD): Também denominado “desvio absoluto médio”, trata-se da média do erro absoluto. Usualmente prefere-se esta medida ao invés do erro médio;
- Erro percentual absoluto médio (*mean absolute percentage error* – MAPE): Assim como uma percentagem, esta medida é próxima a um. A medida é preferida se comparada ao erro médio e ao erro absoluto;
- Erro quadrado médio (EQM) (do inglês, *mean squared error* – MSE): Este erro penaliza principalmente os desvios extremos das previsões, ao invés dos desvios menores que ocorrem. Sendo assim, ao minimizar o erro, ao invés de ter-se um grande desvio tem-se vários desvios pequenos do valor de previsão.

A medida selecionada para análise dos métodos de previsão é o MSE. O Erro pode ser definido pela Equação 11 (HALLAK E FILHO, 2011).

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{is} - P_{io})^2 \quad (11)$$

3. Metodologia

Para o presente trabalho, foi realizada uma coleta de dados diretamente no sistema de gestão da empresa selecionada. A coleta realizou-se no programa denominado “Movimento Estoque”, que é o *software* responsável pela coleta e armazenagem das informações referentes à movimentação de estoque para um determinado item. Os valores obtidos referem-se à quantidade consumida, em metros quadrados, de três chapas de MDP com espessuras diferentes, sendo elas: 12 mm, 15 mm e 25 mm.

Com relação ao período de coleta dos itens, para esta primeira etapa, foi definido que seriam utilizadas as informações de movimentação e consumo dos últimos 36 meses. Para a análise das demandas futuras, foram escolhidos os seguintes métodos de previsão de séries temporais:

- Média móvel (simples e ponderada);
- Suavização exponencial, efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos);
- Suavização exponencial dupla, Métodos de Holt-Winters para efeitos sazonais (aditivos e multiplicativos).

Nesta segunda etapa, os dados coletados foram distribuídos em três tabelas no *software Microsoft Excel*.

Após a aplicação dos métodos de previsão de série temporal, realizou-se a análise dos erros obtidos para cada dos mesmos. Utilizando estes valores, foi elaborada uma tabela para fins de comparação do Erro Quadrático Médio (EQM) de todos os métodos aplicados. Além da tabela, optou-se por incluir outra visualização gráfica para auxiliar na etapa da análise dos resultados obtidos. Para cada um dos métodos foi elaborado um gráfico, em que se realizou uma comparação dos dados coletados inicialmente com os valores previstos.

Em relação a abordagem do problema, esta pesquisa é quantitativa, em razão dos dados obtidos serem numéricos e tabulados, de acordo com o estudo em questão.

4. Resultados e discussões

Nesta seção, apresentam-se os resultados alcançados por meio do desenvolvimento das etapas indicadas na metodologia.

4.1 Coleta de dados

O estudo de previsão de demanda por meio de séries temporais tem por base três tipos de chapas de MDP com diferentes espessuras provenientes de uma empresa moveleira. As espessuras escolhidas para realizar este estudo foram de 12 mm, 15 mm e 25 mm.

O intervalo de tempo determinado para estudo compreende dados históricos de 36 meses, iniciando em Janeiro de 2018 até Dezembro de 2020. A Figura 1 mostra os valores referente ao consumo em m² das espessuras informadas.

Figura 1 – Dados coletados

	Período (meses)	Consumo (m ²)				Período (meses)	Consumo (m ²)		
		12 mm	15 mm	25 mm			12 mm	15 mm	25 mm
1	jan/18	10732,28	8619,49	1360,50	19	jul/19	17113,50	6193,87	1624,39
2	fev/18	14036,12	9798,16	2023,24	20	ago/19	19073,69	14017,74	2364,42
3	mar/18	10431,81	5743,72	1618,32	21	set/19	19556,72	14331,63	2303,15
4	abr/18	5739,71	4030,50	2442,17	22	out/19	23231,36	14920,05	1742,96
5	mai/18	5825,53	3007,24	2184,69	23	nov/19	24584,09	27661,80	2141,33
6	jun/18	5029,38	3392,64	1343,43	24	dez/19	16643,05	17288,48	2378,45
7	jul/18	11795,65	5534,74	1850,61	25	jan/20	18666,28	14816,05	2182,76
8	ago/18	6466,91	7993,79	3169,06	26	fev/20	27916,87	13566,30	2305,69
9	set/18	12358,56	5905,37	2145,14	27	mar/20	17791,64	8346,20	1955,98
10	out/18	16797,84	8292,08	2718,95	28	abr/20	16077,01	6641,48	1332,36
11	nov/18	21852,01	9162,44	2589,57	29	mai/20	29911,24	11776,04	2796,19
12	dez/18	9092,35	2380,87	1184,66	30	jun/20	34592,91	11950,91	2537,58
13	jan/19	15590,94	3654,77	700,48	31	jul/20	46160,23	15549,49	2827,58
14	fev/19	16543,12	7835,66	1695,53	32	ago/20	44152,33	22244,75	2968,83
15	mar/19	10110,78	10945,88	1964,42	33	set/20	38538,62	25767,07	2942,70
16	abr/19	8310,65	10747,11	1511,53	34	out/20	40868,22	24544,99	4220,26
17	mai/19	14963,11	4651,53	1507,99	35	nov/20	39258,81	15862,03	4385,35
18	jun/19	10434,86	11344,56	1047,13	36	dez/20	47400,83	21479,14	4576,92

