

Área: Sustentabilidade | **Tema:** Produção, Cadeia de Suprimento e Logística Sustentável

Metodologia para previsão de demanda de uma floricultura da cidade de Santa Maria

**METHODOLOGY FOR DEMAND FORECASTING FOR A FLORICULTURE OF THE CITY OF SANTA
MARIA**

Denise Lange Albrecht e Iochane Garcia Guimarães

RESUMO

A gestão de estoques engloba desde o planejamento da matéria-prima até a entrega do produto ao cliente, considerando o tempo de entrega e a quantidade desejada pelo cliente. Para isso, existem ferramentas que auxiliam as empresas no controle do estoque, como a análise da curva ABC e a previsão de demanda. Nas empresas que trabalham com produtos perecíveis, o controle de estoque deve ser planejado com o objetivo de reduzir perdas por produtos fora da vida útil, quando não podem ser vendidos pois não mais servem para a sua função principal. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma metodologia quantitativa para a previsão de demanda de perecíveis, focado em floriculturas, como uma forma de auxiliar as mesmas na gestão de estoques. De forma geral, a pesquisa iniciou com a coleta dos dados, e posterior definição dos produtos pela curva ABC. Após a definição dos produtos, foram identificados os métodos mais adequados para cada produto, e realizada a previsão de demanda.

Palavras-Chave: Previsão de demanda; Análise ABC, Métodos quantitativos; Floricultura

ABSTRACT

Inventory management encompasses everything from the planning of the raw material to the delivery of the product to the customer, considering the delivery time and quantity desired by the customer. Therefore, there are tools that assist the companies who desire to have a inventory management, like the ABC curve analysis or demand forecast. In companies that work with perishable products, inventory control use to be created with the goal of reducing product losses to the shelf life, when they can't be sold for no longer serve their main function. In this context, the present study aimed to develop a quantitative methodology for forecasting the demand for perishables, focused on floricultures, as a way to assist the companies to beginning a inventory management system. This research started with a data collection, and subsequent definition of the products by the ABC curve analysis. After defining the products, the most appropriate methods were identified for each product, and the demand forecast was made.

Keywords: Demand forecasting; ABC analysis; Quantitative methods; Floricultures.

METODOLOGIA PARA PREVISÃO DE DEMANDA DE UMA FLORICULTURA DA CIDADE DE SANTA MARIA

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como tema a gestão de estoques a partir de um método de classificação dos itens de maior importância, para posterior previsão de demanda. A gestão de estoques abrange o planejamento e controle dos recursos necessários desde a fabricação até a entrega do produto ao cliente, levando em consideração o tempo de entrega e a quantidade desejada (ARNOLD, 2012). Existem algumas ferramentas nesta área que analisam o estoque da empresa e indicam para os gestores quais setores devem ser ajustados.

A empresa na qual o estudo será realizado fornece flores e plantas ornamentais, além de utensílios para o cultivo. O problema de pesquisa do presente trabalho é: como prever a demanda de produtos perecíveis para auxiliar na gestão de estoques da empresa analisada?

O mercado de floriculturas está em expansão no Brasil, tornando o segmento um dos mais lucrativos do agronegócio brasileiro. Em 2014 este setor obteve R\$ 5,7 bilhões de faturamento no mercado interno, grande parte nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (SEBRAE, 2015). O setor possui produtos perecíveis que são desperdiçados quando não vendidos em tempo hábil, tornando o controle dos produtos em estoque muito importante. O presente estudo se mostra pertinente pois utilizará algumas ferramentas da gestão de estoques aplicadas em um setor de grande crescimento e cujos produtos necessitam de controle devido a sua perecibilidade. Além disso, existem poucos trabalhos sobre gestão de estoques realizados neste setor, logo o estudo poderá servir como base para futuras pesquisas.

A pesquisa tem como objetivo geral desenvolver uma metodologia quantitativa para previsão de demanda para empresas que vendem flores e plantas ornamentais como forma de auxílio para a gestão de estoques. Como objetivos específicos a pesquisa busca:

- i) Determinar os produtos com maior influência no lucro anual através de um método de reclassificação de itens com maior importância;
- ii) Identificar o comportamento da demanda dos produtos oferecidos pela empresa;
- iii) Prever a demanda dos produtos da empresa a curto prazo;
- iv) Simular possíveis cenários futuros para previsão de demanda.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na revisão bibliográfica serão abordados tópicos relacionados ao comércio de flores e plantas ornamentais e sua perecibilidade, sobre gestão de estoques e métodos de classificação de estoques, e por fim sobre previsão de demanda e simulação de Monte Carlo.

2.1 COMÉRCIO DE PLANTAS

A floricultura, que hoje é um dos mais promissores segmentos do agronegócio brasileiro, teve seu início na região sul do Brasil em 1950 com a iniciativa de imigrantes alemães e poloneses na região de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A melhoria dos sistemas de distribuição das mercadorias e o aumento da procura por flores e ornamentos gerou um crescimento considerável neste setor. No ano de 2012, o mercado cresceu cerca de 7% em quantidade, e entre 12% e 15% em relação ao valor comercializado. No ano seguinte, o mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais obteve uma taxa de crescimento de 8,3% em relação ao faturamento do ano anterior (SEBRAE, 2015).

A floricultura brasileira tem seu principal foco no consumo interno, dedicando 96,5% da sua produção para o mercado interno. Dessa forma, os efeitos da crise econômica mundial possuem pouca influência neste setor, mantendo o mercado aquecido e crescendo cada vez mais. No Brasil, a região com maior concentração do comércio de flores e plantas envasadas é a região sudeste, que obteve 83,48% do total do mercado nacional em 2013, seguida pela região sul, com 8,12%. Segundo estudos realizados pelo SEBRAE (2015), o Rio Grande do Sul é o segundo estado

na região sul com maior porcentagem de área cultivada, somando 6,6% do seu território em 2013, do total de 21,6% da região sul do Brasil.

No setor, a maioria dos produtos são perecíveis e demandam um controle para que este fator não ocasione perdas. Como Amorim et al. (2013) expõem, existem diferentes classificações de perecibilidade que levam em consideração a deterioração física, o valor de mercado e o cumprimento das normas relacionadas ao produto. Donselaar et al. (2006) divide os produtos perecíveis em vida útil de dias, com duração de até 9 dias, e vida útil de semanas, com duração entre 10 e 30 dias. Um produto pode ser vendido mesmo depois do fim de sua vida útil, porém é muito provável que seu valor seja reduzido e não seja usado para a mesma finalidade.

