

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS - CCJE  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS - FACC

ALESSANDRO SILVA DE MEDEIROS

A PREVISÃO DE DEMANDA DE MATERIAIS INDEPENDENTES: UM ESTUDO DE  
CASO DE UMA EMPRESA DO SETOR ELÉTRICO DO ESTADO DO RIO DE  
JANEIRO

Rio de Janeiro, RJ  
Novembro de 2019

ALESSANDRO SILVA DE MEDEIROS

A PREVISÃO DE DEMANDA DE MATERIAIS INDEPENDENTES: UM ESTUDO DE  
CASO DE UMA EMPRESA DO SETOR ELÉTRICO DO ESTADO DO RIO DE  
JANEIRO

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Administração à Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FACC/UFRJ).

Orientador(a): Laura Marina Valencia Niño

Rio de Janeiro

Novembro de 2019

ALESSANDRO SILVA DE MEDEIROS

A PREVISÃO DE DEMANDA DE MATERIAIS INDEPENDENTES: UM ESTUDO DE  
CASO DE UMA EMPRESA DO SETOR ELÉTRICO DO ESTADO DO RIO DE  
JANEIRO

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Administração à Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FACC/UFRJ) aprovada pela seguinte banca examinadora:

---

Laura Marina Valencia Niño  
DSc. Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Camila Avosani Zago  
DSc. Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, Novembro

2019

MEDEIROS, Alessandro Silva de

A previsão de demanda de materiais independentes: um estudo de caso de uma empresa do setor elétrico do estado do rio de janeiro / Alessandro Silva de Medeiros. Orientador: Prof. DSc. Laura Marina Valência Niño. Rio de Janeiro: UFRJ / FACC, 2019.

Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro / FACC.

59p.

1. Administração de material. 2. Logística. 3. Cadeia de Suprimentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que encontrei durante a graduação e foi quem me capacitou para estar escrevendo esta monografia. Quem estiver lendo esse trabalho possa encontra-lo assim como eu.

Agradeço a minha família, em especial, a minha mãe Maria Ozineide da Silva e meu pai Antônio Marcelino de Medeiros, e minha avó Cormélia Paulino da Silva, que são a minha base e que me inspiram para ser alguém melhor todos os dias. Que independente de terem conseguido ter um ensino de qualidade, se esforçaram ao máximo para que eu pudesse tê-lo.

Agradeço a minha noiva, Isabella Barbalat dos Santos e sua família, que nos piores e melhores momentos estiveram comigo me dando forças para superar as barreiras que tive para concluir este desafio e por me mostrar o Caminho.

Aos mestres que com toda paciência me ensinaram o que é planejar, organizar, dirigir e controlar, em especial a Maria de Fátima Bruno, que foi como uma mãe durante toda a faculdade sendo fonte de inspiração e por acreditar em mim quando nem eu acreditava.

Agradeço a Universidade Federal do Rio de Janeiro, que foi a realização de um sonho pisar nesse lugar como estudante, além de ter me proporcionado experiências com pessoas especiais, foi um local não só de aprendizado acadêmico, mas de vida.

Jesus respondeu: “O que é impossível para os homens é possível a Deus”.

(Lc 18,27)

## RESUMO

Por meio de uma abordagem quantitativa com fins explicativos, este estudo buscou verificar qual é o método que prevê com maior assertividade a demanda de estoque em uma empresa do setor elétrico do estado do Rio de Janeiro, visando resolver um problema pontual do setor de planejamento de estoque da companhia. Em sua estruturação foram apresentados conceitos a respeito da administração de material, suprimentos e planejamento de estoque, passando também por conceitos importantes que embasam este trabalho, como a curva ABC. A coleta de dados foi realizada através da disponibilização do banco de dados da empresa, onde optamos por escolher materiais independentes e com curvas horizontais, aleatória e sazonais. Com a obtenção da média histórica foi possível a extração da média móvel simples de 3 e 12 meses para a previsão da demanda. A partir disso utilizamos os métodos de verificação de erro a fim de constatar o melhor método de previsão de demanda e verificamos que para a demanda aleatória deve-se utilizar a média móvel simples de 3 meses, enquanto os materiais com demanda sazonal ou horizontal deve-se utilizar a média móvel simples para 12 meses, a fim de atingir a maior assertividade na previsão da demanda.