Fonte: Os autores (2021)

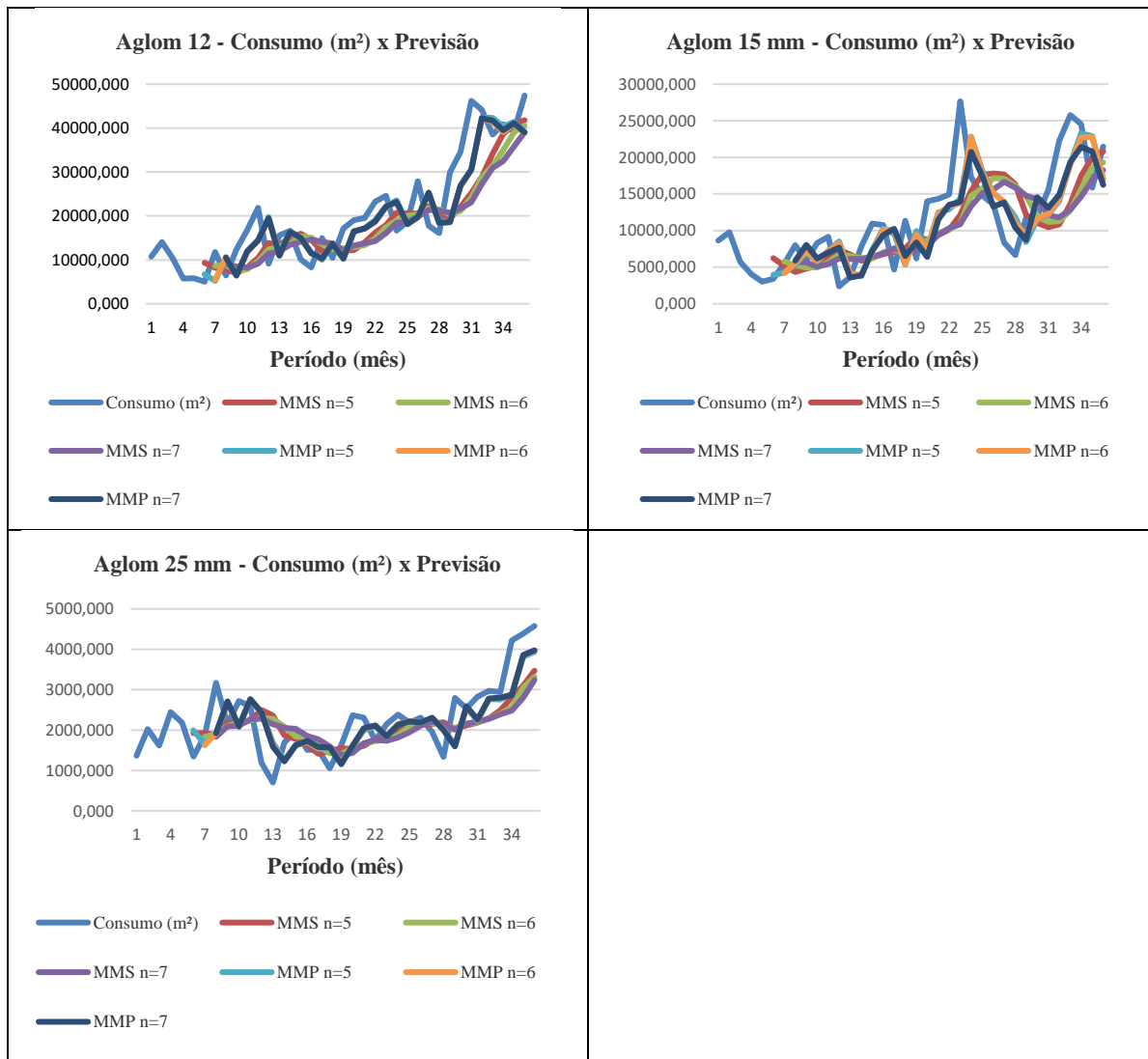
4.2 Aplicação dos métodos

Após realizada a coleta de dados, realizou-se os cálculos de previsão por meio das séries de previsão temporal citadas na metodologia.

4.2.1 Média Móvel

A média móvel calculada contou com dois tipos de métodos de previsão, sendo a MMS e MMP. Para definir a previsão por meio destes métodos, foi necessário escolher o período para gerar os cálculos e obter os resultados, sendo assim, considerou-se n igual a 5, 6 e 7. Posteriormente, foram calculadas as previsões EQM obtidos para estes métodos. Na Figura 2 é possível visualizar a relação entre o consumo de chapas com a previsão segundo estes métodos.