2.2 GESTÃO DE ESTOQUES

Estoque é o acúmulo de materiais ou informações que são transferidos entre processos. Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) descrevem que a gestão de estoque é o gerenciamento destas acumulações, controlando para que os materiais e informações não impliquem em desperdícios durante os processos.

Ching (2010) divide a gestão de estoques em três etapas: planejamento, controle e verificação do estoque. Na etapa do planejamento estão envolvidas tarefas como a quantidade de produtos demandados, datas de entrega e recebimento de materiais e também a determinação do ponto ideal de reposição do estoque. O controle parte das métricas do planejamento, e registra os dados para uma posterior comparação. Na última etapa, são comparados os dados reais com os dados planejados, com o objetivo de verificar se o planejamento foi efetivo ou se ocorreram desvios, que devem ser investigados.

Algumas ferramentas da gestão de estoques são utilizadas para classificar e controlar produtos. Na presente pesquisa será utilizada a análise da curva ABC, um método de classificar os itens do estoque em três diferentes grupos, com base em sua importância relativa. O principal objetivo é identificar qual grupo de produtos merece maior atenção dos gestores, para tornar o sistema mais eficiente financeiramente (CORRÊA; CORRÊA, 2011).

Arnold (2012) explica que o princípio desta análise se baseia na chamada lei de Pareto, onde 20% dos produtos representam cerca de 80% do lucro. Com base neste princípio foi elaborado um método cujo primeiro passo é desenvolver uma lista com todos os produtos que a empresa disponibiliza aos seus clientes. Da mesma forma são coletados dados referentes a demanda dos produtos em um período de tempo estabelecido. A análise ABC inicia com a ordenação dos dados de forma decrescente com base na demanda total. Os primeiros produtos na lista, cerca de 20%, são classificados como A e representam 80% do lucro. Os 30% seguintes são classificados como B, representando 15% do lucro. O restante dos itens são classificados como C e somam 50% dos itens, porém representam apenas 5% do lucro.

2.3 PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão de demanda é uma das importantes ferramentas da gestão de estoques para planejar a capacidade da empresa e verificar se a empresa possui os recursos necessários para suprir a demanda futura (ARNOLD, 2012). Ela é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças das empresas, sendo o ponto inicial para o planejamento da capacidade, da produção, dos estoques e da mão de obra. Através desta ferramenta os gestores podem antever o futuro e projetar de forma eficiente suas decisões (TUBINO, 2009).

Os métodos de previsão podem ser classificados como quantitativos ou qualitativos, dependendo dos dados que serão utilizados para realizar a previsão. Os métodos qualitativos levam em consideração questões subjetivas, como opinião de clientes ou experiência dos gestores. Em contrapartida, o método quantitativo se baseia em dados históricos, probabilidades e demais conhecimentos matemáticos.

2.3.1 Métodos qualitativos

Os métodos qualitativos são essencialmente subjetivos e tornam-se úteis quando os dados a disposição são insuficientes para uma análise quantitativa, ou quando os especialistas possuem um grande conhecimento de mercado (GHIANI; LAPORTE; MUSMANNO, 2013; CHOPRA; MEINDL, 2016). Estes métodos baseiam-se na experiência das pessoas envolvidas, suas opiniões e julgamentos, e costumam ser utilizados quando não é possível obter dados históricos, como no caso de lançamento de novos produtos ou promoções. Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) apresentam como as quatro principais técnicas de previsão de demanda qualitativas a estimativa da força de vendas, pesquisa de mercado, método Delphi e júri de executivos.

O método de Delphi utiliza o conhecimento de especialistas em uma determinada área para obter um consenso sobre o produto. Quando as opiniões convergem, elas são utilizadas para prever o comportamento de determinado produto no mercado (ARNOLD, 2012). Trata-se de um método formal, onde os especialistas recebem o questionário via e-mail ou pelo correio, evitando o confronto face a face. Após enviar sua resposta, todas são analisadas e resumidas, e depois encaminhadas para os especialistas, de forma que os mesmos podem reconsiderar suas opiniões iniciais. O processo se repete até que o resumo de respostas encontre um limiar de respostas convergentes aceitável (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015).

2.3.2 Métodos quantitativos

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) explicam que os métodos quantitativos podem ser divididos em duas abordagens principais: técnicas de modelagem causal e análise de séries temporais. A abordagem da modelagem causal avalia e descreve os relacionamentos de causa e efeito entre as variáveis em estudo. Já as séries temporais utilizam dados históricos de um fenômeno considerando as variações de tendência, para prever como o fenômeno irá agir no futuro. Este trabalho se limitará a analisar os métodos quantitativos baseados em séries temporais.

Para encontrar o melhor método quantitativo de previsão de demanda de séries temporais torna-se necessário analisar algumas características da demanda em estudo. Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) apresentam cinco padrões de comportamento de demanda que auxiliam na busca pelo método mais adequado: média, sazonalidade, ciclo, tendência e aleatório. Os padrões de comportamento são apresentados com suas características no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Padrão de comportamento da demanda

PADRÃO DE COMPORTAMENTO	CARACTERÍSTICA
Média	Utilizada quando os valores da demanda flutuam sobre um valor constante durante um período.
Sazonalidade	Ocorre quando são identificados padrões cíclicos de variação que se repetem em intervalos iguais de tempo.
Ciclo	Quando é possível detectar variações ascendentes e descendentes com intervalos irregulares de tempo.
Tendência	Se os dados possuem um comportamento ascendente ou descendente por um longo período de tempo.
Aleatório	Quando as variações nos dados são imprevisíveis.

Para realizar a previsão da demanda baseada em séries temporais são necessários dados que descrevam a variação da demanda ao longo de um período. Tubino (2009), Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) apresentam como principais métodos a média móvel, suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência e suavização exponencial com tendência e sazonalidade.

Para realizar a previsão de demanda através do método da média móvel utiliza-se os dados mais recentes da demanda, e a escolha da quantidade de períodos utilizados no método depende de suas características (TUBINO, 2009). O método é baseado na média dos períodos determinados, logo a equação geral é apresentada na Equação 1:

$$F_{t+1} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_t}{t} \quad (1)$$

Onde F_{t+1} é o valor da previsão de demanda para o período t , e D_t é o valor real da demanda no período t .