Palavras-Chaves: Cadeia de Suprimentos, Média Móvel Simples, Métodos de Previsão de Erro.

## **ABSTRACT**

Through a quantitative approach for explanatory purposes, this study sought to verify which method most assertively predicts the stock demand in a company in the electric sector of Rio de Janeiro state, aiming to solve a specific problem of the stock planning sector of such company. In its structure, concepts about material management, supplies and stock planning were presented, as well as important concepts that support this work such as the ABC curve. Data collection was performed through what was available in the company's database, where we chose independent materials with horizontal, random and seasonal curves. By obtaining the historical average it was possible to extract the simple moving average of 3 and 12 months to forecast demand. From there, we've used the error forecasting methods to verify the best demand forecasting method and we verified that for aleatory demand one should use the simple 3-month moving average, while for materials with seasonal or horizontal demand one should use the simple 12-month moving average to achieve the highest assertiveness in forecasting demand.

*Key-words: Demand management, Supply-chain management, Error Forecasting Methods*



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b> Ciclo da Administração de materiais.....	<b>6</b>
<b>FIGURA 2</b> Exemplo de Cadeia de Suprimentos.....	<b>9</b>
<b>FIGURA 3</b> Tanque de água.....	<b>13</b>
<b>FIGURA 4</b> Árvore de decisão de estoque de materiais.....	<b>14</b>
<b>FIGURA 5</b> Curva ABC.....	<b>19</b>
<b>FIGURA 6</b> Ponto de Ressuprimento.....	<b>26</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1</b> Curva por nível de atendimento .....	<b>16</b>
<b>GRÁFICO 2</b> Consumo de Cabo de Cobre.....	<b>32</b>
<b>GRÁFICO 3</b> Consumo de Poste de Concreto.....	<b>33</b>
<b>GRÁFICO 4</b> Consumo de Transformador.....	<b>34</b>
<b>GRÁFICO 5</b> Média Móvel Simples de 3 e 12 Meses, do material Cabo de Cobre.	<b>35</b>
<b>GRÁFICO 6</b> Média Móvel Simples de 3 e 12 Meses, do material Poste.....	<b>36</b>
<b>GRÁFICO 7</b> Média Móvel Simples de 3 e 12 Meses, do material Transformador.	<b>37</b>
<b>GRÁFICO 8</b> Verificação do MAD, Poste de Concreto.....	<b>39</b>
<b>GRÁFICO 9</b> Verificação do MPE, Poste de Concreto.....	<b>40</b>
<b>GRÁFICO 10</b> Verificação do MAPE, Poste de Concreto.....	<b>41</b>
<b>GRÁFICO 11</b> Verificação do MAD, Cabo de cobre.....	<b>42</b>
<b>GRÁFICO 12</b> Verificação do MPE, Cabo de cobre.....	<b>43</b>
<b>GRÁFICO 13</b> Verificação do MAPE, Cabo de cobre.....	<b>44</b>
<b>GRÁFICO 14</b> Verificação do MAD, Transformador.....	<b>45</b>
<b>GRÁFICO 15</b> Verificação do MPE, Transformador.....	<b>46</b>
<b>GRÁFICO 16</b> Verificação do MAPE, Transformador.....	<b>46</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> Média Móvel .....	<b>22</b>
<b>TABELA 2</b> Média Móvel Simples.....	<b>22</b>
<b>TABELA 3</b> Curva ABC por Grupo de Materiais.....	<b>30</b>
<b>TABELA 4</b> Curva ABC da empresa.....	<b>31</b>
<b>TABELA 5</b> Acurácia Previsão de Erro - Poste.....	<b>41</b>
<b>TABELA 6</b> Acurácia Previsão de Erro – Cabo de Cobre.....	<b>43</b>
<b>TABELA 7</b> Acurácia Previsão de Erro - Transformador.....	<b>46</b>

