



UFOP

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA**



THIAGO CAMPOS ALMEIDA SILVA

**APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO NA GESTÃO LOGÍSTICA: UM
ESTUDO DE CASO DA S&D FLORESTAL E BIOENERGIA**

OURO PRETO

2023

THIAGO CAMPOS ALMEIDA SILVA

**APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE PREVISÃO NA GESTÃO LOGÍSTICA: UM
ESTUDO DE CASO DA S&D FLORESTAL E BIOENERGIA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de Ouro Preto
como parte dos requisitos para a obtenção de Grau
de Engenheiro de Produção.

Professor orientador:

OURO PRETO

2023



FOLHA DE APROVAÇÃO

Thiago Campos Almeida Silva

Aplicação dos Métodos de Previsão na Gestão Logística: um estudo de caso na S&D Florestal e Bioenergia

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 11 de julho de 2023.

Membros da banca

Prof.^o Dr. ^o **Magno Silvério Campos** - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto

Me. **Renato Fernandes Ferreira** - Examinador Convidado - Universidade Federal de Ouro Preto

Prof.^o Me. **Cristiano Luís Turbino de Franca e Silva** - Examinador Convidado - Universidade Federal de Ouro Preto

Magno Silvério Campos, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 08/08/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Magno Silverio Campos, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/08/2023, às 11:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renato Fernandes Ferreira, COORDENADOR(A) DE PROCESSOS E PROJETOS ORGANIZACIONAIS**, em 08/08/2023, às 12:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Luis Turbino de Franca e Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/08/2023, às 13:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0556709** e o código CRC **0E14CA83**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me deu forças e guiou até este momento. Aos meus pais Adriano e Márcia, por não medirem esforços para que eu tivesse uma boa educação e ensino de qualidade. Ao meu irmão Gabriel, por todo o apoio. Ao professor Magno, por todo suporte que me forneceu durante toda minha graduação, seja nas disciplinas ministradas, na orientação durante meu estágio e também neste trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

Este trabalho examina a aplicabilidade dos métodos de previsão na administração das empresas de transporte florestal, usando como objeto de estudo a empresa S&D Florestal e Bioenergia. A pesquisa adotou uma abordagem descritiva-exploratória, na qual foram apresentados e discutidos conceitos e exemplos de métodos de previsão, inserindo-os no contexto da empresa investigada. Ao longo do estudo, foi ressaltada a relevância da S&D Florestal e Bioenergia no cenário florestal brasileiro, assim como a importância dos métodos de previsão para a otimização das operações logísticas e para a redução dos custos associados. Por meio da análise do estudo de caso, foi possível constatar que a utilização de métodos de previsão pode trazer benefícios significativos para a gestão logística de empresas do setor florestal. Entretanto, destaca-se que a eficácia desses métodos pode variar de acordo com as características específicas de cada empresa e do contexto em que ela está inserida, sugerindo a necessidade de pesquisas futuras para expandir os conhecimentos nesta área.

Palavras-chave: Métodos de previsão. Gestão logística. Empresa de transporte florestal.

ABSTRACT

This study examines the applicability of forecasting methods in the administration of forest transportation companies, with a specific focus on the company S&D Forestry and Bioenergy. The research adopted a descriptive-exploratory approach, in which concepts and examples of forecasting methods were presented and discussed, contextualizing them within the investigated company. Throughout the study, the relevance of S&D Forestry and Bioenergy in the Brazilian forestry landscape was emphasized, as was the importance of forecasting methods for the optimization of logistical operations and the reduction of associated costs. Through the analysis of the case study, it was observed that the use of forecasting methods can bring significant benefits to the logistical management of companies in the forestry sector. However, it is noted that the efficacy of these methods can vary according to the specific characteristics of each company and the context in which it is inserted, suggesting the need for future research to expand knowledge in this area.

Keywords: Forecasting methods. Logistical management. Forest transportation company.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de Produção da SDB.....	26
Figura 2 – Indicadores de Faturamento do carregamento, volume por metro cúbico e número de carregamento.....	29
Figura 3 – Métricas associadas à logística e venda.	30
Figura 4 - Painel do Power BI da empresa acerca dos aspectos da Logística Operacional Geral	33
Figura 5 – Gráfico contendo o volume e previsão corrigida	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro conceitual: métodos estacionários de previsão.....	13
Quadro 2 - Quadro conceitual: métodos não-estacionários de previsão	15
Quadro 3 - Quadro Conceitual: métodos de regressão.....	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MODELOS DE PREVISÃO: CONCEITOS, ASPECTOS HISTÓRICOS E EXEMPLOS	11
2.1 MÉTODOS ESTACIONÁRIOS DE PREVISÃO	11
2.2 MÉTODOS NÃO-ESTACIONÁRIOS DE PREVISÃO	13
2.3 MÉTODOS DE REGRESSÃO.....	15
3 EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO NA ÁREA FLORESTAL NO BRASIL: UM BREVE LEVANTAMENTO	18
3.1 SUSANO S.A.	18
3.2 KABLIN S.A.	19
3.3 DURATEX S.A.....	19
3.4 ELDORADO BRASIL CELULOSE	20
3.5 BRACELL	21
4 METODOLOGIA	23
5 ESTUDO DE CASO: APLICABILIDADE DOS MÉTODOS DE PREVISÃO EM UMA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS NA ÁREA FLORESTAL	25
5.1 SOBRE A EMPRESA.....	25
5.2 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DOS PROCESSOS	26
5.3 IMPLEMENTAÇÕES NO ACOMPANHAMENTO DOS PROCESSOS.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXOS	40

1 INTRODUÇÃO

A previsão é uma das principais atividades realizadas pelas empresas, pois permite que elas se antecipem aos possíveis problemas e tomem decisões mais assertivas. Os métodos de previsão têm sido utilizados há muitos anos em diversas áreas, como finanças, economia, marketing e produção (MOREIRA, 2015); (LOPES, 2019). Na engenharia de produção, a previsão tem um papel fundamental no planejamento de produção e gestão de estoques. Existem três tipos de métodos de previsão que podem ser destacados: os métodos estacionários de previsão, os métodos não-estacionários de previsão e os métodos de regressão (SILVA, 2018). Estes, por sua vez, são frequentemente utilizados por empresas da área florestal, por exemplo.

As empresas dessa categoria desempenham um papel importante na economia do Brasil. Elas produzem madeira para diversos fins, como construção, móveis, papel e celulose, além do transporte. Empresas como o grupo S&D, por exemplo, têm uma grande participação no mercado de papel e celulose no país, além de investirem em tecnologia e inovação para aprimorar seus processos produtivos (FARIAS; MELO, 2006).

No entanto, as empresas da área florestal também enfrentam desafios, como a variação dos preços das commodities, a competição internacional e as oscilações do mercado. Nesse contexto, a previsão pode ser uma ferramenta importante para ajudar as empresas a se adaptarem às mudanças e se manterem competitivas. A utilização de métodos de previsão pode auxiliar as empresas da área florestal a melhorar a sua capacidade de planejamento, aprimorar a gestão de estoques e reduzir os custos (FARIAS; MELO, 2006).

Assim, a investigação da aplicabilidade dos métodos de previsão em empresas de transporte da área florestal se mostra relevante para aprimorar a gestão delas e contribuir para o desenvolvimento do setor. Além disso, o estudo de caso de uma empresa da área florestal pode proporcionar um maior entendimento sobre a utilização de métodos de previsão na prática, bem como a identificação de desafios específicos enfrentados por essas empresas.

Diante dessa relevância, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar e analisar a aplicabilidade dos métodos de previsão a partir de um estudo do caso de uma empresa de transporte da área florestal. Para isso, os objetivos específicos são: a) apresentar conceitos e exemplos dos métodos de previsão; b) levantar os dados de empresas prestadoras de serviço na área florestal de modo a compreender a sua participação no contexto brasileiro; e c) apresentar a aplicação dos métodos de previsão.

Sendo assim, primeiro capítulo do desenvolvimento trará alguns aspectos conceituais e históricos sobre os métodos de previsão; no segundo, serão apresentados os dados da empresa analisada, abordando o processo de previsão de demanda utilizado pela mesma. Por fim, no terceiro capítulo, serão analisadas a teoria com a prática da empresa em questão, com o intuito de avaliar a eficácia dos métodos de previsão utilizados e apontar possíveis melhorias.

2 MODELOS DE PREVISÃO: CONCEITOS E ASPECTOS HISTÓRICOS

Os métodos de previsão são uma ferramenta essencial para a tomada de decisões em diferentes áreas, especialmente no contexto da Engenharia de Produção. Tratam-se de técnicas que permitem estimar eventos futuros a partir de dados históricos. Essas estimativas são utilizadas em diversos campos, como planejamento de produção, controle de estoque, gestão de demanda, elaboração de estratégias de vendas, entre outras. Os métodos de previsão, portanto, são fundamentais para garantir uma gestão eficiente e eficaz dos recursos da empresa (ARAÚJO; SILVA, 2012); (STEVENS, 2001).