Outro método quantitativo é o método da suavização exponencial simples, que é o mais adequado para realizar previsões em curto prazo e com atualizações regulares (ARNOLD, 2012). Sua metodologia se baseia na Equação (2):

$$F_{t+1} = \alpha \times A_t + (1 - \alpha) \times F_t \quad (2)$$

onde t é o período de tempo atual, α é a constante da suavização exponencial, A_t é a demanda no período t , e F_t é a previsão para o período t .

A definição do valor de α é muito importante para que a previsão de demanda através do método da suavização exponencial obtenha sucesso. Segundo Ghiani, Laporte e Musmanno (2013), altos valores de α aumentam o peso dos dados mais recentes, melhorando a capacidade da previsão em acompanhar as variações rapidamente. Baixos valores de α produzem uma previsão pouco sensível às variações aleatórias, embora incorpore as variações mais recentes com um *delay* maior.

Quando a série temporal apresenta tendência é utilizado o método de suavização exponencial com tendência, também chamado de método de suavização exponencial de Holt. Este método é utilizado quando os dados apresentam tendência e o objetivo do estudo for o tratamento dos mesmos em curto prazo (MARTINS;LAUGENI, 2005). Para a previsão por este método é necessário calcular a previsão para o período e o valor da tendência para, posteriormente, calcular a valor da previsão para os períodos seguintes. A Equação (3), Equação (4) e Equação (5) apresentam o cálculo do valor amortecido, da tendência e da previsão para os períodos futuros, respectivamente:

$$A_t = \alpha C_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3)$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (4)$$

$$P_{t+p} = A_t + pT_t \quad (5)$$

Onde A_t é o novo valor amortecido, α é o coeficiente de amortecimento para os dados, β é o coeficiente de amortecimento para a tendência, C_t é o valor real no período t , T_t é a estimativa da tendência, p são os períodos futuros a serem previstos e P_{t+p} são as previsões para os p períodos futuros (MARTINS;LAUGENI, 2005).

Quando a série temporal analisada possui comportamento com características de tendência e sazonalidade o método mais adequado é o de suavização exponencial de *Winter*. Martins e Laugeni (2005) explicam que este método é uma extensão do modelo de *Holt*, apresentado anteriormente, pois acrescenta o fator sazonalidade ao método de suavização exponencial com tendência. Para este método é necessário calcular a nova série amortecida, a estimativa da tendência e da sazonalidade, a previsão para os períodos históricos e os p períodos futuros, respectivamente. As equações utilizadas são apresentadas nas Equações (6),

Equação (7), Equação (8), Equação (9) e Equação (10):

$$L_{t+1} = \alpha \left(\frac{D_{t+1}}{S_{t+1}} \right) + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad (6)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \quad (7)$$

$$S_{t+p+1} = \gamma \left(\frac{D_{t+1}}{L_{t+1}} \right) + (1 - \gamma)S_{t+1} \quad (8)$$

$$F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1} \quad (9)$$

$$F_{t+l} = (L_t + lT_t)S_{t+l} \quad (10)$$

Onde L_t é o novo valor amortecido, α é a constante de amortecimento, D_{t+1} é a nova observação ou o valor atual da série no período t , β é a constante de amortecimento para a estimativa da tendência, T_{t+1} é a estimativa da tendência, γ é a constante de amortecimento para a estimativa da sazonalidade, S_{t+p+1} é a estimativa da sazonalidade, p são os períodos a serem previstos no futuro, F_{t+1} é a previsão para os períodos futuros, e l é o número de períodos a serem previstos (CHOPRA; MEINDL, 2016).

2.3.3 Erros de previsão

Os métodos podem ser avaliados através dos erros de cada método de previsão para a demanda analisada. Chopra e Meindl (2016) frisam que as previsões estão sempre sujeitas a erros, por isso a importância da avaliação das mesmas antes de embasar decisões nos resultados obtidos. Para calcular o erro de previsão de cada período, é utilizada a equação 11:

$$E_t = F_t - D_t \quad (11)$$

Onde F_t é a demanda prevista e D_t é a demanda real no período.

É possível calcular a variação do erro de previsão ao longo de alguns períodos através do erro quadrático médio (EQM), conforme equação 12:

$$EQM_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2 \quad (12)$$

O desvio absoluto no período t também pode ser calculado, sendo ele o valor absoluto do erro no período t , de acordo com a equação 13:

$$A_t = |E_t| \quad (13)$$

Outro erro possível de ser calculado é o desvio absoluto médio (DAM), que leva em consideração os desvios de cada um dos períodos analisados. O DAM pode ser utilizado para estimar o componente aleatório, desde que o mesmo seja distribuído normalmente, equação 14.

$$DAM_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \quad (14)$$

Ainda é possível calcular o erro absoluto médio como porcentagem de demanda, chamado de erro absoluto médio percentual (EAMP), equação 15:

$$EAMP_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100}{n} \quad (15)$$

2.4 PREVISÃO BASEADA EM SIMULAÇÃO

Uma simulação é uma representação de um sistema, tornando viável a manipulação de dados que não seriam possíveis no sistema real, devido à altos investimentos ou outros fatores. Entre as vantagens de utilizar este recurso está a possibilidade de estudar algumas variações do ambiente e seus consequentes efeitos em todo o sistema, principalmente em sistemas novos, onde não existem muitos dados históricos.

2.4.1 Simulação de Monte Carlo

O método de simulação de Monte Carlo é um método estatístico de resolver problemas com amostras variáveis através de simulações. Embora o método tenha sido desenvolvido em 1949, seu uso só se tornou frequente a partir do surgimento dos computadores (SOBOL, 1994). A técnica de Monte Carlo é estabelecida pela Lei dos Grandes Números, um dos teoremas fundamentais da probabilidade, proposta por Bernoulli no século XVIII, que expõem que quando um evento com probabilidade de sucesso p é observado repetidamente durante experimentos independentes, a razão da frequência observada deste evento para o total de repetições observadas converge para p , conforme o número de repetições cresce.