## LISTA DE SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

MAD – *Mean Absolute Deviation*

MAPE – *Mean Absolute Percentual Error*

MMS – Média Móvel Simples

MPE – *Mean Percentual Error*

MRP – *Material Requirement Planning*

MS – Média Simples

PMM – Preço Médio Móvel

## SUMÁRIO

### Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Formulação do problema de pesquisa.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo Geral .....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Justificativas .....	3
1.4 Delimitação .....	3
1.5 Metodologia .....	4
1.6 Estrutura do Estudo .....	4
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1 Administração de material .....	6
2.2 Cadeia de Suprimentos .....	8
2.3 Compras .....	10
2.4 Planejamento de Estoque.....	12
2.4.1 Decisão de Estocagem de material.....	14
2.4.2 Estoque Central e periférico.....	15
2.4.3 Criticidade do Estoque .....	15
2.4.4 Demanda Independente e Dependente .....	16
2.5 Curva ABC .....	17
2.6 Definições de Reposição de Estoque .....	19
2.7 Padrões de Demanda .....	19
2.8 Métodos de Previsão de demanda.....	20
2.8.1 Método da Média Móvel.....	20
2.8.2 Método da Média Móvel Simples .....	21
2.9 Estoque Mínimo .....	22
2.9.1 Estoque Alvo.....	23
2.9.2 Ponto de Ressuprimento.....	23
2.10 Métodos de Previsão de Erro.....	25
2.10.1 Previsão de erro – <i>Mean Absolute Deviation</i> (MAD).....	25
2.10.2 Previsão de Erro - <i>Mean Percentage Error</i> (MPE).....	25
2.10.3 Previsão de Erro - <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	26

3. ESTUDO DE CASO .....	27
3.1 Curva ABC.....	28
3.2 Métodos de Previsão de Demanda.....	30
4. RESULTADOS .....	36
4.1. Validação dos resultados.....	36
4.2. Considerações a partir dos resultados.....	42
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45
REFERÊNCIAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

Vivemos hoje numa época onde é inviável a vida sem energia elétrica. Estamos o tempo inteiro conectados, seja através dos celulares ou através dos computadores. Utilizamos a energia para manter os nossos mantimentos frios na geladeira, até os fogões hoje em dia são elétricos, a iluminação das ruas que nos possibilita andar tranquilamente, etc.

Neste trabalho, estaremos estudando uma empresa de energia elétrica que se situa no estado do Rio de Janeiro que tem grande representatividade no cenário nacional e internacional visto seus pontos turísticos que são famosos. O Rio de Janeiro tem aproximadamente 17,2 milhões de habitantes e é um dos estados com maior número de consumo de energia elétrica no país (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017).

Visto essa necessidade constante da energia elétrica, as empresas desse ramo necessitam ter estoques de mercadoria, pois em caso de alguma emergência a energia precisa ser restabelecida o quanto antes. Emergência essa que pode ser algum desastre natural, como teve no Rio de Janeiro esse ano com chuvas bem acima da média ou até mesmo a troca de materiais devido defeitos de fabricação.

É importante a escolha bem definida dos fornecedores pois em caso de atraso, podemos gerar impactos no momento do fornecimento de energia. Para isso, temos que ter cláusulas contratuais rigorosas com relação a atrasos, para que o fornecedor busque ter a empresa como prioridade no momento da entrega dos materiais. Visando isso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), inclui rigorosas metas para que a energia seja em breve restabelecida.

Planejar faz parte da nossa rotina, estamos sempre nos programando para a realização de eventos, no trabalho e até no dia a dia nas tarefas domésticas. Assim como a acumulação em estoque, pois é habitual devido ao nosso receio de ter falta de certo item, estamos de forma recorrente, buscando ficar tranquilos, sem o receio de chegar à situação de precisar e não ter. Nas organizações não é diferente, reproduzindo assim, nossa rotina, que por vezes é necessária a armazenagem de material a fim de evitar o risco de faltar.