A evolução dos modelos tem sido constante ao longo dos anos, com o surgimento de novas técnicas e aprimoramento das existentes. No contexto da Engenharia de Produção, a evolução histórica desses métodos teve início no final do século XIX, com a utilização de técnicas estatísticas para previsão de demanda. Ao longo das décadas, essas técnicas foram sendo aprimoradas, com o surgimento de novos métodos baseados em inteligência artificial e análise de dados em tempo real (CHOPRA; MEINDL, 2010); (MOREIRA, 2011).

Existem diferentes tipos de métodos de previsão utilizados na EP. Entre eles, destacam-se os métodos estacionários e os métodos não-estacionários. Em linhas gerais, os métodos estacionários são aqueles em que a média e a variância dos dados se mantêm constantes ao longo do tempo, enquanto os métodos não-estacionários são aqueles em que a média e a variância dos dados variam ao longo do tempo (SOUZA; PELLOSO, 2015). Vale destacar ainda os métodos de regressão que, por sua vez, são técnicas que buscam relacionar uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes, a fim de obter uma previsão mais precisa e acurada. As seções seguintes se debruçarão em maior profundidade acerca desses três métodos.

2.1 MÉTODOS ESTACIONÁRIOS DE PREVISÃO

Os métodos de previsão são essenciais para garantir a tomada de decisões acertadas. Dentre esses métodos, encontram-se os métodos estacionários, que se baseiam na suposição de que a média e a variância dos dados permanecem constantes ao longo do tempo. Esses métodos são úteis para prever eventos futuros que têm uma tendência estável, como a demanda de um produto ou o desempenho de um processo produtivo (ARAÚJO; SILVA, 2012).

Uma das técnicas mais comuns de métodos estacionários de previsão é a Média Móvel. De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2017), a Média Móvel é uma técnica que utiliza a média de um determinado número de períodos anteriores para prever o valor do próximo período. Por exemplo, se se deseja prever a demanda do mês de maio, pode-se utilizar a média das demandas dos últimos três meses (fevereiro, março e abril). Esse método é simples e fácil de implementar, mas pode apresentar algumas limitações, como a dificuldade de capturar mudanças abruptas na demanda (PINDYCK; RUBINFELD, 2017).

Para superar essas limitações, pode-se utilizar a Média Móvel Ponderada, que atribui pesos diferentes a cada período anterior, de acordo com a importância que cada um tem para a previsão do próximo período. Conforme citado por Moreira (2011), a Média Móvel Ponderada é uma técnica que utiliza uma média ponderada dos valores passados para prever o valor futuro. Esse método permite capturar mudanças mais abruptas na demanda, já que os períodos mais recentes têm um peso maior na previsão (MOREIRA, 2011).

Outra técnica de métodos estacionários de previsão é o Ajuste Exponencial. De acordo com Araújo e Silva (2012), o Ajuste Exponencial é uma técnica que atribui maior importância aos dados mais recentes, em detrimento dos mais antigos. Essa técnica assume que o valor da previsão é uma combinação ponderada do valor observado mais recente e do valor da previsão anterior. Assim como a Média Móvel Ponderada, o Ajuste Exponencial é capaz de capturar mudanças abruptas na demanda (MOREIRA, 2011).

Além dessas técnicas, existem ainda os métodos estacionários de previsão que levam em consideração os efeitos sazonais. Os efeitos sazonais são as variações regulares que ocorrem em períodos fixos de tempo, como as variações de demanda ao longo das estações do ano. Essas variações podem ser aditivas, quando a variação é constante em todos os períodos, ou multiplicativas, quando a variação é proporcional ao nível da série temporal. Para capturar esses efeitos, pode-se utilizar técnicas como a Média Móvel Sazonal Aditiva e a Média Móvel Sazonal Multiplicativa. Essas técnicas atribuem pesos diferentes para cada período sazonal, de acordo com a sua importância para a previsão do próximo período (PINDYCK; RUBINFELD, 2017).

De modo a exemplificar os conceitos supracitados, o Quadro 1 relaciona algumas informações:

Quadro 1 – Quadro conceitual: métodos estacionários de previsão

Método	Descrição	Fórmula
Médias Móveis	Média dos valores de um período fixo de tempo.	$MM_t = (y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-n})/n$
Médias Móveis Ponderadas	Média ponderada dos valores de um período fixo de tempo, onde os valores mais recentes têm um peso maior.	$MMP_t = (w_1 * y_{t-1} + w_2 * y_{t-2} + \dots + w_n * y_{t-n}) / (w_1 + w_2 + \dots + w_n)$
Ajuste Exponencial	Método que dá mais peso aos valores mais recentes.	$AE_t = \alpha * y_t + (1 - \alpha) * AE_{t-1}$
Efeitos Sazonais Aditivos	Modelagem de sazonalidade que assume que os efeitos sazonais são adicionados ao valor médio.	$ESA_t = MM_t + SA_t$
Efeitos Sazonais Multiplicativos	Modelagem de sazonalidade que assume que os efeitos sazonais são multiplicados pelo valor médio.	$ESM_t = MM_t * SM_t$

Fonte: (PINDYCK; RUBINFELD, 2017).

Nesse quadro, MM representa a Média Móvel, MMP representa a Média Móvel Ponderada, AE representa o Ajuste Exponencial, ESA representa os Efeitos Sazonais Aditivos e ESM representa os Efeitos Sazonais Multiplicativos. Os subscritos indicam o período de tempo t , enquanto que n indica o número de períodos incluídos no cálculo das médias móveis. A variável SA representa os efeitos sazonais aditivos e SM representa os efeitos sazonais multiplicativos. Sendo assim, esse quadro pode ser utilizado como referência básica para a compreensão e aplicação dos diferentes métodos estacionários de previsão.

2.2 MÉTODOS NÃO-ESTACIONÁRIOS DE PREVISÃO

Os métodos não-estacionários de previsão são técnicas utilizadas para estimar valores futuros de uma série temporal que apresenta variações ao longo do tempo, ou seja, que não possuem uma média constante ao longo do tempo. Esses métodos levam em conta as tendências e sazonalidades presentes nos dados históricos da série, permitindo que sejam feitas previsões mais precisas (MONTGOMERY; JENNINGS; KULAHCI, 2015).

Um dos métodos não-estacionários de previsão mais utilizados é a Média Móvel Dupla (DMD - *Double Moving Average*), proposta por Brown (1959). Esse método consiste em calcular a média móvel simples de uma série temporal e, em seguida, a média móvel simples dessa primeira média móvel. Esse processo é útil para identificar efeitos sazonais, além de poder ser adaptado para incluir outros componentes como tendências e variações irregulares. Por exemplo, se a série temporal for referente às vendas de uma empresa em cada mês, é possível

utilizar a DMD para prever as vendas futuras considerando as sazonalidades existentes, como um aumento nas vendas em dezembro devido ao Natal.

Outro método amplamente utilizado é o Ajuste Exponencial Duplo (DED - *Double Exponential Smoothing*), proposto por Holt (1957). Esse método é utilizado para séries temporais que apresentam tanto uma tendência quanto um nível de demanda. Ele é baseado em uma equação que combina a previsão do período anterior com uma estimativa do erro cometido na previsão anterior. Isso permite que o método se ajuste automaticamente às mudanças de tendência e demanda, tornando-o bastante útil para prever vendas em uma série temporal que apresente tanto tendência quanto sazonalidade.

O Método Holt-Winter para Efeitos Sazonais Aditivos (HWA - *Holt-Winter Additive*) é um método que estima tanto a tendência quanto a sazonalidade de uma série temporal. Esse método utiliza uma equação que leva em consideração o nível da série, a tendência e a sazonalidade, sendo indicado para séries temporais com sazonalidade aditiva, em que a variação é constante ao longo do tempo. Por exemplo, se a série temporal se refere às vendas de uma empresa em cada trimestre, o HWA é capaz de prever as vendas futuras considerando a variação trimestral (MONTGOMERY; JENNINGS; KULAHCI, 2015).

Já o Método Holt-Winter para Efeitos Sazonais Multiplicativos (HWM - *Holt-Winter Multiplicative*) é um método semelhante ao HWA, mas que é utilizado para séries temporais com sazonalidade multiplicativa, em que a variação é proporcional ao nível da série. Ele utiliza uma equação que leva em consideração o nível, a tendência e a sazonalidade multiplicativa, sendo indicado para séries temporais que apresentam variação proporcional ao nível, como é o caso de séries financeiras (MONTGOMERY; JENNINGS; KULAHCI, 2015).