Para aplicar o método de simulação de Monte Carlo é necessário descobrir a distribuição de probabilidade que os dados analisados seguem. Existem alguns testes que auxiliam na definição da distribuição apropriada, um deles é o teste de Shapiro-Wilk (KS). Mello e Peternelli (2013) apresentam este teste como uma forma de identificar se um conjunto de dados segue a distribuição normal, através da análise do p -valor, concluindo que a amostra se comporta como uma distribuição normal quando o p -valor é maior do que o nível de significância (normalmente de 5%).

O procedimento para aplicar o método de Monte Carlo inicia com a função cumulativa de probabilidades da variável $F(x)$, toma-se um número em um intervalo (0,1) ou (0,100), de forma aleatória. Após, utilizando a $F(x)$, determina-se o valor da variável x , correspondente ao número aleatório gerado (ANDRADE, 2015).

O uso deste método cresceu por se tratar de uma metodologia que possui um potencial para resolver diversos problemas, e devido ao fato de sua estrutura ser simplificada (MATIAS, 2006). Júnior, Tabosab e Costa (2011), utilizaram o método de Monte Carlo aplicado à análise econômica de pedido, auxiliando os gestores na decisão de aceitar ou não pedidos oriundos de uma empresa com produtos que possuem grande variabilidade dos custos variáveis diretos unitários. No trabalho desenvolvido por Bucchianeri e Coelho (2016), foi utilizada esta metodologia para prever a demanda de uma franquia especializada em produtos de beleza, aplicado a quatro linhas de produtos, a partir dos seus dados históricos.

Os trabalhos apresentados anteriormente se relacionam com a presente pesquisa pois utilizam o método de Monte Carlo para auxiliar na gestão de estoques, porém o trabalho de Júnior, Tabosab e Costa (2011) não lida com previsão de demanda, mas com a análise econômica do pedido, uma outra área da gestão de estoques. O estudo de Bucchianeri e Coelho (2016) utilizam a simulação para prever a demanda de alguns produtos, porém este é o único modelo utilizado pelos pesquisadores, enquanto neste trabalho foi estudado tanto o modelo baseado em simulação de Monte Carlo como modelos baseados em séries temporais.

3 METODOLOGIA

3.1 CENÁRIO

O estudo será realizado em uma empresa localizada na cidade de Santa Maria, no bairro Camobi. Seus produtos estão relacionados com a venda de flores e plantas ornamentais, além de insumos para o cultivo, alcançando um valor em vendas de aproximadamente R\$ 70.000,00 por ano. A empresa é gerenciada pelos donos, que são responsáveis pela gestão e funcionamento da loja.

A empresa possui cerca de 250 produtos em seu portfólio, sendo que destes aproximadamente 170 são perecíveis. Os produtos perecíveis são obtidos através da compra direta dos produtores, sendo as mesmas realizadas com frequência semanal. Atualmente a empresa não possui um sistema de gestão de estoques, logo os produtos não possuem um critério estabelecido para reposição.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi dividida em cinco etapas, iniciando pela pesquisa bibliográfica e finalizando com a aplicação do método escolhido. A etapa inicial foi realizada através de pesquisa bibliográfica para embasar os conhecimentos principais relacionados ao tema, como gestão de estoques, métodos de previsão de demanda e simulação de Monte Carlo. Em seguida, buscaram-se artigos cujos assuntos fossem sobre gestão de estoques e previsão de demanda de produtos perecíveis, para embasar o estudo.

Na segunda etapa foram coletadas informações referentes ao volume de vendas de cada produto para a construção da curva ABC. Esta coleta foi realizada através de relatórios de vendas fornecidos pela empresa, do período de abril a novembro de 2017. Foi possível, através destes relatórios, identificar os produtos mais vendidos e também o percentual de cada produto em relação a receita do mês.

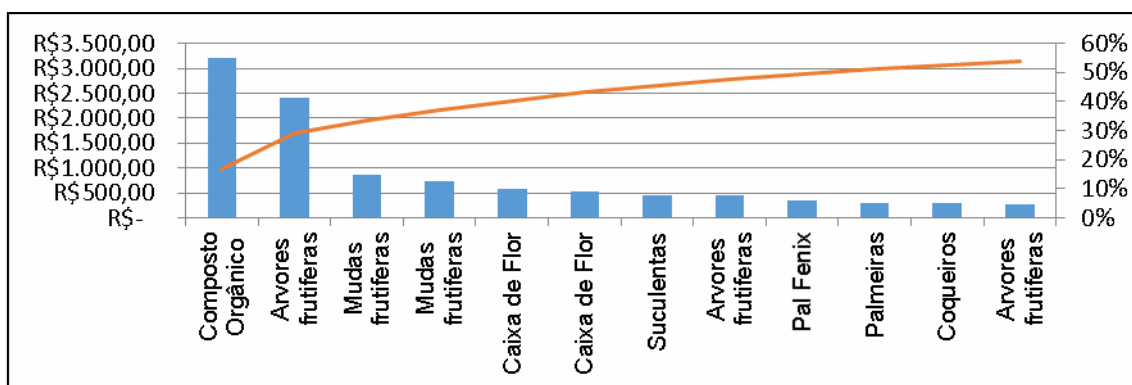
Em seguida, os produtos foram divididos em três grupos de acordo com o método de classificação de estoques, e foi possível identificar os produtos que possuem maior influência no lucro total da empresa. Os produtos classificados no primeiro grupo foram analisados na terceira etapa da pesquisa. A partir desta etapa foram analisados somente os dados referentes aos produtos da classe "A" da curva ABC.

Na quarta etapa os dados da demanda foram analisados de modo a encontrar o método quantitativo de previsão de demanda baseado em séries temporais que melhor acompanhasse os dados coletados. Em seguida, foi realizada a simulação de Monte Carlo e foram previstas demandas baseadas em 30 cenários, com o objetivo de avaliar esta outra metodologia de previsão.

3.3 DEFINIÇÃO DOS PRODUTOS

Dentre os mais de 250 produtos da empresa, foi utilizado o método da curva ABC para definir os produtos perecíveis que tivessem um retorno financeiro significativo para a empresa em relação à demanda. Para uma melhor visualização do resultado, foi gerado um gráfico alternativo com foco nos produtos que contemplam a porcentagem apresentada (Figura 1).