Figura 2 – Consumo (m²) x Métodos de média móvel simples e ponderada

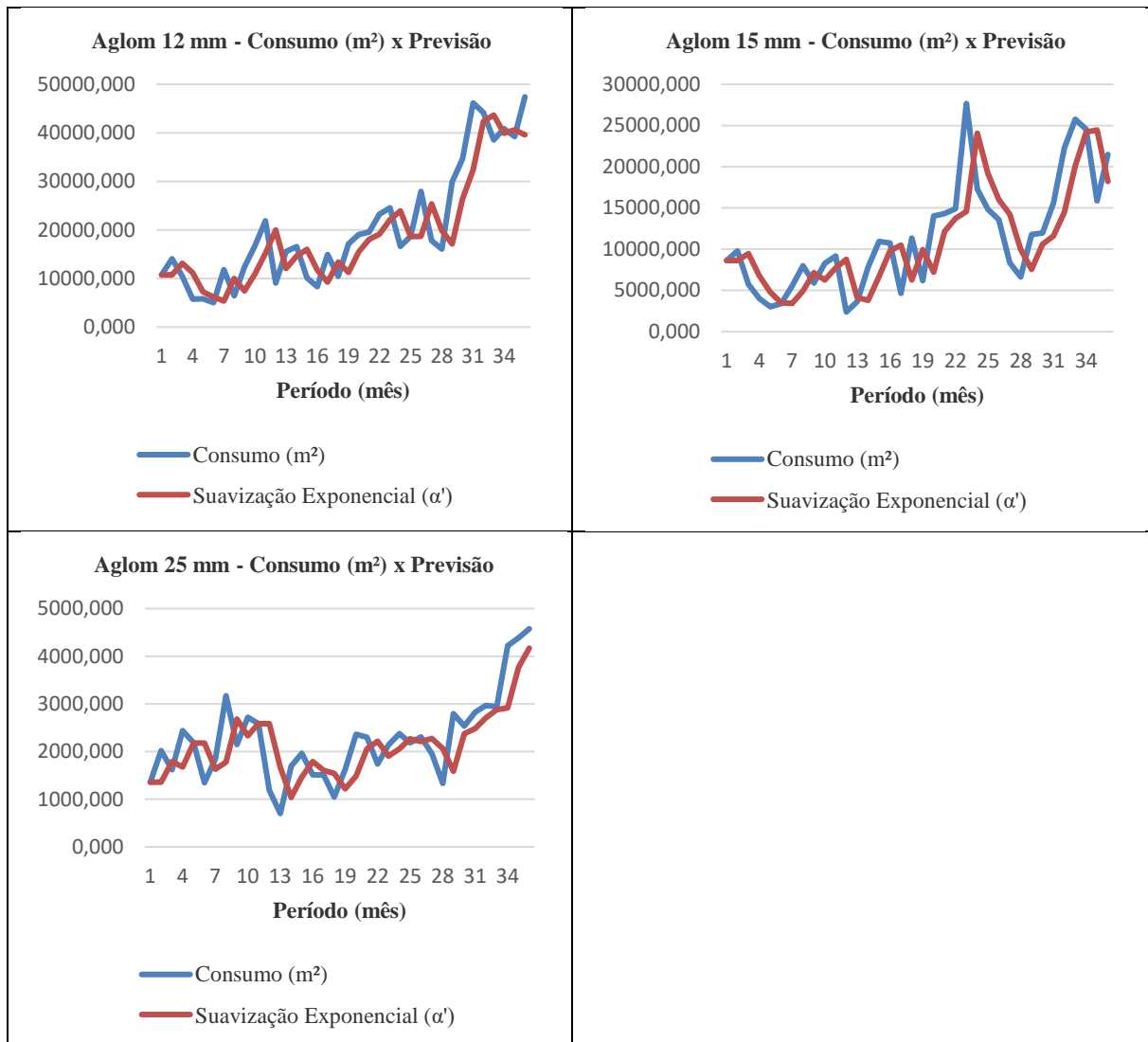


Fonte: Os autores (2021)

4.2.2 Suavização exponencial

Para desenvolvimento deste método, foi realizado o cálculo de previsão e, por conseguinte, o seu EQM. Inicialmente atribuiu-se um valor arbitrário para a constante do amortecimento α , para realizar os cálculos de previsão e, posteriormente, foi otimizado o modelo com a utilização do auxílio do suplemento *Solver*, disponível no *software Microsoft Excel*. A Figura 3 demonstra graficamente a relação entre o consumo (m²) de chapas e a previsão tendo como base o método de suavização exponencial.