Abaixo, o Quadro 2 ilustra e compila as ideias descritas acima:

Quadro 2 - Quadro conceitual: métodos não-estacionários de previsão

Método de Previsão	Tipo de Série Temporal	Componentes Consideradas	Fórmula
Média Móvel Dupla (DMD)	Série temporal com sazonalidade	Sazonalidade	$F_{t+h} = a * (Y_t - S_{\{t-m\}}) + S_{\{t-m+h\}}$
Ajuste Exponencial Duplo (DED)	Série temporal com tendência e demanda	Tendência e demanda	$F_{t+h} = (N_t + h * T_t) + (S_{\{t-m+1+h\}} + \dots + S_{\{t-1+h-m+k\}}) / m$
Método Holt-Winter para Efeitos Sazonais Aditivos (HWA)	Série temporal com sazonalidade aditiva	Nível, tendência e sazonalidade	$F_{t+h} = l_t + h * b_t + S_{\{t+h-m(k+1)\}}$
Método Holt-Winter para Efeitos Sazonais Multiplicativos (HWM)	Série temporal com sazonalidade multiplicativa	Nível, tendência e sazonalidade	$F_{t+h} = (l_t + h * b_t) * S_{\{t+h-m(k+1)\}}$

Fonte: (MONTGOMERY; JENNINGS; KULAHCI, 2015).

Sendo assim, pode-se concluir que os métodos não-estacionários de previsão são técnicas importantes para estimar valores futuros de séries temporais que apresentam variações ao longo do tempo. Dentre eles, a DMD, o DED, o HWA e o HWM são amplamente utilizados, especialmente pelo potencial que têm em prever com mais precisão demandas futuras, permitindo, portanto, que as empresas tomem decisões mais assertivas em relação a produção e estoque de produtos.

2.3 MÉTODOS DE REGRESSÃO

Os métodos de regressão são técnicas estatísticas utilizadas para analisar a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. Eles são amplamente utilizados para fazer previsões e tomar decisões baseadas em dados históricos (CHATFIELD, 2016).

O modelo de tendência linear é um dos mais simples e utilizados modelos de regressão. Ele assume que a relação entre as variáveis é linear e pode ser representada por uma equação na forma $Y = a + bX$, onde Y é a variável dependente, X é a variável independente, a é a intercepção e b é o coeficiente angular. Esse modelo pode ser utilizado para prever a tendência de crescimento ou decrescimento de uma série temporal. Um exemplo de autor que aborda esse tema é Montgomery et al. (2012).

Já o modelo de tendência quadrática é utilizado quando a relação entre as variáveis apresenta uma curvatura. Nesse modelo, a relação é representada por uma equação quadrática na forma $Y = a + bX + cX^2$. Ele pode ser utilizado, por exemplo, para prever a evolução de preços de produtos que apresentam um aumento acelerado em determinado período. Um exemplo de autor que aborda esse tema é Lind et al. (2015).

O modelo de tendência exponencial é utilizado quando a taxa de crescimento ou decrescimento de uma série temporal é constante ao longo do tempo. Ele é representado pela equação $Y = ae^{(bx)}$, onde a é o valor inicial, b é a taxa de crescimento ou decrescimento e x é o tempo. Esse modelo pode ser utilizado, por exemplo, para prever o crescimento de vendas de um produto em determinado período. Um exemplo de autor que aborda esse tema é Chatfield (2016).

O modelo de tendência logística Peral-Reed, também conhecido como curva S, é utilizado quando a taxa de crescimento de uma série temporal é constante em um determinado período, mas diminui à medida que a série se aproxima do limite superior. Esse modelo é representado pela equação $Y = L / (1 + e^{(-k(x - x_0))})$, onde L é o limite superior, k é a taxa de crescimento e x_0 é o ponto de inflexão. Esse modelo pode ser utilizado, por exemplo, para prever o crescimento de vendas de um produto em um mercado saturado. Um exemplo de autor que aborda esse tema é Makridakis et al. (2008).

Os índices sazonais são utilizados para corrigir a variação sazonal de uma série temporal. Eles são calculados pela média dos valores da série temporal em cada período sazonal dividido pela média de todos os períodos sazonais. Por exemplo, se um produto apresenta uma sazonalidade anual, os valores da série temporal são divididos pela média dos valores de todos os anos. Isso permite comparar os valores da série temporal em períodos diferentes e fazer previsões mais precisas. Um exemplo de autor que aborda esse tema é Slack et al. (2015).

Por fim, os modelos de regressão sazonal combinam a regressão linear ou não-linear com os índices sazonais para fazer previsões de uma série temporal. Eles são utilizados quando a série temporal apresenta uma variação sazonal significativa e é importante corrigir essa sazonalidade para obter previsões mais precisas. Os índices sazonais são calculados a partir da média das observações em cada período sazonal e expressam a relação entre as observações e a média anual.

Os modelos de regressão sazonal podem ser divididos em dois tipos: regressão sazonal aditiva e regressão sazonal multiplicativa. A regressão sazonal aditiva é indicada quando a

amplitude da variação sazonal é constante ao longo do tempo e os efeitos sazonais são adicionados aos valores previstos pela regressão linear ou não-linear. Já a regressão sazonal multiplicativa é utilizada quando a amplitude da variação sazonal aumenta ou diminui proporcionalmente aos níveis da série temporal e os efeitos sazonais são multiplicados pelos valores previstos pela regressão linear ou não-linear.

Um exemplo de aplicação de modelo de regressão sazonal pode ser encontrado em Tang et al. (2010), que utilizaram a regressão sazonal multiplicativa para prever a demanda por energia elétrica na China, considerando os efeitos sazonais e as tendências de longo prazo.

O Quadro 3 disponibilizado abaixo, apresenta alguns conceitos resumidos, além de alguns exemplos:

Quadro 3 - Quadro Conceitual: métodos de regressão

Modelo	Conceito	Exemplo	Fórmula
Tendência Linear	Modelo linear que relaciona a variável dependente com uma variável independente que representa o tempo	Previsão da venda de um produto em função do tempo	$y = a + bx$
Tendência Quadrática	Modelo quadrático que considera uma curvatura na tendência da série temporal	Previsão da população de uma cidade em função do tempo	$y = a + bx + cx^2$
Tendência Exponencial	Modelo exponencial que representa um crescimento ou decrescimento exponencial da série temporal	Previsão da taxa de crescimento de uma empresa em função do tempo	$y = ae^{(bx)}$
Tendência Logística	Modelo logístico que representa um crescimento que se estabiliza ao atingir um ponto de saturação	Previsão do número de usuários de uma rede social em função do tempo	$y = c/(1 + ae^{(-bx)})$
Índices Sazonais	Razão entre o valor observado e a média móvel para cada período sazonal	Identificação dos efeitos sazonais presentes em uma série temporal	$I_t = y_t / m_t$
Regressão Sazonal Aditiva	Modelo que adiciona aos valores previstos pela regressão linear os efeitos sazonais	Previsão do número de vendas de uma loja em função do tempo e dos efeitos sazonais dos feriados	$y = a + bx + c1I1 + c2I2 + \dots + cnIn$
Regressão Sazonal	Modelo que multiplica aos valores previstos pela regressão linear os efeitos sazonais	Previsão do consumo de energia elétrica em uma cidade em função do tempo e dos efeitos sazonais das estações do ano	$y = a + bx + (c1I1 + c2I2 + \dots + cnIn)x$

Fonte: (TANG et al., 2010; SLACK et al., 2015)

Como discutido, os métodos de regressão são técnicas matemáticas importantes para a análise de séries temporais. Eles permitem que sejam identificadas tendências, variações sazonais e padrões na série, permitindo a realização de previsões precisas do comportamento futuro da série. De qualquer modo, ao aplicar esses métodos em uma análise de séries temporais, é importante considerar a qualidade dos dados, o tamanho da amostra e a natureza do fenômeno que está sendo estudado.

3 EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO NA ÁREA FLORESTAL NO BRASIL: UM BREVE LEVANTAMENTO

No Brasil, há algumas empresas que têm se dedicado aos serviços associados à área florestal. Dentre elas, as que têm se apresentado mais relevantes para o campo são a Suzano S.A., Klabin S.A., Duratex S.A., Eldorado Brasil Celulose e Bracell, como aponta Mello et al. (2019). As principais considerações acerca de cada se encontram abaixo.

3.1 SUZANO S.A.

A Suzano S.A., uma das maiores empresas do setor de celulose e papel do mundo, surgiu da fusão entre a Suzano Papel e Celulose e a Fibria em 2019 (MELLO et al., 2019). Seu portfólio de produtos abrange desde papel para impressão e escrita até celulose fluff, utilizada na produção de fraldas e absorventes.

A gestão da Suzano tem um forte foco na sustentabilidade e no uso de tecnologias avançadas para otimizar suas operações. Segundo Silva e Savi (2019), a empresa implementa uma variedade de práticas de manejo florestal para garantir a sustentabilidade de suas operações. As florestas da Suzano são geridas de forma a maximizar a produção de madeira, preservar a biodiversidade e reduzir o impacto ambiental.

Na esfera da logística, a Suzano realiza uma série de atividades de planejamento e execução para garantir que seus produtos cheguem eficientemente aos clientes. O transporte de madeira das florestas para as fábricas é uma parte crítica dessa operação. De acordo com Santos et al. (2018), a Suzano utiliza sistemas de transporte multimodal, incluindo caminhões, trens e navios, para otimizar a eficiência e minimizar os custos.