## **1.1 Formulação do problema de pesquisa**

Com base nesse contexto, vemos que o suprimento de material na companhia é vital para o seu funcionamento. Independente de atrasos dos fornecedores a empresa deve ter um eficaz planejamento de material para que a sua operação não corra riscos, lembrando que alguns materiais são utilizados com mais frequência do que outros. Por isso, o problema de pesquisa deste trabalho é: Qual é o método que prevê com maior assertividade os variados tipos de demanda de estoque em uma empresa do setor elétrico do estado do Rio de Janeiro?

## **1.2 Objetivos**

A seguir, são apresentados os objetivos do presente Trabalho de Conclusão de Curso, no qual são segmentados em objetivos geral e específicos, conforme segue nas seções 1.2.1 e 1.2.2.

### **1.2.1 Objetivo Geral**

No cenário atual, temos diversos métodos de análise para constatar qual é a melhor forma de gerir os materiais individualmente de acordo com a sua demanda. Para isso, o objetivo geral do trabalho é analisar o método que prevê com maior assertividade os variados tipos de demanda de estoque em uma empresa do setor elétrico do estado do Rio de Janeiro.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

E seus objetivos específicos são: (i) apresentar conceitos básicos acerca da cadeia de suprimentos e administração de material; (ii) descrever os princípios de controle, custos e níveis de estoque; (iii) apresentar também diversos métodos de gestão de estoque como a implantação da curva ABC; (iv) apresentar os métodos de previsão de demanda (método de média móvel e média móvel simples); (v) sugerir qual o tempo indicado para reposição e seu ponto de pedido, qual deverá ser o estoque mínimo e máximo para manutenção de um estoque saudável.

### **1.3 Justificativas**

A relevância deste estudo se dá através da análise de gestão de material, pois é uma área de atuação da empresa que está diretamente ligada com a satisfação do cliente. É importante ressaltar que o estoque consiste em recurso imobilizado, isto é dinheiro parado. A companhia deve gerir bem este recurso, pois quanto maior o seu estoque, menor o seu capital de giro, que possibilita investimento em outras áreas.

Buscamos também ampliar a quantidade de estudos acerca do tema referente ao setor elétrico nacional, além de auxiliar na resolução de um problema recorrente na previsão de demanda da empresa.

Por esta razão, será pesquisada a melhor forma de controlar o estoque para que não haja faltas nem excessos, e para isto, usaremos a curva ABC, aliada aos métodos de previsão de demanda (método de média móvel e métodos da média móvel simples) juntamente com os métodos de previsão de erro.

### **1.4 Delimitação**

A empresa estudada tem atuação em todo estado do Rio de Janeiro, porém utilizamos somente dados relacionados a cidade do Rio de Janeiro. Buscamos estudar somente aquele material estocável de acordo com a política adotada pela área de Planejamento de Estoque, dada a vasta quantidade de material que são utilizados pela empresa. Em cima disso, escolhemos os materiais de acordo com cada tipo de demanda independentes, divididas em horizontal, sazonal e aleatória, além disso, buscamos tratar materiais que geram maior número de faltas no estoque. São estudadas técnicas quantitativas para previsão de demanda visto que temos série histórica para utilizar no estudo.

Temos limitações no presente trabalho, pois não conseguimos fazer uma análise de todo o estoque da empresa. Por mais que sejam utilizados dados de material com um padrão de consumo, outros de material mais específico, como o material de demanda dependente não são analisados nesta pesquisa, também não são analisados itens de consumos, pois não são considerados estocáveis pela empresa. O estudo é realizado no setor elétrico, não abrangendo outros setores que podem ter suas particularidades.

## **1.5 Metodologia**

Para a classificação da pesquisa, tomamos como base o estudo apresentado por Vergara (2016), onde temos é qualificado por dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, optou-se pela realização de pesquisa metodológica, pois visamos neste trabalho realizar a verificação do planejamento de estoque da companhia, através de métodos de previsão de erro, para propor a alteração no método de previsão.

Quanto aos meios, a pesquisa é documental por meio de estudo de caso baseado nos documentos apresentados pela empresa. O presente trabalho pretende descrever e interpretar os índices de estoque a fim de verificar qual a melhor maneira de controlar o estoque para que a operação principal da empresa não possa ser prejudicada por falta de material ou a própria companhia seja prejudicada por ficar com capital de giro reduzido.