Figura 3 – Consumo (m²) x Método de suavização exponencial



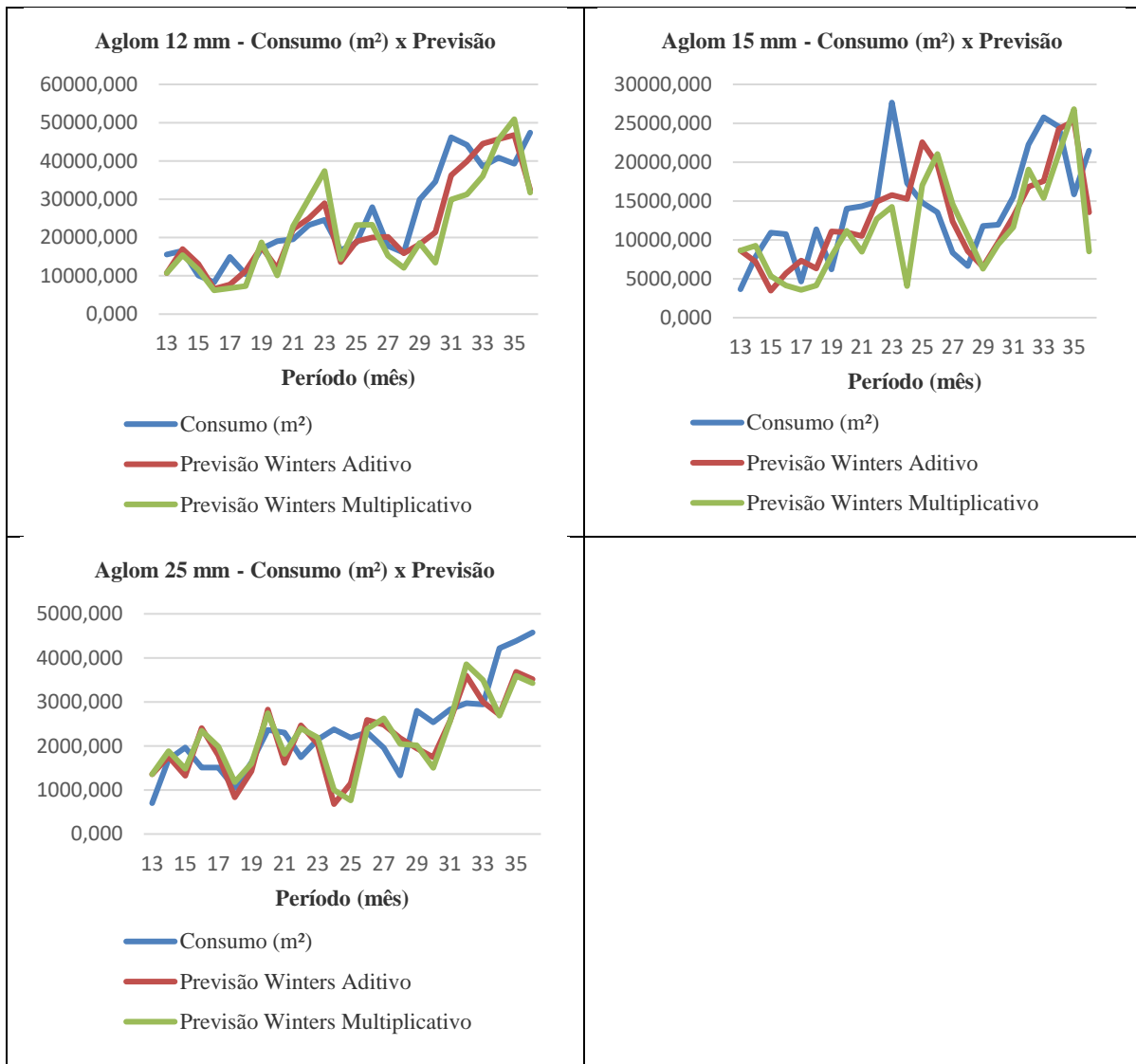
Fonte: Os autores (2021)

Nas três espessuras de chapas a previsão calculada com a utilização do método de suavização exponencial obteve um bom desempenho, considerando que ao longo do período de análise a previsão seguiu a tendência do consumo real de chapas para as diferentes espessuras.

4.2.3 Sazonalidade com efeitos aditivos e multiplicativos (Winters)

Para desenvolvimento destes métodos de previsão temporal, atribuiu-se valores arbitrários para a constante do amortecimento da média dos dados α e para a constante de amortecimento da estimação da tendência β . Após realizar os cálculos, otimizou-se os modelos onde encontrou-se o resultado gráfico visto na Figura 4.