No que diz respeito à previsão de vendas, a Suzano utiliza uma série de técnicas de previsão, incluindo análise de séries temporais e modelagem econométrica. Conforme afirmado por Neves e Castro (2017), esses métodos permitem que a empresa preveja a demanda futura com precisão, ajudando a informar decisões de produção e preços.

3.2 KLABIN S.A.

A Klabin S.A., fundada em 1899, é a maior produtora e exportadora de papéis para embalagens do Brasil, operando 17 fábricas e sendo a única do país a fornecer simultaneamente ao mercado cartões para embalagens, papel ondulado, papel *kraft*, papel reciclado, sacos industriais e madeira em toras (BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO PARANÁ, 2021).

A Klabin atua no manejo sustentável de florestas plantadas e nativas. Conforme descrito por Guedes et al. (2014), a empresa utiliza uma abordagem de gestão integrada para combinar produção madeireira com a conservação da biodiversidade. A Klabin emprega técnicas avançadas de silvicultura para maximizar a produtividade de suas florestas plantadas, enquanto também protege vastas áreas de florestas nativas.

Na área da logística, a Klabin utiliza tecnologias avançadas e práticas de gestão inovadoras para otimizar a eficiência de sua cadeia de suprimentos. Conforme discutido por Martins et al. (2019), a empresa utiliza um sistema de transporte multimodal para entregar seus produtos aos clientes de forma eficiente e econômica.

Quanto à previsão de vendas, a Klabin utiliza uma série de técnicas estatísticas e econométricas para prever a demanda futura por seus produtos. Embora não existam estudos específicos citando o uso de tais técnicas pela Klabin, Neves e Castro (2017) afirmam que empresas do setor de papel e celulose geralmente empregam tais métodos para prever vendas e informar decisões sobre produção e preços.

É importante destacar que a Klabin está empenhada em práticas sustentáveis e responsáveis. A empresa busca minimizar o impacto de suas operações sobre o meio ambiente através do manejo sustentável de suas florestas e através da redução de emissões de gases de efeito estufa em suas operações industriais (GONÇALVES et al., 2019).

3.3 DURATEX S.A.

A Duratex S.A. é uma empresa brasileira de atuação destacada na produção de materiais para construção. Fundada em 1951, possui um portfólio diversificado, incluindo produtos que vão desde painéis de madeira e louças sanitárias até metais e chuveiros (DURATEX, 2021).

A Duratex é reconhecida por suas práticas de gestão sustentável. De acordo com Guerra et al. (2017), a empresa mantém uma série de iniciativas de responsabilidade social e ambiental, incluindo o manejo responsável de florestas para a produção de painéis de madeira. Além disso, a Duratex tem trabalhado para reduzir o impacto ambiental de suas operações, incluindo a redução do uso de água e energia e a minimização de emissões de gases de efeito estufa.

No que diz respeito à logística, a Duratex emprega uma variedade de práticas de gestão para otimizar a eficiência de sua cadeia de suprimentos. Segundo Bueno (2019), a Duratex utiliza um sistema integrado de gestão de logística que ajuda a coordenar todas as atividades logísticas, incluindo o transporte de produtos acabados para os clientes e o movimento de matérias-primas e insumos para suas fábricas.

Em relação à previsão de vendas, a Duratex é semelhante a outras empresas industriais, ou seja, usa uma combinação de métodos estatísticos e econométricos para prever a demanda futura por seus produtos. Neves e Castro (2017) discutem a importância desses métodos para a indústria de celulose e papel, sugerindo que técnicas semelhantes podem ser utilizadas em outras indústrias, como a indústria de painéis de madeira.

Para concluir, a Duratex se destaca como uma empresa que se esforça para combinar sucesso comercial com responsabilidade social e ambiental. Através de suas práticas de gestão, a Duratex busca não apenas ser lucrativa, mas também contribuir positivamente para a sociedade e para o meio ambiente.

3.4 ELDORADO BRASIL CELULOSE

A Eldorado Brasil Celulose, fundada em 2010, figura como uma das mais expressivas empresas no mercado global de celulose branqueada de eucalipto. Em pouco mais de uma década, a Eldorado conquistou uma posição de destaque na produção de celulose, com uma produção anual que ultrapassa os 5 milhões de toneladas (ELDORADO BRASIL, 2021).

A empresa se destaca pela inovação no manejo de florestas plantadas, como mencionado por Farinelli et al. (2016). Utilizam tecnologias avançadas para maximizar a produtividade de suas florestas de eucalipto, e mantêm programas rigorosos de manejo responsável, garantindo que suas atividades sejam ambientalmente sustentáveis.

Na seara da logística, a Eldorado Brasil implementou uma logística integrada que abrange desde o plantio e colheita do eucalipto até o transporte da celulose até o cliente final. Esta abordagem, segundo Cruz et al. (2018), permitiu à empresa aumentar a eficiência e reduzir os custos de sua cadeia de suprimentos.

No que tange à previsão de vendas, a Eldorado Brasil utiliza métodos econométricos para prever a demanda futura por celulose. Embora não existam estudos específicos citando a Eldorado Brasil, Neves e Castro (2017) ilustram que empresas da indústria de papel e celulose costumam empregar tais métodos para informar suas decisões de produção e preços.

Portanto, a Eldorado Brasil representa uma empresa dinâmica e inovadora no setor de celulose. Suas práticas de gestão e logística, combinadas com o compromisso com a sustentabilidade, têm permitido que a empresa mantenha uma posição competitiva no mercado global de celulose.

3.5 BRACELL

A Bracell é uma referência mundial na produção de celulose solúvel e fibra de celulose de alta qualidade. A empresa, antes conhecida como Bahia Specialty Cellulose, foi estabelecida em 2003 no estado da Bahia, e posteriormente ampliou suas operações para São Paulo (BRACELL, 2021).

A Bracell se distingue por sua responsabilidade ambiental e social. Segundo Soares et al. (2019), a empresa adota práticas sustentáveis de manejo florestal, além de investir em tecnologias e práticas que minimizam o impacto ambiental de suas operações. Além disso, a empresa se esforça para contribuir positivamente para as comunidades locais através de diversas iniciativas de desenvolvimento socioeconômico.

No que se refere à logística, a Bracell implementou uma estratégia integrada de cadeia de suprimentos para garantir a eficiência e a pontualidade de suas operações. Não obstante, são escassos estudos específicos que detalhem as práticas logísticas da Bracell, mas, como observado por Bueno (2019) em seu estudo sobre a Duratex, empresas semelhantes tendem a utilizar sistemas de gestão logística integrados para maximizar a eficiência.

Na área de previsão de vendas, a Bracell utiliza uma combinação de métodos estatísticos e econométricos para prever a demanda futura por seus produtos, semelhante ao que foi sugerido por Neves e Castro (2017) para a indústria de celulose e papel.

4 METODOLOGIA

Este trabalho é estruturado como um estudo de caso de natureza qualitativa, que se situa dentro da abordagem descritiva-exploratória. O objetivo principal do estudo é investigar e analisar a aplicabilidade dos métodos de previsão na gestão de uma empresa de transporte na área florestal, mais especificamente, a S&D Florestal e Bioenergia.

Na fase inicial de conceituação, fundamentou-se o estudo em diversos materiais bibliográficos relacionados à previsão em operações logísticas e ao setor florestal. Palavras-chave para a busca bibliográfica incluíram "previsão", "logística", "transporte", "indústria florestal" e "S&D Florestal e Bioenergia", além de combinações destes termos. Adicionalmente, utilizou-se operadores booleanos, como "AND" e "OR", para refinar os resultados da busca.

Os critérios de inclusão para os materiais bibliográficos foram: estudos nacionais e internacionais, publicados nos últimos dez anos ou em anos anteriores, mas com dados ainda vigentes; trabalhos publicados em revistas científicas com revisão por pares; e estudos que apresentaram relevância direta para o tópico de pesquisa. Já os critérios de exclusão foram: trabalhos sem revisão por pares; estudos que não apresentam relevância direta para o tópico de pesquisa; e artigos que não estão disponíveis em texto completo.

A partir dos dados coletados, realizou-se uma análise de conteúdo qualitativa, com o objetivo de identificar conceitos e exemplos de métodos de previsão relevantes para o contexto da S&D Florestal e Bioenergia. Em seguida, reuniu-se os dados sobre a participação da empresa no setor florestal brasileiro, para entender o contexto dentro do qual esses métodos de previsão seriam aplicados.

Por fim, apresentou-se as práticas da S&D Florestal e Bioenergia com as considerações teóricas sobre a aplicação dos métodos de previsão, a fim de verificar a aplicabilidade destes no contexto da empresa.