## **1.6 Estrutura do Estudo**

O presente estudo apresenta conceitos sobre a gestão de material. Este tipo de análise engloba todos os tipos de controle de estoque e reposição para o andamento da empresa.

O conteúdo deste estudo está estruturado da seguinte forma:

No Capítulo 1 está a introdução ao presente trabalho, bem como, a estruturação do mesmo, dividido por etapas.

No Capítulo 2, apresentamos conceitos a respeito da administração de material, suprimentos e por fim cadeia de suprimentos, abrindo um pouco sobre a área de compras e planejamento de estoque, passando também por conceitos importantes que embasam este trabalho, como a curva ABC.

No Capítulo 3 é apresentado o estudo de caso com cálculos, gráficos, tabelas e interpretações dos índices citados no referencial teórico já com a aplicação destes na companhia de energia elétrica.

No Capítulo 4 são analisados os resultados, conclusões, e feitas as considerações finais e recomendações do estudo de caso para futuros trabalhos que utilizem como base o planejamento do estoque.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo, pretende-se apresentar a literatura mais relevante para a gestão de material, salientando os aspectos considerados essenciais para a compreensão deste tema.

Para o efeito, antes de adentrarmos aos pormenores da gestão de estoque, iniciamos de maneira geral, estudando sobre a administração de material e após isso aprofundamos no setor de suprimentos, cadeia de suprimentos, gestão de estoques e por fim curva ABC.

### 2.1 Administração de material

A palavra “administração” pode ser entendida como o processo de planejar, dirigir, ordenar e acionar com eficiência todos os processos dentro de uma empresa, a fim de que possa atingir metas e resultados previamente estabelecidos. E a palavra “de material” pode ser definida dentro da organização como bens, serviços ou produtos, como por exemplo, ferramentas e equipamentos. (CHIAVENATO, 2014)

O seu ciclo se representa na Figura 1, abaixo:

Figura 1 - Ciclo da administração de materiais



Fonte: Martins e Laugeni (2005, p. 262,)

Onde, para Martins e Laugeni (2005), a partir da necessidade do cliente é iniciada uma etapa de análise a fim de verificar se há a disponibilidade do material em estoque ou caso tenha a necessidade, iniciar um pedido de compra, seja por contrato ou um pedido *spot*. Após isso temos a produção do material por parte do fornecedor e posterior envio dos relatórios para aprovação do setor de qualidade do cliente a fim de verificar se o material produzido foi o material solicitado. Depois da aprovação temos a entrega e armazenamento, sendo que a entrega deve ser bem alinhada a fim de evitar a demora na entrega e custo adicional com o frete contratado pelo fornecedor, enquanto o armazenamento deve ser eficiente a fim de ser possível a retirada rápida do material para distribuição.

A administração de material é um dos braços da administração. Ela compreende o setor da organização que busca manter, através do gerenciamento de recursos, a empresa com a sua operação fluindo sem nenhum empecilho. De acordo com Martins e Alt (2009, p. 4),

[...] a administração dos recursos de material engloba a sequência de operações que tem seu início na identificação do fornecedor, na compra do bem, em seu recebimento, transporte interno e acondicionamento, em seu transporte durante o processo produtivo, em sua armazenagem como produto acabado e, finalmente, em sua distribuição ao consumidor final.

Como podemos ver, administração de material não se trata somente de armazenar os materiais de forma correta. Temos uma cadeia de processos que precisam ser rigorosamente seguidos para que no fim o material chegue na operação sem atrasos, avarias ou custo excessivo.

Dentro da Administração da Produção temos a Administração da Produção e Administração da Operação, que são as duas pontas do processo. Se há uma produção de certo item, há uma execução dele em campo.

De forma simples Moreira (2011) define estes conceitos, falando que a Administração da Produção e Operações é o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função de Produção (empresas industriais) ou Operações (empresas de serviços).

Já pela definição de Krajewski (2009), a Administração de Produção se refere ao projeto, direção e controle dos processos que transformam insumos em serviços e produtos, tanto para os clientes internos quanto para os externos. Aqui, conseguimos

ver que o processo em si início, meio e fim, e que a administração de material engloba uma área mais prática da administração.