Figura 4 – Consumo (m²) x Métodos de sazonalidades aditivas e multiplicativas (Winters)

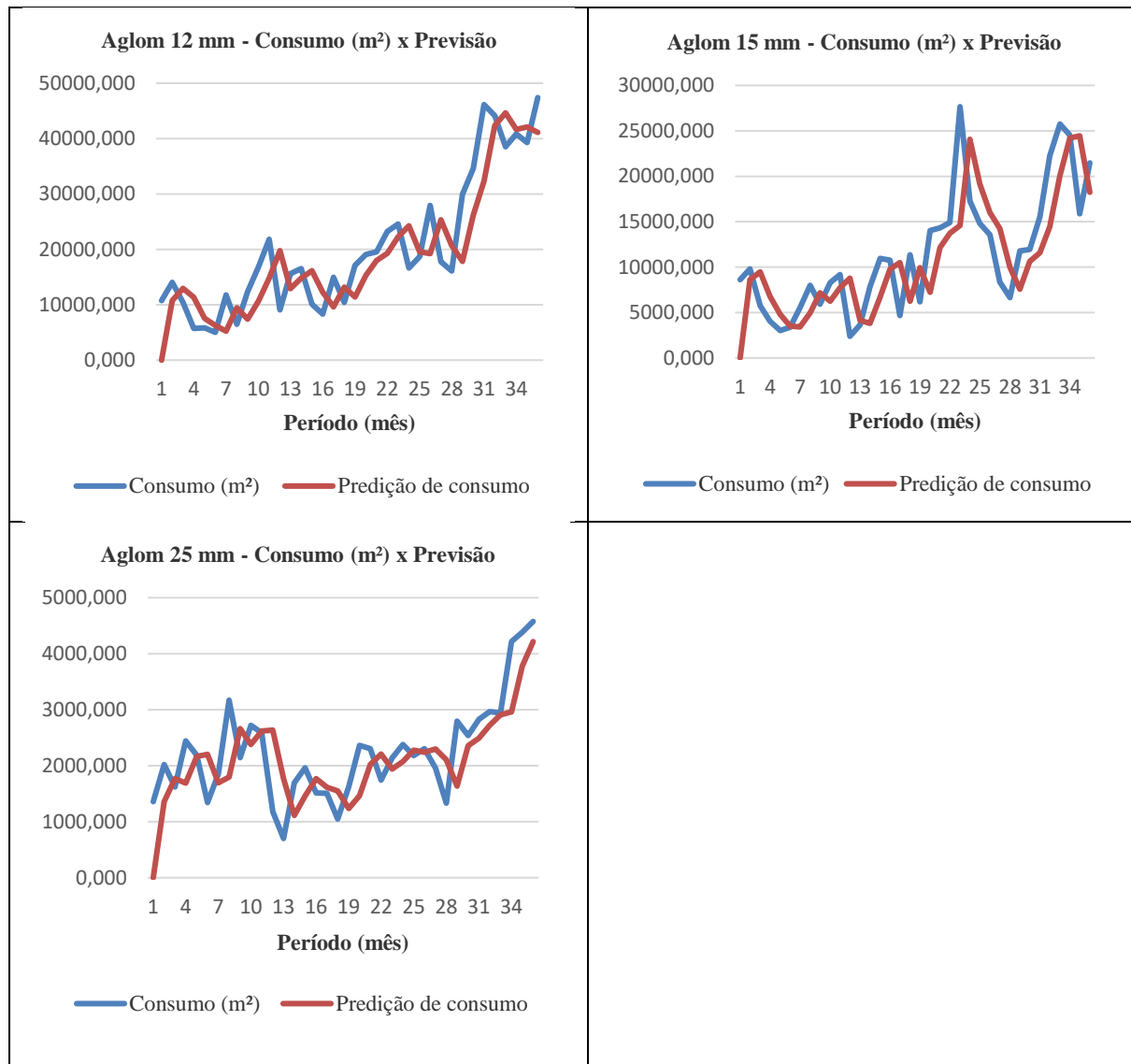


Fonte: Os autores (2021)

4.2.3 Suavização exponencial dupla

Para aplicação do modelo de suavização exponencial dupla referente ao método de Holt-Winters, considerou-se dados de 12 períodos consecutivos para identificação do comportamento das séries e realizar os cálculos iniciais para obter os valores de nível e tendência. Por conseguinte, foram realizados os cálculos de nível, tendência, as previsões com fatores otimizados e os respectivos erros. O resultado pode ser conferido na Figura 5.

Figura 5 – Consumo (m²) x Método de suavização exponencial dupla (Método de Holt-Winters)