Figura 1 - Gráfico da curva ABC com foco nos produtos mais significativos

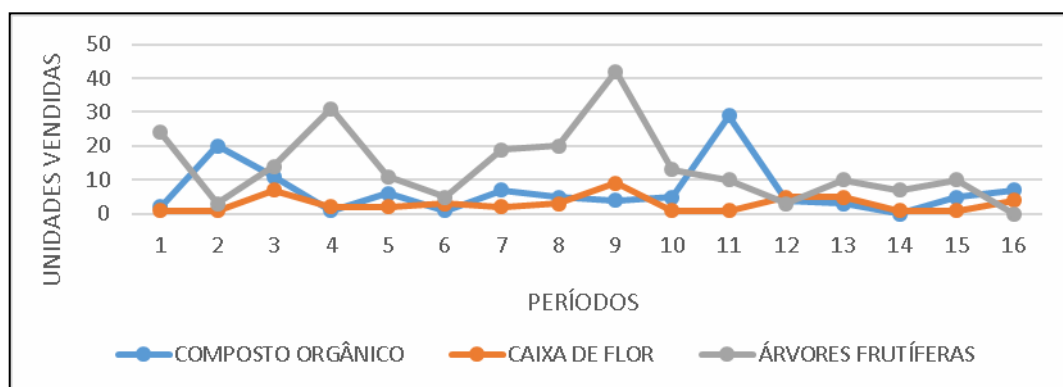


A partir da análise da curva ABC foi possível identificar que os produtos a serem analisados eram: composto orgânico, árvores frutíferas, e duas variedades de mudas frutíferas. Porém, após verificar as demandas individuais por período de cada produto, foi identificado que as variedades de mudas frutíferas obtiveram todo o seu retorno em apenas dois períodos, o que foi considerado uma exceção, justificando a exclusão dos produtos do grupo que seria analisado. Desta forma, os produtos analisados foram: composto orgânico, árvores frutíferas e uma variedade de caixa de flor.

3.4 ANÁLISE DA DEMANDA DOS PRODUTOS

Nesta etapa foram analisadas de forma individual a demanda dos três produtos definidos na etapa anterior. O produto composto orgânico é vendido por R\$ 20,00 pela empresa, e obteve uma média de 6,88 vendas por semana no período analisado. O produto árvores frutíferas é vendido por R\$ 14,00 pela empresa, e obteve a média de 13,88 vendas por semana no período analisado. O último produto analisado, caixa de flor, é vendido por R\$ 19,00 pela empresa, e obteve a média de 3,0 vendas por semana no período analisado. As demandas dos três produtos dos meses de junho a setembro podem ser observadas na Figura 2, separadas por semana. O estudo foi realizado com período de duração de uma semana pois a duração dos produtos analisados gira em torno de 10 a 15 dias, logo a previsão seria a curto prazo.

Figura 2 - Demanda dos produtos definidos



Fonte: Autoreses.

Com base na média e desvio padrão da amostra, foram elaboradas cartas de controle estatístico com limite superior e inferior de dois desvios padrões. Os dados que não estavam localizados dentro dos limites de controle, chamados de *outliers*, foram eliminados da amostra e gerou-se uma nova média e um novo desvio padrão.

3.5 DEFINIÇÃO DO MÉTODO ADEQUADO

Para cada uma das demandas estimadas foram aplicados os métodos de média móvel, suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência e suavização exponencial com tendência e sazonalidade para prever quatro períodos a frente, equivalente a um mês de demanda. A partir do resultado dos métodos foram calculados os erros de previsão, e com base neles foram definidos os métodos mais adequados para cada produto.

3.5.1 Produto composto orgânico

Com base na demanda estimada, realizou-se a aplicação dos métodos quantitativos de previsão para quatro períodos futuros e os erros obtidos são apresentados no Quadro 2. A

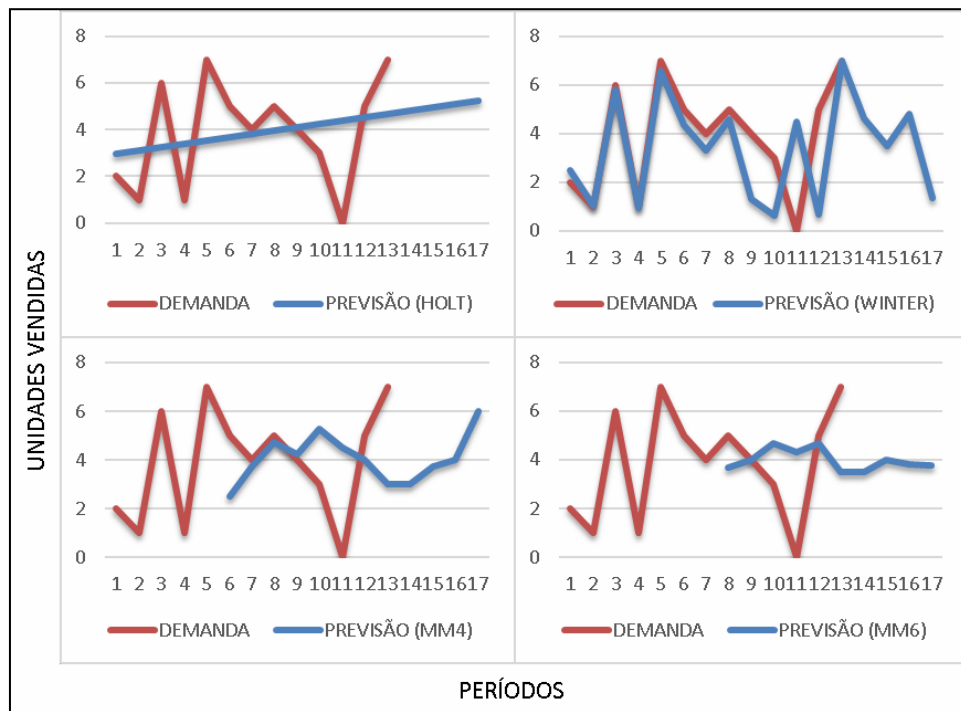
partir dos erros obtidos, analisando o MAPE, os métodos mais indicados seriam Winter e Média Móvel de seis períodos, como pode ser observado pelos gráficos da Figura 3.