Fazendo um breve resgate histórico vemos que esta ciência vem se aprofundando no que diz respeito à produtividade. Se antes a força braçal era o maior aliado na produção e operação, o que demandava mais tempo e desgaste físico e foi o tempo de especialização em suas tarefas individuais. Hoje é realizado através de máquinas altamente tecnológicas e com produção em massa.

Para Moreira (2011),

A chamada produção em massa, que foi e continua sendo a marca registrada dos Estados Unidos, o símbolo do seu poderio industrial, pode ser encontrada já em 1913, quando começou a linha de montagem dos automóveis Ford. Já em fins do século passado e início do presente, havia sido introduzida a noção de "Administração científica" da produção, quando Frederick Taylor, um esforçado engenheiro a serviço da máquina produtiva americana, advogava a aplicação da racionalidade e métodos científicos à administração do trabalho nas fábricas.

Vemos com isso que esta mudança é recente, há pouco mais de 100 anos atrás, após a Primeira Revolução Industrial, com o advento das máquinas a vapor, a tecnologia tem sido grande aliada da Administração da Produção e Operação. Outro grande acontecimento histórico que gerou grande transformação nas Operações foi o Toyotismo após a Segunda Guerra Mundial, onde houve redução dos estoques e produção aliada a demanda. (MOREIRA, 2011)

Entendemos que não há processo que não esteja vinculado com o ambiente macroeconômico que vivemos. E a administração de material é fortemente impactada por isso, podemos ter reajustes de preços, greves, troca de governos que mudam drasticamente a realidade do setor. Como observado por Wanke (2010, p. 5), a gerência de operações tem suas prioridades moldadas de acordo com o seu posicionamento dentro da cadeia de suprimentos, seja ela mais próxima a produção ou operação.

## **2.2 Cadeia de Suprimentos**

Presente em todas as organizações, uma boa gestão da cadeia de suprimentos é um diferencial para as empresas contemporâneas. Podendo ofertar ao seu cliente um produto mais barato ou oferecer um serviço mais vantajoso. Mas antes de entender

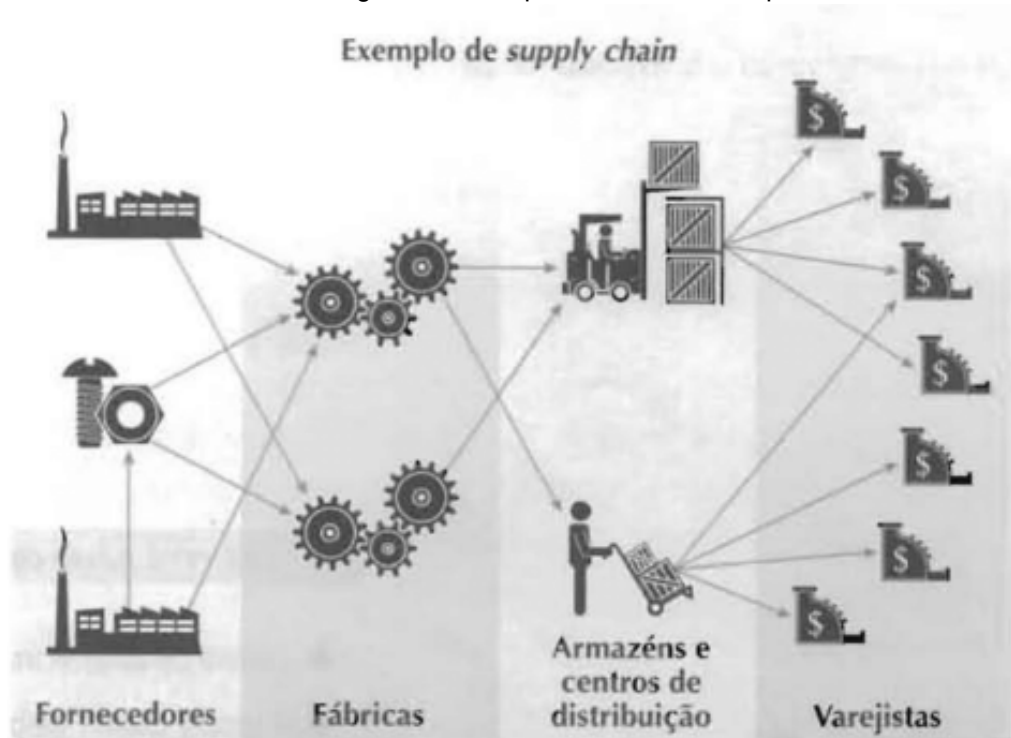
como é gerido esse processo, precisamos entender o que é uma cadeia de suprimentos.