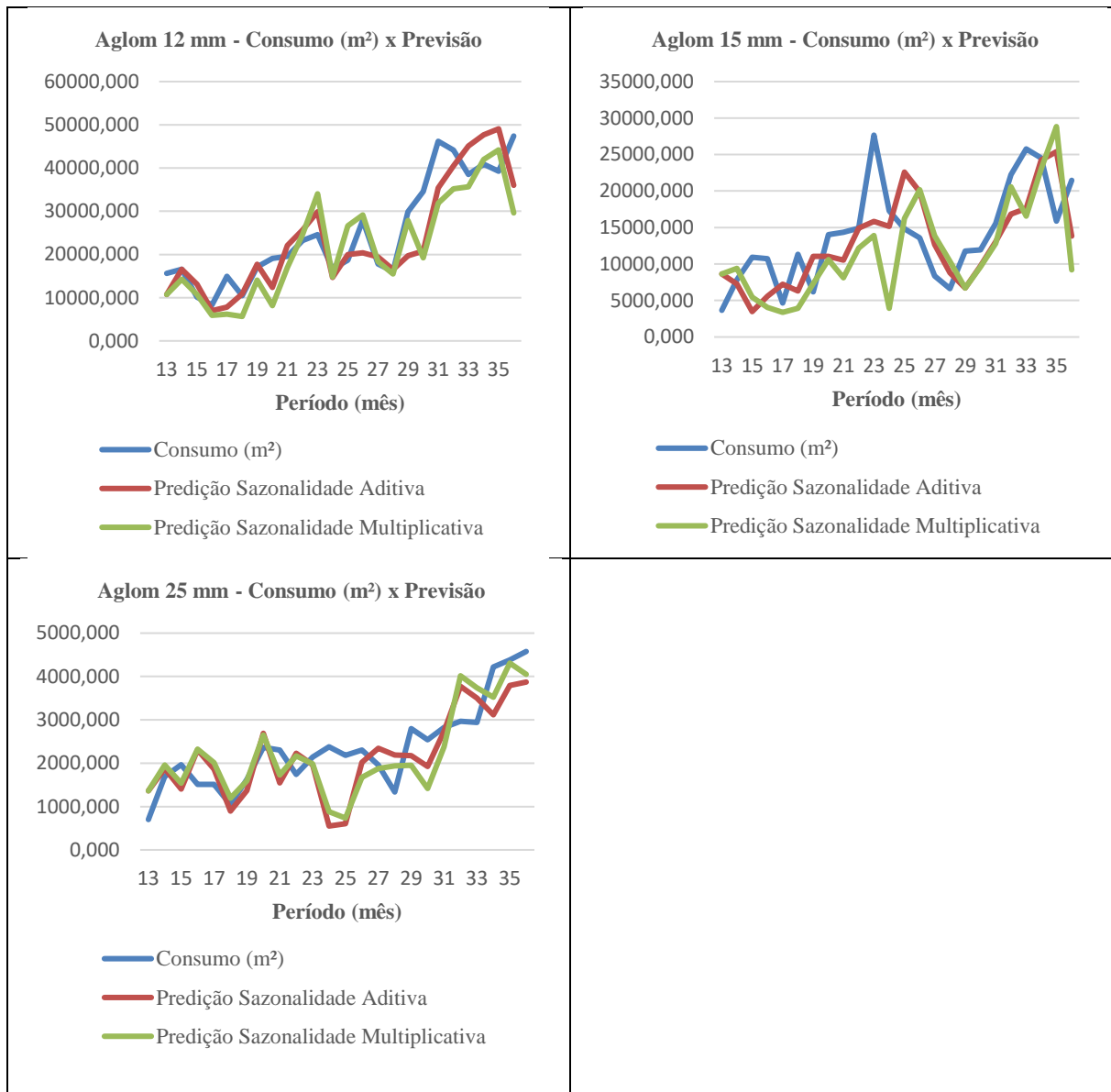


Fonte: Os autores (2021)

4.2.4 Sazonalidade com efeitos aditivos e multiplicativos (método de Holt-Winters)

Para o desenvolvimento destes métodos, optou-se por analisá-los em conjunto considerando ambos serem referentes ao método de Holt-Winters, assim foram calculados os parâmetros iniciais, de modo mais preciso, o nível básico, tendência e o fator sazonal, para posteriormente aplicar a otimização dos modelos. Nestes métodos, estão presentes constantes designadas para auxiliar no cálculo dos métodos de previsão e obtenção dos resultados, podendo citar a constante do amortecimento da média dos dados α , a constante de amortecimento da estimação da tendência β e a constante de amortecimento de estacionariedade γ . Posteriormente a otimização, admitiu-se os resultados expostos na Figura 6.

Figura 6 – Consumo (m²) x Método de sazonalidade com efeitos aditivos e multiplicativos (Método de Holt)



Fonte: Os autores (2021)

Nestes métodos, é possível verificar que as projeções em relação ao consumo real de chapas e as previsões apresentam algumas divergências, partindo do princípio de similaridade entre ambos os parâmetros.

4.3. Análise de erros

Realizados os cálculos das previsões e os erros para cada método, é possível analisar e determinar o melhor modelo de previsão para cada série temporal. Os resultados são apresentados no Figura 7.