É importante ressaltar que, por se tratar de um estudo de caso, os resultados deste trabalho têm aplicação limitada a outros contextos. No entanto, a metodologia proposta poderá servir como um modelo para futuras pesquisas sobre o uso de métodos de previsão na gestão logística em empresas de transporte da área florestal.

Destaca-se ainda que os dados primários foram coletados por meio de entrevistas com profissionais da S&D Florestal e Bioenergia, além de diretores e supervisores, fornecendo uma visão em primeira mão sobre as práticas da empresa. As entrevistas foram realizadas de forma

semiestruturada, permitindo que os entrevistados compartilhassem suas experiências de forma mais abrangente. Além disso, dados secundários foram obtidos por meio de documentos da empresa, relatórios anuais e materiais publicados no site da empresa. Para acesso às informações e a realização das entrevistas, pediu-se o consentimento da empresa por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Anuência.

5 ESTUDO DE CASO: APLICABILIDADE DOS MÉTODOS DE PREVISÃO EM UMA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS NA ÁREA FLORESTAL

5.1 SOBRE A EMPRESA

A Santos & Dias (Grupo S&D) iniciou suas operações em 1984, em Martinho Campos (MG). Trata-se de um conjunto inserido nos segmentos florestal, siderúrgico, bioenergético, dentre outros. Atualmente, o Conjunto S&D é compreendido pelas empresas S&D Florestal, S&D C Junior, S&D Siderúrgica, S&D Bioenergia, S&D Agropecuária, S&D Madeiras, S&D Orgânicos, S&D Brasmac, Skalla Auto Posto, Skalla Autopeças, Skalla Mall e Skalla Restaurante.

No campo florestal, área de interesse deste estudo, em algumas unidades, como a de Imperatriz, Maranhão, a empresa presta o serviço de carregamento florestal, com máquinas próprias, trabalhando 24 horas por dia, garantindo que o transporte de madeira para a fábrica não seja interrompido, mantendo um melhor aproveitamento de carga dos caminhões e agilidade de operação. Já nas unidades de Aracruz/ES e Posto da Mata/BA, além do carregamento, o transporte rodoviário também é prestado pela S&D. Nas operações de Minas Gerais, por sua vez, o serviço é totalmente integrado, com corte, baldeio, carregamento e transporte, sendo que, a madeira própria, é utilizada como matéria prima para a produção de biorredutor.

Neste sentido, a empresa específica analisada neste estudo de caso é uma unidade do Grupo S&D, sendo, portanto, a S&D Florestal Bioenergia LTDA, localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais. Trata-se de um negócio que possui maquinário e frotas próprias, realizando a colheita, baldeio, carregamento e transporte de madeira, em paralelo com a produção de biorredutor. Os serviços ofertados atendem as indústrias de produção e exportação de papel e celulose. Já os produtos próprios, são destinados para a siderurgia.

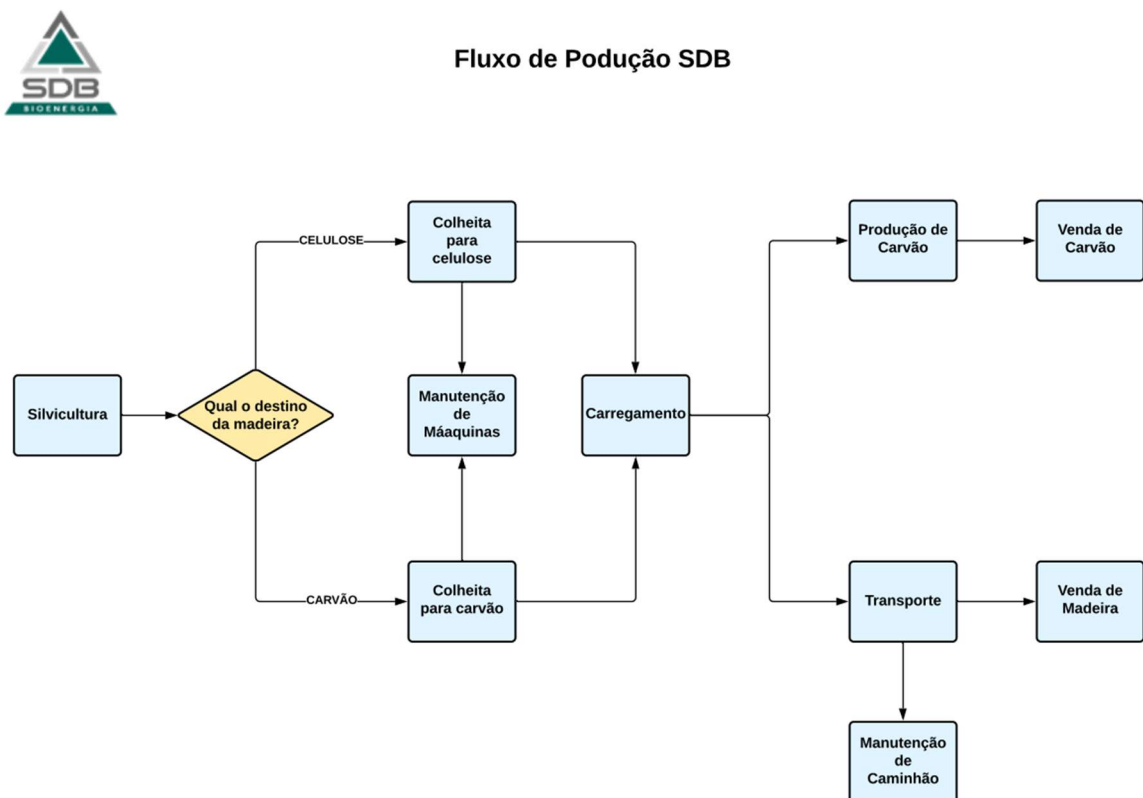
O departamento debruçado para a análise é o de Planejamento e Gestão que, por sua vez, ocupa-se de traçar planos e metas para os negócios, mapeando e analisando diversos fatores que podem interferir nas operações e na performance da empresa de modo geral (lucratividade, produtividade e finanças da instituição).

5.2 ANÁLISE DO FLUXO DOS PROCESSOS

Inicialmente, focou-se na compreensão do mapeamento dos processos (MP) da empresa. O MP é uma técnica poderosa para entender e visualizar a sequência de atividades que compõem um processo, visando melhorar a eficiência, eliminar desperdícios e aumentar a qualidade do produto ou serviço final (DAMANPOUR; ARVAND, 2016). No âmbito da silvicultura, este método torna-se essencial, já que a operação abrange uma série de procedimentos intrincados e interligados, que se estendem desde a colheita, a manutenção de máquinas, até a venda dos produtos florestais.

No cenário da S&D Bioenergia, esta atividade é feita a partir da identificação e disposição visual da sequência das tarefas que fazem parte do processo. Com o fluxo correto desenhado, é possível ter uma visão macro dos processos, facilitando a aplicação de melhorias, o treinamento de novos colaboradores, dentre outras vantagens. Neste contexto, o fluxograma expresso na Figura 1 ilustra o Fluxo de Produção da empresa em questão.

Figura 1 - Fluxo de Produção da SDB



Fonte: conforme informado pela empresa.

Como observado, verificou-se que fase inicial do processo florestal da empresa é a colheita, sendo a etapa que envolve a coleta de sementes, plantio e cultivo de árvores. Parte da colheita é direcionada para a celulose e parte para a produção de carvão. Para a empresa, trata-se de um momento que requer planejamento meticuloso, controle de qualidade e monitoramento contínuo para garantir a sustentabilidade e a produtividade do setor – o que está em consonância com as considerações da literatura, como encontrado em Bello e Sarturi (2012). Em linhas gerais, o mapeamento dessas operações facilita a compreensão de como cada tarefa é realizada e de que forma as etapas estão conectadas umas às outras, fornecendo uma base sólida para a otimização dos processos.

O mapeamento das atividades de manutenção das máquinas é outro elemento crucial para o empreendimento. A manutenção regular e preventiva do equipamento é essencial para garantir a continuidade das operações e minimizar o tempo de inatividade do maquinário (VERGARA; ROZENFELD, 2014). A S&D Bioenergia, neste aspecto, busca identificar quais são as necessidades específicas de cada máquina, estabelecer prazos para as intervenções de manutenção e organizar as atividades de forma eficiente e econômica.

Já no âmbito da venda dos produtos florestais, o mapeamento de processos da S&D Bioenergia também se mostra relevante. O processo de venda do negócio engloba várias etapas, como a seleção e preparação dos produtos, a precificação, o marketing e a distribuição. O mapeamento dessas atividades ajuda a identificar gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria, conduzindo a melhores práticas do empreendimento e maior lucratividade, como apontado por Silva e Resende (2010).

Conforme mencionado pelo supervisor da empresa, o mapeamento de processos na silvicultura, desde a colheita, passando pela manutenção das máquinas, até a venda, desempenha um papel vital na otimização das operações, na redução de custos e na melhoria da qualidade dos produtos. É um meio valioso de visualizar, entender e melhorar os processos existentes, contribuindo para a sustentabilidade e o sucesso a longo prazo do setor florestal.