Quadro 2 - Erros de previsão composto orgânico

MODELOS	EQM	MAD	MAPE	Sat
M. MÓVEL 2	6,45	1,82	0,47	-2,20
M. MÓVEL 4	5,42	1,67	0,43	-0,60
M. MÓVEL 6	5,10	1,60	0,41	0,52
S. EXP. SIMPLES	13,81	2,76	0,72	8,75
HOLT	4,61	1,75	0,46	-0,12
WINTER	3,57	1,27	0,30	-6,55

Fonte: Autoreses.

Figura 3 - Gráficos de comparação dos métodos composto orgânico



Fonte: Autoreses.

Observando o gráfico é possível perceber que o método de Winter melhor acompanha os dados da demanda. Dessa forma, embora o Sinal de Acompanhamento esteja fora dos limites, o mesmo não se encontra muito distante, logo o método de Winter foi o escolhido por acompanhar melhor os dados analisados.

3.5.2 Produto árvores frutíferas

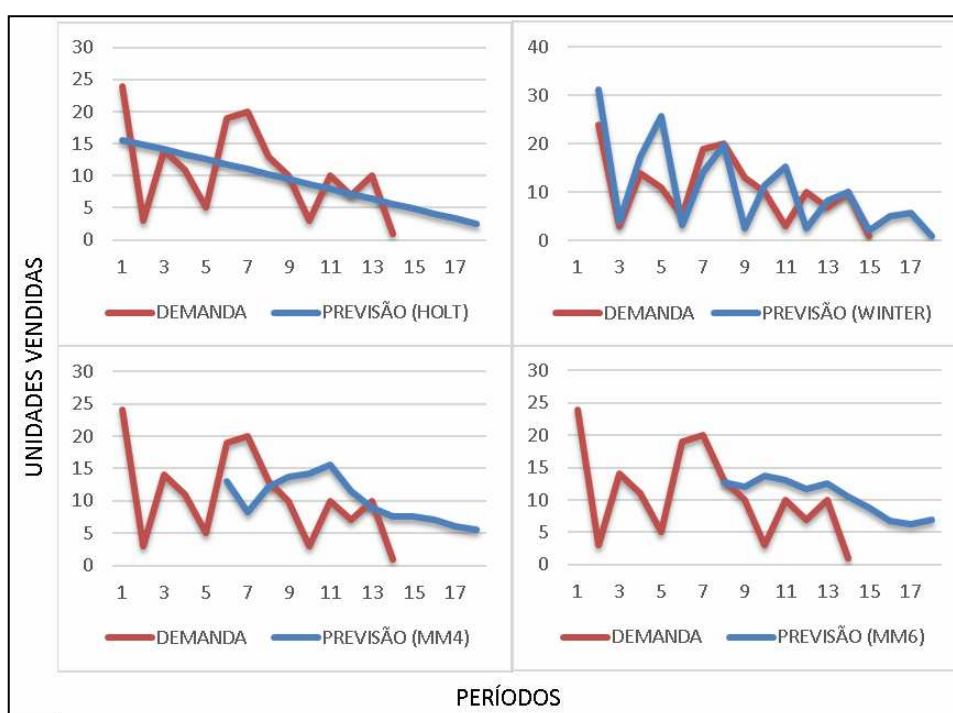
Com base na demanda anual estimada, realizou-se a aplicação dos métodos quantitativos de previsão e os erros obtidos são apresentados no Quadro 3. Além disso, com os resultados dos métodos que possuíram os menores erros foram gerados os gráficos apresentados na Figura 4.

Quadro 3 - Erros de previsão árvores frutíferas

MODELOS	EQM	MAD	MAPE	Sat
M. MÓVEL 2	45,77	5,13	0,48	2,83
M. MÓVEL 4	40,90	5,10	0,48	2,35
M. MÓVEL 6	30,65	4,08	0,38	7,84
S. EXP. SIMPLES	137,77	7,86	0,81	8,72
HOLT	34,65	4,70	0,44	-0,27
WINTER	44,69	4,77	0,44	3,70

Fonte: Autoreses.

Figura 4 - Gráficos de comparação dos métodos árvore frutífera



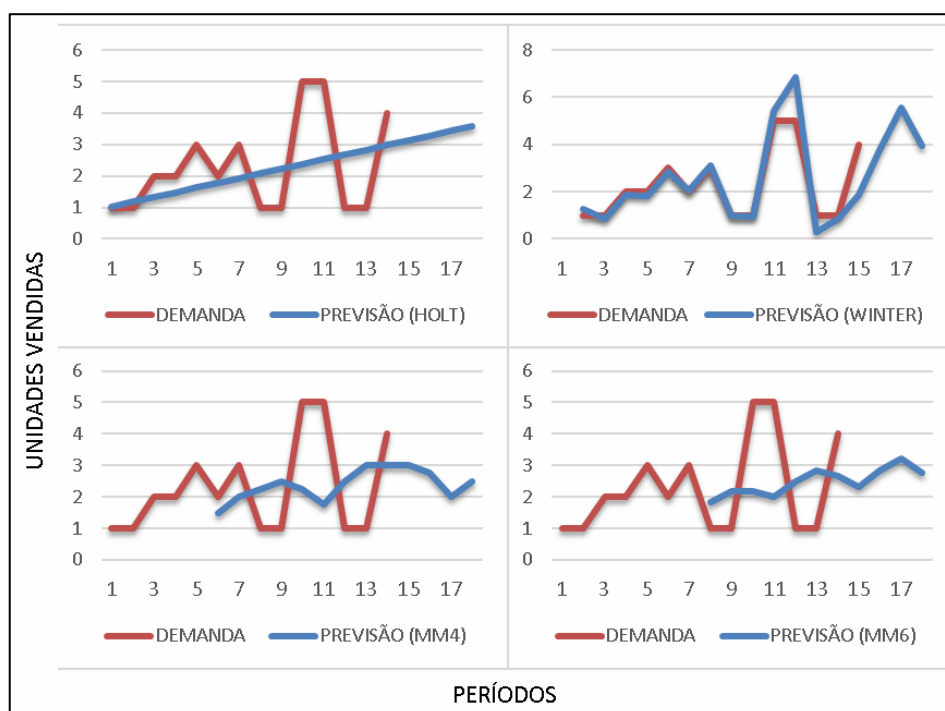
Fonte: Autoreses

Após a análise dos erros obtidos, os métodos mais apropriados para prever quatro períodos futuros do produto em questão são os modelos de Holt e Winter, pois possuem os menores MAPE. Entretanto, quando se observa o comparativo dos gráficos das previsões (Figura 6), é possível notar que o método que melhor acompanha os dados da demanda é o método de Winter, o qual foi o escolhido para prever este produto.