Figura 7 – Erro Quadrático Médio (EQM)

	Métodos de previsão temporal	EQM
Aglomerado 12 mm	Média Móvel Simples (n = 5)	54707179,5
	Média Móvel Simples (n = 6)	60801412,7
	Média Móvel Simples (n = 7)	68409838,0
	Média Móvel Ponderada (n = 5)	37147455,2
	Média Móvel Ponderada (n = 6)	38151876,1
	Média Móvel Ponderada (n = 7)	38048586,0
	Suavização Exponencial	35059996,9
	Sazonalidade com Efeitos Aditivos (Winters)	42238730,7
	Sazonalidade com Efeitos Multiplicativos (Winters)	79197639,2
	Suavização Exponencial Dupla - Método de Holt	34520711,5
	Efeitos Sazonais Aditivos - Método de Holt	40723681,7
	Efeitos Sazonais Multiplicativos - Método de Holt	54407432,6
Aglomerado 15 mm	Média Móvel Simples (n = 5)	33645517,1
	Média Móvel Simples (n = 6)	35975479,0
	Média Móvel Simples (n = 7)	36770979,1
	Média Móvel Ponderada (n = 5)	22535286,0
	Média Móvel Ponderada (n = 6)	23163091,8
	Média Móvel Ponderada (n = 7)	21939666,5
	Suavização Exponencial	21421549,7
	Sazonalidade com Efeitos Aditivos (Winters)	30722960,8
	Sazonalidade com Efeitos Multiplicativos (Winters)	47681596,7
	Suavização Exponencial Dupla - Método de Holt	21421549,7
	Efeitos Sazonais Aditivos - Método de Holt	30705380,5
	Efeitos Sazonais Multiplicativos - Método de Holt	46786666,1
Aglomerado 25 mm	Média Móvel Simples (n = 5)	519144,9
	Média Móvel Simples (n = 6)	543297,4
	Média Móvel Simples (n = 7)	622543,1
	Média Móvel Ponderada (n = 5)	381912,9
	Média Móvel Ponderada (n = 6)	380023,7
	Média Móvel Ponderada (n = 7)	391150,7
	Suavização Exponencial	401795,1
	Sazonalidade com Efeitos Aditivos (Winters)	574417,1
	Sazonalidade com Efeitos Multiplicativos (Winters)	603264,9
	Suavização Exponencial Dupla - Método de Holt	398814,2
	Efeitos Sazonais Aditivos - Método de Holt	549085,0
	Efeitos Sazonais Multiplicativos - Método de Holt	500397,6

Fonte: Os autores (2021)

Após realizada a análise dos erros referentes a cada método de previsão, observou-se os modelos que melhor se adaptaram para cada espessura de chapa do estudo em questão. Quanto menor o erro quadrático médio (EQM) obtido, maior a precisão da previsão comparado ao consumo real de chapas utilizadas na empresa.

Portanto, no aglomerado referente as chapas de 12 mm de espessura, o método que melhor se adaptou foi a Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters, alcançando um erro quadrático correspondente a 34520711,5. No aglomerado de 15 mm, houve a incidência de dois métodos que melhor aplicaram-se ao caso, dentre os quais estão a Suavização Exponencial e a

Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters, ambos obtiveram um erro correspondente a 21421549,7. E, por fim, no aglomerado de 25 mm, o método que apresentou maior precisão na sua previsão foi a Média Móvel Ponderada (MMP) para o período de 6 meses, obtendo um erro correspondente a 380023,7.

5. Considerações finais

A partir da aplicação de oito diferentes métodos de séries temporais, foi possível prever as demandas de três espessuras diferentes de chapas de MDP em uma indústria do ramo moveleiro. Após a realização de comparação entre os resultados e a seleção do melhor método obtido para cada uma das espessuras, o mesmo poderá ser utilizado pelo Setor de Compras e PCP, a fim de otimizar os procedimentos relacionados à compra e estocagem de materiais.

Por meio deste trabalho foi constatado que para cada espessura de chapa obteve-se um método diferente com o melhor resultado de EQM. No caso da chapa de 12 mm o método que chegou ao melhor valor foi a Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters. Para a chapa de 15 mm os métodos que melhor se adaptaram ao estudo de caso foi a Suavização Exponencial e a Suavização Exponencial Dupla – Método de Holt-Winters. Na análise da chapa de 25 mm, o método que obteve o melhor resultado para o EQM foi a Média Móvel Ponderada ($n = 6$).

A utilização de métodos temporais para previsão de demandas é de suma importância em várias áreas de aplicação na indústria, principalmente na parte de previsão de demanda de materiais. Estas ferramentas auxiliam na organização e no planejamento com relação a compra e armazenagem de matéria-prima, como no caso das chapas de MDP que foram estudadas e analisadas nesta pesquisa.

Como já mencionado anteriormente, os valores foram obtidos diretamente do sistema de gestão da empresa. No entanto, os materiais utilizados para a produção nem sempre condizem com o que está registrado no sistema, gerando desta forma uma divergência entre os valores calculados pelo sistema e a quantidade que realmente foi consumida.