Começando de forma mais abrangente, para Krajewski (2009), a cadeia de suprimentos inclui de material, serviços e até o fluxo de informação que liga o fornecedor ao cliente, bem como seus respectivos clientes e fornecedores, formando uma rede, onde há a dependência mútua.

A partir dessa ideia geral, conseguimos ver a dependência do consumidor final dos produtos com relação aos prazos. De acordo com Moreira (2011), o desempenho do fornecedor está diretamente ligado ao fluxo de material que vem de fora para dentro, bem como as ações da empresa ou eventuais períodos estão ligados ao fluxo de material de dentro para fora.

A administração dessa cadeia consiste no planejamento, organização, direção e controle dos materiais dentro de um fluxo que visa o ressuprimento de materiais a um determinado cliente, buscando a satisfação deste, conforme Figura 2 abaixo:

Figura 2 - Exemplo de Cadeia de Suprimentos.



Fonte: Krajewski (2008, p. 170)



No exemplo acima temos o exemplo para empresas de comércio, porém caso haja a compra de uma nova empresa fornecedora de serviços, este ciclo pode se estender. Postergando esse ciclo até a utilização e fornecimento do serviço da empresa ao cliente final.

Para Slack (2002), com todo esse dinamismo da cadeia de suprimentos, podemos ver o grande impacto que pode ser causado através de um simples atraso ou um pedido de material fora do comum, pois temos impacto direto em todos os que estão ligados por este ciclo, que é conhecido como efeito chicote.

Para Krajewski (2008), esse efeito é gerado nos membros *downsteam* (mais próximos ao consumidor final) e geram grandes impactos nos membros *upsteam* (mais próximos do início da cadeia). Com a alteração na demanda, há o aumento da produção e conseqüentemente a necessidade de maior matéria prima para a confecção do produto. Através da alteração no padrão de fornecimento, pode ser gerada a escassez de estoque em algumas empresas ou até o acúmulo desnecessário de estoque em outros casos.

Gerir toda esta cadeia é um dever complexo para o setor de suprimentos, visto que existem fatores internos e externos. Internamente devemos estar em sinergia com a operação da empresa visto que todo projeto deve ser comunicado para que não haja falta do material. Externamente a complexidade é maior visto que se trata de fatores que fogem ao controle da empresa.

### **2.3 Compras**

Também localizada no setor de suprimentos, está o setor de compras da empresa. Nosso objetivo aqui não é esgotar o tema, porém é necessária sua inclusão no trabalho para evidenciar a importância do mesmo no processo de gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Suas atividades incluem uma série de fatores, tais como: a seleção de fornecedores, a qualificação dos serviços, a determinação de prazos de vendas, a previsão de preços e as mudanças na demanda. Já que grande parte do dinheiro que sai da empresa se dá pela compra de material, pequenas reduções na sua aquisição podem gerar considerável economia e aumento nos lucros. Concluimos, portanto, que a

gestão de compras é importantíssima para um bom desempenho organizacional. (BALLOU, 2006).

A gestão de compras deve ser tratada do ponto de visto estratégico, pois assim é possível garantir de forma duradoura diversos benefícios, tais como, aliança com o fornecedor através de uma abordagem onde os dois lados têm vantagem no negócio, acordo técnico, possibilitando inclusive a confecção de itens que são de necessidade exclusiva do consumidor, mitigação de risco através de uma boa relação com o fornecedor e inclusive possibilidade de prazo de entrega diferenciado em relação ao que o mercado oferece no geral.