4.2 ANÁLISE DOS INDICADORES

Conforme informado pela S&D Florestal Bioenergia, os indicadores de desempenho são ferramentas fundamentais na gestão, pois oferecem informações precisas e objetivas sobre o andamento das atividades, permitindo a avaliação e controle do desempenho operacional. Este

entendimento está consoante com as considerações de Kaplan e Norton (1996) que atribuem aos indicadores diários elevada importância para a prosperidade do negócio.

Em entrevista com a empresa, verificou-se que os indicadores diários proporcionam um feedback instantâneo sobre o desempenho das atividades, permitindo que os gestores tomem decisões informadas e oportunas. Com o advento da digitalização, tecnologias e da análise de dados em tempo real, tornou-se possível monitorar o desempenho das operações em uma base diária, resultando em melhorias significativas na eficiência e produtividade.

Nesta direção, os indicadores diários têm permitido a detecção precoce de problemas, evitando que pequenas inconformidades se transformem em questões mais graves e dispendiosas (PARMENTER, 2015). Parmenter (2015), por exemplo, afirma que quando os indicadores revelam que o desempenho está abaixo do esperado, os gestores podem investigar as causas subjacentes e implementar medidas corretivas de forma rápida e eficaz.

Outro ponto levantado pela empresa é que a utilização de indicadores diários favorece a criação de uma cultura de medição e melhoria contínua dentro da organização. Quando os funcionários estão cientes de que seu desempenho é monitorado regularmente, tendem a se empenhar mais para alcançar os objetivos estabelecidos.

Por último, os indicadores diários permitem que a organização se adapte rapidamente às mudanças no ambiente de negócios, como já levantado por Eckes (2001). Em outras palavras, as condições de mercado podem mudar de um dia para o outro, e a capacidade de reagir prontamente a essas mudanças pode ser a diferença entre o sucesso e o fracasso.

Com o intuito de tornar as informações supracitadas palpáveis, na Figura 2 é possível perceber alguns dos indicadores utilizados pela empresa e o controle deles.

Figura 2 – Indicadores de Faturamento do carregamento, volume por metro cúbico e número de carregamento.



Fonte: conforme informado pela empresa.

Na figura acima, encontram-se três indicadores relevantes para o negócio analisado, ou seja, o Faturamento do Carregamento, o Volume por metro cúbico carregado e o número do carregamento. Estes podem ser considerados indicadores de desempenho em um contexto operacional ou de logística.

O Faturamento do Carregamento, por exemplo, é uma métrica financeira que tem auxiliado no fornecimento de informações sobre a eficácia da operação de carregamento em termos de geração de receita. Para a S&D Florestal e Bioenergia, trata-se de um indicador útil para avaliar a lucratividade das operações e para tomar decisões sobre preços, custos e estratégias de vendas, concordando mais uma vez com as reflexões e recomendações de Kaplan e Norton (1996).

Por outro lado, tem-se o volume por metro cúbico carregado que, para Parmenter (2015), é um indicador de eficiência que mostra a quantidade de produto que está sendo movimentada em cada operação de carregamento. Na concepção da empresa investigada, esta métrica é útil para avaliar a eficácia das operações de carregamento e para identificar oportunidades de melhoria na gestão do espaço e na capacidade de carga.

Finalmente, o número do carregamento é outro indicador operacional que, na concepção de Neely, Gregory e Platts (2005), auxilia no controle e acompanhamento das atividades de carregamento. No contexto da S&D Florestal e Bioenergia, esta métrica é importante para a gestão de processos e para garantir que todas as operações estão sendo realizadas conforme o traçado.

Cada um destes indicadores, ao ser analisado individualmente, fornece uma visão particular sobre o desempenho das operações. No entanto, para uma compreensão mais

completa, a empresa analisa esses indicadores em conjunto, pois eles estão interrelacionados e influenciam uns aos outros (ECKES, 2001).

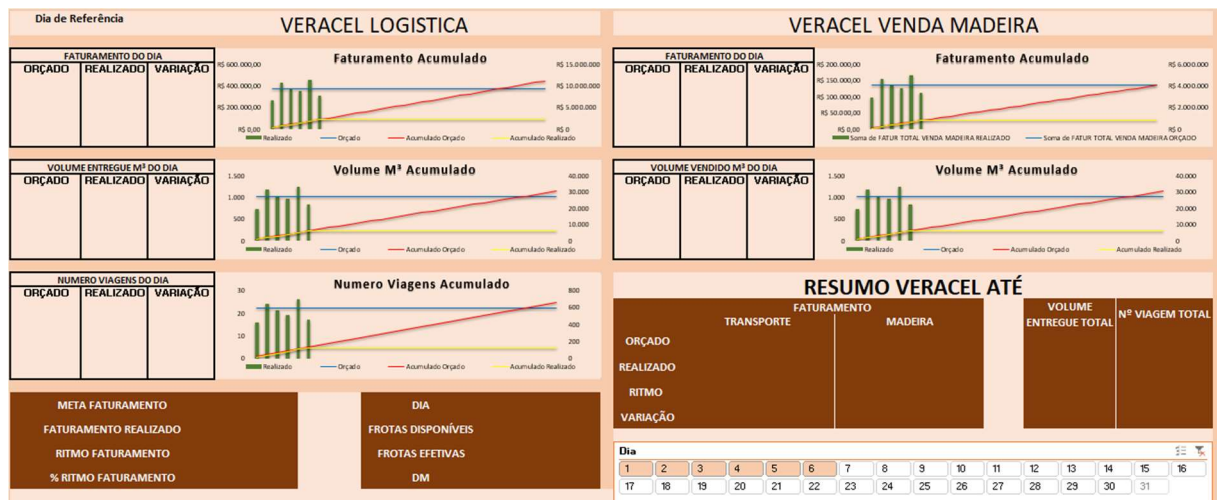
O Faturamento do Carregamento, por exemplo, fornece uma visão do impacto financeiro das operações de carregamento, mas não oferece por si só uma compreensão completa do desempenho operacional. Se o faturamento está elevado, mas o Volume por metro cúbico carregado é baixo, isso pode indicar que os preços estão altos, mas a eficiência das operações é baixa. Assim, é necessário analisar os dois indicadores juntos para obter uma imagem mais clara do desempenho global.

Da mesma forma, o número do carregamento é um indicador crucial para o controle das operações, mas, sem o contexto adicional proporcionado pelos outros indicadores, ele pode levar a interpretações errôneas. Por exemplo, um alto número de carregamentos pode parecer positivo à primeira vista, mas se o volume por metro cúbico carregado for baixo, isso pode sugerir que os carregamentos estão sendo realizados de maneira ineficiente.

Nesta ótica, a inter-relação e influência mútua desses indicadores ilustram a complexidade inerente à gestão de operações e a necessidade de uma abordagem integrada para a análise de desempenho. Na prática, a interpretação conjunta desses indicadores tem gerado insights mais profundos para a S&D Florestal e Bioenergia, permitindo a tomada de decisões mais informadas e a implementação de estratégias de melhoria mais eficazes.

Além das métricas reveladas na Figura 2, outras associadas à logística e vendas podem ser conferidas na Figura 3.

Figura 3 – Métricas associadas à logística e venda.



Fonte: conforme informado pela empresa.

Por meio dos dados acima, é possível observar na esfera da logística o Faturamento Acumulado, o Volume por Metro Cúbico Acumulado e o Número de Viagens Acumulado. O Faturamento Acumulado – assim como o Faturamento do Carregamento apresentado anteriormente – é um indicador financeiro que mostra a quantidade total de receita gerada pelas operações durante um determinado período de tempo. É utilizado pela empresa, haja vista que fornece uma visão de alto nível sobre a lucratividade, o que é crucial para avaliar o desempenho do negócio e fazer projeções financeiras (KAPLAN; NORTON, 1996). No entanto, é importante destacar que o faturamento acumulado é apenas um aspecto do desempenho financeiro e deve ser analisado em conjunto com outras métricas financeiras, como os custos operacionais e o lucro líquido.

O Volume em Metros Cúbicos Acumulado é um indicador de eficiência que mede a quantidade total de madeira que foi extraída e processada durante um determinado período de tempo. Este indicador tem sido útil para a empresa na identificação da produtividade das operações florestais e na identificação de oportunidades de melhoria. Neste sentido, uma alta quantidade de volume acumulado pode indicar que as operações estão sendo realizadas de forma eficiente, enquanto uma baixa quantidade de volume acumulado pode sugerir problemas de eficiência que precisam ser abordados.

Por fim, o Número de Viagens Acumulado é um indicador operacional que tem sido usado para acompanhar a quantidade total de viagens de transporte realizadas durante um determinado período. Este indicador tem auxiliado a empresa a monitorar a eficácia das operações de logística e a avaliar a capacidade de atender à demanda. Neste cenário, se o número de viagens acumulado for muito alto, por exemplo, isso pode indicar que as operações de transporte estão sendo sobrecarregadas e que pode ser necessário investir em mais capacidade de transporte (NEELY; GREGORY; PLATTS, 2005).