3.5.3 Produto caixa de flor

A partir da demanda estimada foram aplicados os métodos quantitativos de previsão baseados em series temporais, e os resultados obtidos nos quatro métodos com melhor desempenho podem ser observados na Figura 5. Os erros obtidos em cada método podem ser observados no Quadro 4.

Figura 5 - Gráficos de comparação dos métodos caixa de flor



Fonte: Autoreses.

Quadro 4 - Erros de previsão caixa de flor

MODELOS	EQM	MAD	MAPE	Sat
M. MÓVEL 2	4,50	1,67	-0,73	-1,20
M. MÓVEL 4	3,04	1,48	0,65	-1,53
M. MÓVEL 6	3,31	1,56	0,68	-1,17
S. EXP. SIMPLES	5,29	1,57	0,69	1,27
HOLT	1,91	1,14	0,50	-3,44
WINTER	0,62	0,45	0,20	-2,24

Fonte: Autores.

Com base nos erros encontrados, o método de previsão mais adequado para prever quatro períodos futuros é o método de Winter, pois minimiza o Erro Percentual Absoluto Médio, o Desvio Absoluto Médio, e o Erro Quadrático Médio, além do Sinal de Acompanhamento estar dentro dos limites de ± 6 .

3.6 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Para realizar a simulação de Monte Carlo primeiramente foi necessário encontrar a distribuição de probabilidade que cada produto seguia, para gerar os cenários alternativos. Através do teste de Shapiro-Wilk, realizado no *software* R, as amostras dos três produtos foram analisadas e as mesmas apresentam distribuição normal.

Os dados analisados dos três produtos seguem uma distribuição normal, como pode ser verificado pelos valores do *p-valor* apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Índices para distribuição normal

Produto	<i>p</i> -valor	Figura
Árvores Frutíferas	70%	Figura 12
Caixa de Flor	9%	Figura 13
Composto Orgânico	14%	Figura 14

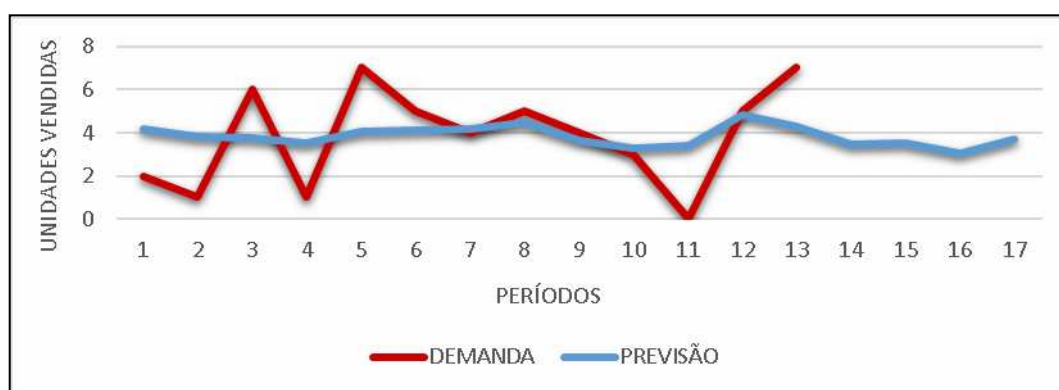
Fonte: Autores.

Tendo como base a distribuição de probabilidade de cada produto, foram gerados 30 cenários alternativos para cada uma das semanas de venda dos produtos. Para isso, foi utilizado o *software Microsoft Excel*, como ferramenta de auxílio à simulação. Com relação a probabilidade de cada resultado, foi utilizado a função aleatório no *Microsoft Excel*, de modo que todas as probabilidades dos períodos são iguais, por não existir correlação entre os períodos e a demanda.

Utilizando a demanda histórica de cada produto foram gerados 30 cenários que representavam a demanda real através da distribuição que foi utilizada para obter os números aleatórios. Cada cenário possuía o mesmo número de períodos que a demanda histórica do produto, e com base nesses cenários foram obtidas as médias por período, que se tornaram a previsão da simulação. Para identificar que a simulação se mostrava eficiente, foram utilizados 10 períodos, e os demais períodos da demanda histórica foram utilizados para posterior comparação da simulação.

O produto composto orgânico possui uma demanda real média de 3,8 produtos por período, e o desvio padrão da amostra é 2,04 tendo como base os 10 primeiros períodos. Com base na média e no desvio padrão da amostra, foram gerados os 30 cenários, e o resultado da simulação é apresentado na Figura 6.

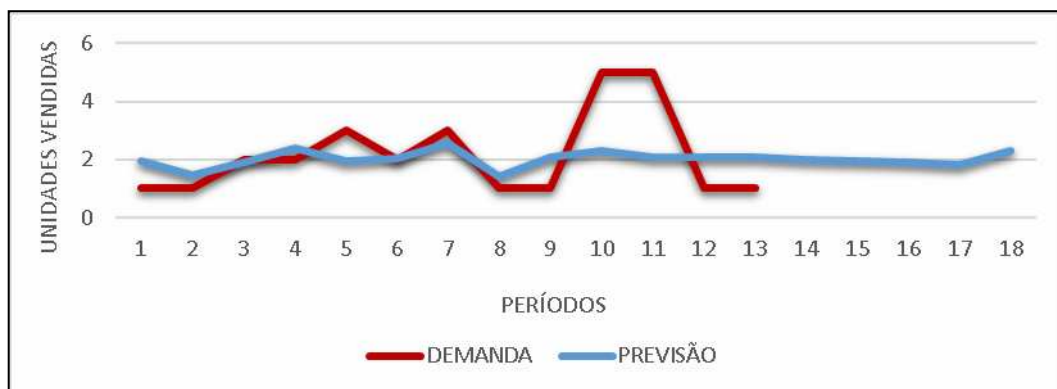
Figura 6 - Gráfico da previsão composto orgânico por Monte Carlo



Fonte: Autores.

O produto caixa de flor possui uma demanda média de 2,1 produtos por período, e o desvio padrão da amostra é 1,3 tendo como base os 10 primeiros períodos. Foi calculada a média e o desvio padrão da amostra, para que fossem gerados os 30 cenários, cujo resultado da simulação pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Gráfico de previsão caixa de flor por Monte Carlo



Fonte: Autores.