Devido às limitações da pesquisa com relação à veracidade dos dados coletados, neste momento não haverá a possibilidade de continuação da mesma. Futuramente, após um aprimoramento do controle de entrada e saída da matéria-prima, o método selecionado poderá então ser utilizado.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Carla Andréa Mendonça de; LIMA, Marcos Miguel da Silva; LEITE, Maria Silene Alexandre. Aplicação de métodos de previsão de demanda em uma indústria de polpas de fruta na cidade de João Pessoa –

PB. **ENESEP**, 2020. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_344_1770_41299.pdf >. Acesso em: 15 mai. 2021.

BORSATO, Renan; CORSO, Leandro Luís. Aplicação de Inteligência Artificial e ARIMA na Previsão de Demanda no setor metal mecânico. **Scientia cum industria**, v. 7, n. 2, pp. 165-176, 2019. Disponível em: < <http://www.uces.com.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/viewFile/7741/4006>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. Setor moveleiro. **Banco do Nordeste**, Fortaleza, jul. 2019. Caderno setorial ETENE, p. 01. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5577175/89_moveis.pdf/24f1422b-f808-7285-d724-eaf5a6bc2c48>. Acesso em: 13 mai. 2021.

CAVALHEIRO, Darlene. **Método de previsão de demanda aplicada ao planejamento da produção de indústrias de alimentos**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

DIAS, George Paulus Pereira. Proposta de processo de previsão de vendas para bens de consumo. **ENESEP**, 1999. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1999_A0687.PDF>. Acesso em: 13 mai. 2021.

EHLERS, Ricardo S. **Análise de séries temporais**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://sites.icmc.usp.br/ehlers/stemp/stemp.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2020.

FERNANDO, Jason. **Moving Average (MA)**. Investopedia, 2021. Disponível em: < <https://www.investopedia.com/terms/m/movingaverage.asp>>. Acesso em: 15 mai. 2021.

FERREIRA, Pedro Guilherme Costa; DUCA, Victor Eduardo Leite de Almeida. Modelos de suavização exponencial. In: BARROS, Anna Carolina; MATTOS, Daiane Morcolino de; OLIVEIRA, Ingrid Christyne Luquett de; FERREIRA, Pedro Guilherme Costa (Org.); DUCA, Victor Eduardo Leite de Almeida. **Análise de Séries Temporais em R: curso introdutório**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 84-102. Disponível em: < <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154902/cfi/6/20!/4/2@0:0>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

FILHO, Augusto José Pereira; HALLAK, Ricardo. Metodologia para análise de desempenho de simulações de sistemas convectivos na região metropolitana de São Paulo com o modelo ARPS: sensibilidade a variações com os esquemas de advecção e assimilação de dados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 591-608, 2011.

FRANCIO, Rogério. Setor de móveis tem crescimento no primeiro trimestre do ano no RS. **Correio do Povo**, Porto Alegre, 17 mai. 2021. Disponível em:
<<https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/economia/setor-de-m%C3%B3veis-tem-crescimento-no-primeiro-trimestre-do-ano-no-rs-1.621306>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

KONRAD, Raquel. **Falta matéria-prima na indústria**. Serranossa, 2020. Disponível em: <
<https://serranossa.com.br/noticia/economia/89374/falta-materia-prima-na-industria>>. Acesso em: 12 mai. 2021.

LIMA, Daniela de; CORSO, Leandro Luís. Aplicação de inteligência artificial e modelos matemáticos para previsão de demanda em uma indústria do ramo plástico. **Scientia cum indústria**, v. 8, n. 2, pp. 24-29, 2020.

MILNITZ, Diego; MARCHI, Jamur Johnas; SAMOHYL, Robert Wayne. Previsão da demanda: uma aplicação do método holt winters em uma indústria têxtil de grande porte. **ENESEP**, 2011. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_856_18148.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021.

MONEGAT, Amanda Dalla Rosa; PASOLINI, Mônica; FRANCO, Mateus Müller; ORLANDIN, Bruna Caroline; CORSO, Leandro Luis. Análise de métodos de previsão de demanda para projeção de vendas de produtos de uma indústria do ramo moveleiro. **ENESEP**, 2020. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_344_1770_41231.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

MORETTIN, Pedro A.; TOLOI, Clélia M. C. Modelos de suavização exponencial. In: _____. **Análise de Séries Temporais: Modelos lineares univariados**. 3. ed. vol. 1. São Paulo: Edgard Blucher, 2018. p. 108-129. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521213529/cfi/107!/4/4@0.00:9.61>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

PELLEGRINI, Fernando R.; FOGLIATTO, Flávio S. Passos para Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda - Técnicas e Estudo de Caso. **Produção**, Porto Alegre, v. 11 n. 1, p. 1-22, nov., 2001. Disponível em:
< <https://www.scielo.br/pdf/prod/v11n1/v11n1a04.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2020.

SANTIAGO, Sandro Breval; SILVA, Marcos Candido da. Capacidade preditiva da suavização exponencial para os casos de covid-19 no estado do Amazonas. **ENESEP**, 2020. Disponível em:
< http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_344_1770_39561.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.