Paralelamente, vale destacar ainda na Figura 3, que há outros dois indicadores relacionados às vendas, que também são o Faturamento Acumulado e o Volume por Metro Cúbico Acumulado. Estes estão diretamente relacionados com os indicadores da logística mencionados anteriormente.

Neste cenário das vendas, vale apontar, ainda, que o controle é realizado via extratos gerados a partir do Gestor 90, semanalmente. Neles são retirados do sistema todos os custos e receitas que deram entrada na semana, separando por Centro de Custos e natureza, para que

seja possível realizar o comparativo com o orçamento. A principal vantagem destes relatórios tem sido o controle de gastos, pois a informação gerada mostra o quanto já foi gasto, e qual está sendo o ritmo até o fim do mês.

5.3 IMPLEMENTAÇÕES NO ACOMPANHAMENTO DOS PROCESSOS

Durante o contato com a empresa, o acompanhamento dos indicadores ocorria através de um painel no Excel. O Excel é um software de planilha que é comumente utilizado para entrada de dados, cálculos numéricos e análise estatística básica por diversos negócios. Ele é extremamente flexível e permite a personalização dos dados de maneira muito detalhada. No contexto do monitoramento de indicadores de desempenho, a empresa em questão utilizava para registrar dados, calcular indicadores e criar gráficos e tabelas. No entanto, a S&D Florestal e Bioenergia chegou à conclusão que o Excel tem suas limitações, principalmente quando se trata de lidar com grandes volumes de dados, atualizações das informações ou realizar análises mais complexas. Nesse campo, as informações recebidas eram sempre com um dia de atraso, por exemplo, no dia 15/04, chegava as informações do dia 14/04, o que fazia o K variar com frequência.

Com vistas a solucionar esse aspecto, a empresa evoluiu para a ferramenta Power BI. O Power BI é uma suíte de ferramentas de análise de negócios que permite a visualização de dados e o compartilhamento de insights através de dashboards interativos. É particularmente útil para monitorar indicadores de desempenho porque permite a criação de painéis dinâmicos e interativos que apresentam os indicadores de uma maneira visualmente atraente e fácil de entender. O Power BI também tem a capacidade de lidar com grandes volumes de dados e pode integrar dados de várias fontes diferentes, o que o torna uma ferramenta poderosa para a análise de desempenho (NANDHINI; SHANTHI, 2020). A seguir, na Figura 4, tem-se o painel do Power BI da empresa acerca dos aspectos da Logística Operacional Geral.

Figura 4 - Painel do Power BI da empresa acerca dos aspectos da Logística Operacional Geral.



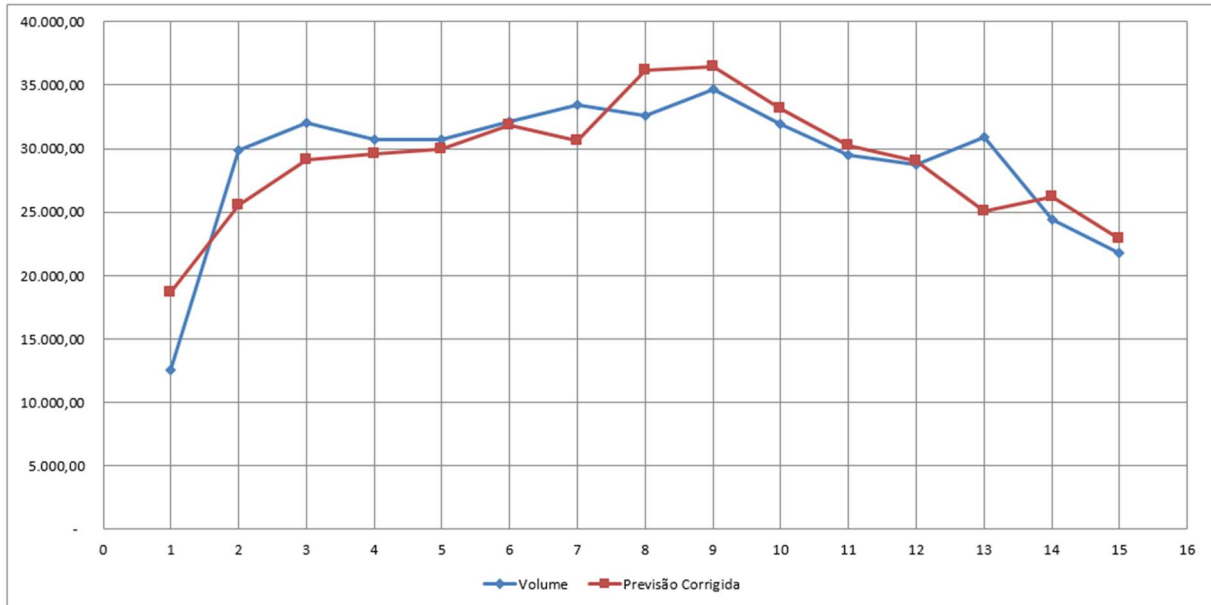
Fonte: conforme informado pela empresa.

Essa implementação possibilitou acessar as informações atualizadas, contribuindo, portanto, para que possíveis problemas pudessem ser antecipados e decisões mais assertivas pudessem ser tomadas.

Outra implementação realizada pela empresa foi a adoção dos Índices Sazonais, especialmente o método de Desvio Quadrático Médio ou MSD. MSD é uma sigla para *Mean Squared Deviation*. Este método é comumente usado pela empresa para medir a precisão dos Índices Sazonais, calculando a média das diferenças quadráticas entre os valores previstos pelo modelo e os valores reais. Em outras palavras, quanto menor o MSD, mais preciso é o modelo, pois isso indica que a previsão está mais próxima dos valores reais (HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2018).

No universo da S&D Florestal e Bioenergia, dentre os modelos aplicados, aquele que trouxe um melhor resultado foi o de Índices Sazonais, com o menor MSD e o P (período) aplicado sendo de 6, resultando, assim, em uma sazonalidade bimestral. Na Figura 5, encontra-se o gráfico representando o volume e a previsão corrigida.

Figura 5 – Gráfico contendo o volume e previsão corrigida



Fonte: conforme informado pela empresa.

Ao comparar a assertividade do uso do modelo de Índice Sazonal com o de Tendência Quadrática por parte da empresa, reiterou-se que o primeiro traz mais benefícios para a empresa. Isto porque o Modelo de Índice Sazonal ajuda com mais segurança a identificar e ajustar padrões que se repetem em intervalos regulares dentro de uma série. Como os dados apresentados pela empresa apresenta variações que ocorrem regularmente em determinados períodos (bimestralmente), este modelo é particularmente útil. Na prática, o Modelo de Índice Sazonal divide a série temporal em componentes de tendência, sazonalidade e erro, permitindo que a sazonalidade seja analisada e ajustada separadamente (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998). Por outro lado, o Modelo de Tendência Quadrática, apesar de ser útil quando os dados mostram uma tendência que não é linear, não apresentou significativos impactos no sentido de representar a tendência dos dados (CHATFIELD, 2004).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscou-se analisar a aplicabilidade dos métodos de previsão na gestão logística da S&D Florestal e Bioenergia, empresa de transporte na área florestal, a partir das informações geradas pelos diretores, supervisores e funcionários da mesma. Para tanto, empregou-se uma abordagem descritiva-exploratória, explorando-se conceitos e exemplos de métodos de previsão e contextualizando-os no cenário da empresa.

Identificou-se a importância dos métodos de previsão em várias fases do estudo. O setor florestal, por sua natureza complexa e multidimensional, demanda estratégias eficazes de previsão para maximizar a eficiência das operações logísticas e reduzir custos.

Durante o levantamento de dados, percebeu-se a relevância da S&D Florestal e Bioenergia no contexto florestal brasileiro. Esta empresa, ao adotar métodos de previsão em suas operações, demonstra a relevância da gestão baseada em dados na moderna indústria florestal.

Através da análise do estudo de caso, identificou-se que os métodos de previsão podem trazer benefícios significativos para a gestão logística de empresas de transporte florestal. Isso é evidenciado pela S&D Florestal e Bioenergia, onde esses métodos ajudam a empresa a responder de forma eficaz às demandas do mercado e às oscilações na oferta e demanda de seus serviços. Verificou-se, ainda, que é possível colocar o Excel na base de dados do BI para que o modelo de previsão possa se atualizar automaticamente.

No entanto, ressalta-se que, mesmo que os resultados apresentados sejam promissores, a aplicabilidade e eficácia dos métodos de previsão podem variar de acordo com as especificidades de cada empresa e do contexto em que está inserida. Portanto, incentiva-se futuras pesquisas a expandir este estudo, explorando outros casos e contextos dentro do setor florestal.