A simulação de Monte Carlo para o produto árvores frutíferas, assim como os demais, foi realizado com base na média e desvio padrão da amostra, juntamente com a identificação da distribuição de probabilidade que a mesma seguia. Com base nestes dados foram gerados os 30 cenários. A demanda do produto árvores frutíferas obteve uma média de 12,2 produtos vendidos por período, e o desvio padrão da amostra é 7,3 para os 10 períodos utilizados para a simulação. O resultado da simulação é apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Gráfico de previsão árvores frutíferas por Monte Carlo



Fonte: Autores.

Com base nas simulações realizadas foi possível calcular os erros relacionados ao método, apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Erros simulação de Monte Carlo

PRODUTOS	EQM	MAD	MAPE	SAt
Composto Orgânico	4,06	1,63	0,42	0,94
Caixa de Flor	1,85	1,05	0,46	-3,59
Árvores Frutíferas	36,98	4,97	0,47	4,10

Fonte: Autores.

A partir da análise dos erros é possível observar que o método de previsão baseado na simulação de Monte Carlo pode ser utilizado para prever qualquer um dos produtos, pois o Sinal de Acompanhamento está de acordo com os limites.

3.7 COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO

Neste trabalho foram analisadas as demandas de três produtos, utilizando modelos baseados em séries temporais e um método baseado em simulação, chamado de Monte Carlo. Nas seções anteriores foram apresentados os resultados obtidos em cada um dos modelos de forma separada, com seus respectivos erros e sinais de acompanhamento. Nesta seção os modelos foram comparados para definir o melhor método de previsão para cada produto, tendo como base os erros apresentados no

Para o produto composto orgânico foi definido como modelo baseado em séries temporais o método de Winter. A partir da comparação do método de Winter com o modelo baseado em simulação de Monte Carlo conclui-se que o método de Winter prevê melhor os períodos futuros do que a simulação, tendo como base os erros calculados.

O produto árvores frutíferas foi previsto usando o método de Winter, dos modelos baseados em séries temporais. Comparando os erros com o modelo baseado em simulação de Monte Carlo identificou-se que, embora o Erro Quadrático Médio da simulação seja menor do que o obtido pelo método de Winter, o Erro Percentual Absoluto Médio, que é a métrica utilizada na pesquisa para a escolha do melhor método, do modelo de Winter é menor, mantendo o método baseado em séries temporais escolhido. Em relação ao produto caixa de flor, o método definido para previsão baseada em séries temporais foi o método de Winter. Quando comparados os erros com a simulação de Monte Carlo torna-se claro que o método de Winter segue sendo o método mais indicado para prever o produto analisado, pois todos os erros são menores.

Dessa forma, embora o método de previsão de demanda baseado em simulação tenha se mostrado uma alternativa para os modelos de previsão baseados em séries temporais, o mesmo não foi indicado para os produtos analisados nesta pesquisa.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho tinha como objetivo desenvolver um método de previsão de demanda como uma forma de auxílio na gestão de estoques de uma floricultura. Aplicando a análise da curva ABC e filtrando os dados para retirar os *outliers* foi possível testar os modelos de previsão de demanda baseados em séries temporais e o método baseado em simulação. Após todas as análises realizadas durante a pesquisa, ficou claro que o método de Winter é o mais adequado para prever a demanda dos três produtos estudados, mesmo que algumas vezes os erros não fossem os menores, mas pelo gráfico ficou claro que este modelo acompanhava de forma mais eficaz a demanda dos produtos.

A dificuldade do trabalho estava em prever a demanda de produtos perecíveis que, assim como previsão de produtos supérfluos, não é uma atividade simples por se tratarem de demandas que possuem grande variabilidade. Outra questão que dificultou o trabalho foi com relação ao volume de dados da demanda, pois é provável que caso a pesquisa fosse realizada com um número maior de dados dos produtos ela seria mais precisa em relação ao método mais adequado para prever a demanda de cada item.

Ao final do trabalho concluiu-se que o objetivo foi alcançado, e seguiria como sugestão que a mesma continuasse de forma a analisar os fatores que possivelmente influenciam na venda dos produtos, como a inflação, estação do ano, entre outros. Além disso, esta pesquisa pode servir de base para projetos futuros em outras empresas semelhantes ou até mesmo na análise de mais produtos da mesma empresa.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, P. et al. Managing perishability in production-distribution planning: a discussion and review. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, Springer, v. 25, n. 3, p. 389–413, 2013.
- ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Grupo Gen-LTC, 2015.
- ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- BOWERSOX, D. J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013.
- BUCCHIANERI, J. R.; COELHO, C. J. Previsão de demanda por simulação de monte carlo em uma franquia especializada em produtos de beleza. **XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)**, 2016.
- CHASE, R.; JACOBS, F.; ROSEMBERG, M. **Administração de Operações e da Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: WCB Mc Graw-Hill, 2012.
- CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: supply chain**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.
- CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimento: Integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado**. São Paulo: Atlas, 2010.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção E Operações: Manufatura E Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas SA, 2011.
- GRANT, D. B. **Gestão logística e cadeia de suprimentos**. São Paulo: Saraiva, 2013.
- GHIANI, G.; LAPORTE, G.; MUSMANNO, R. **Introduction to logistics systems management**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. 61 p.
- JÚNIOR, A. F. S.; TABOSAB, C. M.; COSTA, R. P. Simulação de monte carlo aplicada à análise econômica de pedido. **Production**, SciELO Brasil, v.21, n.1, p.149-164, 2011.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Prentice-Hall, 2009.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MATIAS, R. Análise quantitativa de risco baseada no método de monte carlo: abordagem pmbok. **PMISC**, Florianópolis, 2006.
- MELLO, M. P.; PETERNELLI, L.A. **Conhecendo o R: uma visão mais que Estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2013.
- NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016.
- SEBRAE. **Flores e Plantas Ornamentais do Brasil - Volume 1**. 2015. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4c7a617954ca9be59d73ae831d8acac6/\\$File/5516.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4c7a617954ca9be59d73ae831d8acac6/$File/5516.pdf)>.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2015.
- SOBOL, I. M. **A primer for the Monte Carlo method**. Flórida: CRC press, 1994.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.