Por fim, este trabalho contribui para a literatura na área, ao apresentar uma análise detalhada de como os métodos de previsão podem ser aplicados na gestão logística de empresas de transporte florestal. Além disso, oferece insights valiosos para gestores e profissionais do setor, que podem usar as descobertas deste estudo para aprimorar suas práticas de gestão e tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. M.; SILVA, C. C. S. Métodos de previsão: uma revisão de literatura. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 16, n. 3, p. 382-401, 2012.
- BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO PARANÁ. Projeto Puma II da Klabin já é a maior obra privada do PR. 2021. Disponível em: <https://www.bdp.pr.gov.br/noticias/Projeto-Puma-II-da-Klabin-ja-e-a-maior-obra-privada-do-PR>. Acesso em: 22 out. 2021.
- BOYD, D. **The Metrics Manifesto: Confronting The Path To Profitability**. Business Strategy Review, v. 25, n. 3, p. 35-39, 2014.
- BRACELL. Quem somos. 2021. Disponível em: <https://www.bracell.com/>. Acesso em: 22 out. 2021.
- BROWN, R. G. **Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1959.
- BUENO, L. B. **Análise da gestão de logística da Duratex S.A.** utilizando o modelo World Class Logistics. 2019. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, 2019.
- CHATFIELD, C. **The analysis of time series: An introduction**. CRC press, 2016.
- CHATFIELD, C. **The analysis of time series: an introduction**. 6th ed. CRC Press, 2004.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. Pearson, 2010.
- CRUZ, G. M.; BERTOLINI, G. R. F.; COSTA, L. B.; BERTOLINI, D. A. **Otimização de rotas para transporte de eucalipto: estudo de caso em uma empresa de celulose do Brasil**. Floresta, v. 48, n. 1, p. 1-10, 2018.
- DAMANPOUR, F.; ARVAND, M. Process improvement by business process management: Evidence from European companies. **European Journal of Innovation Management**, v. 19, n. 1, p. 85-106, 2016.
- DE BELLO, C.; SARTURI, G. Silvicultura e Sustentabilidade: um estudo de caso na região Sul do Brasil. **Revista de Administração e Inovação**, v. 9, n. 3, p. 186-207, 2012.
- DURATEX. Quem somos. 2021. Disponível em: <https://www.duratex.com.br/pt-a-duratex/quem-somos>. Acesso em: 22 out. 2021.
- ECKES, G. **The Six Sigma Revolution: How General Electric and Others Turned Process Into Profits**. New York: Wiley, 2001.
- ELDORADO BRASIL. Quem somos. 2021. Disponível em: <https://www.eldoradobrasil.com.br/>. Acesso em: 22 out. 2021.

- FARIAS, F. M.; MELO, O. L. T. As empresas florestais e sua importância para a economia do Brasil. In: Anais do II Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2006, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**, 2006. p. 1-12. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TN_STO_050_3220.pdf. Acesso em: 08 mar. 2023.
- FARINELLI, B.; MORAES, J. O.; NOGUEIRA, D. F.; OLIVEIRA, M. S. de; REIS, A. A. Efeito do espaçamento e da idade na densidade básica e características químicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, v. 22, n. 1, p. 1-8, 2016.
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; LAclau, J-P.; SMETHURST, P.; GAVA, J. L. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1684-1691, 2010.
- GUEDES, B. F.; SEBBENN, A. M.; OLIVEIRA, L. F.; MORAES, M. L. T. Diversidade genética em populações naturais de araucária no estado do Paraná. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 79, p. 201-209, 2014.
- GUERRA, J. L. L.; ARAÚJO, A. M. P.; MONTENEGRO, L. A. D.; SAMPAIO, L. S. M. Produção mais limpa: um estudo de caso em uma indústria de louças sanitárias. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 1, p. 143-162, 2017.
- HOLT, C. C. Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted moving averages. **International Journal of Forecasting**, v. 20, n. 1, p. 5-10, 1957.
- HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: principles and practice**. 3rd ed. OTexts, 2018.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action**. Boston: Harvard Business School Press, 1996.
- KUO, Y. C., & CHEN, H. W. (2009). Electricity consumption and economic growth in Taiwan: A dynamic econometric analysis. **Energy**, 34(6), 755-763.
- LIM, W. S., & KIM, Y. (2012). Forecasting demand for new telecommunication services using a logistic growth curve model. **Telecommunications Policy**, 36(10), 901-913.
- LIND, D. A.; MARCHAL, W. G.; WATHEN, S. A. (2015). **Estatística básica: usando o Excel**. Bookman Editora.
- LOPES, Ana Paula Ferreira; REIS, Ana Paula Gonçalves dos; SILVA, Daniela Guimarães da. Previsão de demanda: um estudo de caso em uma empresa do setor farmacêutico. **Revista de Administração e Inovação em Saúde**, v. 11, n. 4, p. 15-26, 2019.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**. John Wiley & Sons, 2008.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**. 3rd ed. John Wiley & Sons, 1998.
- MARTINS, R. A.; PEREIRA, A. C.; SANTOS, A. P. Supply Chain Management: o caso Klabin. **Perspectiva em Gestão & Conhecimento**, v. 9, n. 1, p. 58-72, 2019.

- MELLO, A. M.; QUEIROZ, J. B. F.; MELLO, H. P. A incorporação da Fibria pela Suzano Papel e Celulose: a criação do maior player global do setor de celulose. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 48, p. 237-278, 2019.
- MONTGOMERY, D. C.; JENNINGS, C. L.; KULAHCI, M. **Introduction to time series analysis and forecasting**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. Cengage Learning, 2011.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Estudo da previsão de demanda em uma empresa do setor automobilístico**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.
- NANDHINI, S.; SHANTHI, R. **Análise de dados de negócios com Power BI: abordagens inovadoras para gerenciar dados complexos de negócios**. IGI Global, 2020.
- NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: A literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 12, p. 1228-1263, 2005.
- NEVES, M. F.; CASTRO, L. T. Método de previsão de vendas baseado em séries temporais: um estudo de caso na indústria de celulose. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 30-40, 2017.
- OLIVEIRA, Marcelo Augusto Ambrozini de. **Modelos de previsão de demanda aplicados à gestão de estoques**. São Paulo: Editora Atlas, 2016.
- PARMENTER, D. **Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015.
- PERAL, E., & REED, W. J. (1998). An S-shaped utility function. **Mathematical Modelling**, 28(1-3), 1-7.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2017.
- SANTOS, F. P.; FERNANDES, R. A.; MAGATÃO, L. **Análise do transporte florestal em uma empresa de celulose: estudo de caso na Suzano Papel e Celulose**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 1., 2018, Bauru. Anais [...]. Bauru: FEB/UNESP, 2018. p. 1-10.
- SILVA, C. A.; SAVI, A. E. Planejamento e controle da produção em uma indústria de celulose: um estudo de caso na Suzano Papel e Celulose. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 26, n. 2, e3739, 2019.
- SILVA, J.; RESENDE, M. Otimização de processos na indústria florestal: estudo de caso em uma empresa de base florestal. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 1, p. 10-25, 2010.
- SILVA, Rafael Vilela da; BORGES, Ana Carolina Athayde; GOMES, Carlos Francisco Simões. Previsão de demanda de energia elétrica no Brasil: uma análise comparativa de modelos. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 2, p. 233-246, 2018.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Atlas, 2015.

SOARES, B.; OLIVEIRA, D. M.; MELO, J.; RODRIGUES, J.; RODRIGUES, L. A. A influência do manejo florestal na composição florística e na diversidade de espécies arbóreas na floresta atlântica, BA, **Brasil. Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 1, 2019.

SOUZA, R. M.; PELLOSO, L. A. Previsão de Demanda. In: TURRIONI, J. B.; PIRES, S. R. I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos**. Atlas, 2015. p. 207-224.

STEVENS, G. C. **Estatística Aplicada à Administração**. 2. ed. Atlas, 2001.

TANG, B., SUN, Y., & ZHANG, J. (2010). Forecasting the trend of China's energy demand and supply using a seasonal time series model. **Energy Policy**, 38(1), 71-80.

VERGARA, S.; ROZENFELD, H. **Gestão de processos: princípios e práticas para a melhoria do desempenho organizacional**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ANEXOS

ANEXO A – Autorização da Empresa para o Estudo de Caso

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OUTRO PRETO
ESCOLA DE MINAS – EM
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - DEPRO

**Autorização**

S&D FLORESTAL BIOENERGIA LTDA, CNPJ: 26.070.170/0001-36, com representante legal: Geraldo Augusto Martins Teixeira, autorizo Thiago Campos Almeida Silva, matrícula 18.1.1041, estudante do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Ouro Preto, a utilizar os dados prestados pela empresa, para a elaboração do seu Trabalho de Conclusão de Curso, que tem como título Modelos de previsão aplicados na logística florestal e está sendo orientado pelo Prof. Magno Silvério Campos.

Belo Horizonte, 29 de Agosto de 2022.


S&D FLORESTAL BIOENERGIA LTDA
GERALDO AUGUSTO MARTINS TEIXEIRA