Para Ballou (2010), os suprimentos comprados podem representar até 60% do valor de um determinado material, ou seja, cada *saving* (economia na compra) obtido por menor que seja, pode representar um impacto bem maior no lucro final do que outros procedimentos realizados em outras áreas, o que também pode ser chamado de princípio de alavancagem.

Além disso, a área de compras tem grande influência no planejamento de estoque. Para Martins e Alt (2009), compete a área de compras a observação dos níveis de estoque, pois embora altos níveis possam significar poucos problemas com a produção, eles acarretam em grandes custos de manutenção. Entretanto, baixos níveis de estoque podem fazer com que a empresa trabalhe em um limiar arriscado, porque quaisquer detalhes ou eventualidades podem prejudicar ou interromper o processo produtivo. Nesse contexto, a empresa pode enfrentar reclamações de clientes e ter que manter altos níveis de estoques intermediários, gerados por pausas e interrupções no processo produtivo.

Por este motivo, precisamos de um trabalho em conjunto de planejamento de estoque com a equipe de compras, pois é necessário desenvolver uma gama forte de fornecedores confiáveis onde haverá a entrega dos materiais dentro do prazo, para isso a qualificação destes deve ser rigorosa.

Vemos, portanto, a necessidade da sinergia entre o setor de planejamento de estoque com a equipe de compras visto o alto volume monetário que movimenta estes setores e dada a capacidade de negociação mais benéfica à empresa quando há um planejamento adequado da demanda, através da realização de contratos.

As áreas responsáveis por Compras devem considerar nas suas contratações a melhor equação de valor para a empresa. Para tal, deve considerar o impacto do *Lead Time* (prazo de entrega) nos estoques, bem como o histórico de atrasos dos fornecedores avaliados, no momento da realização de um contrato.

## 2.4 Planejamento de Estoque

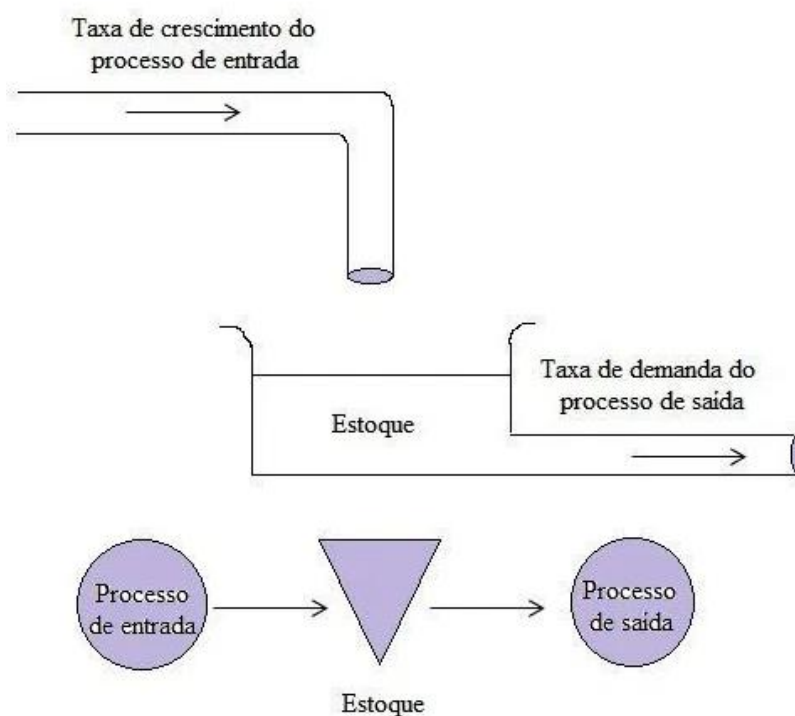
Enquanto o estudo era produzido, foi necessário realizar um estudo histórico, a fim de entender melhor a história do planejamento de estoque, além de compreender como se iniciou esse processo, quem foi a primeira pessoa que teve essa sabedoria para colocar em prática a gestão dos recursos.

Para verificação dos fatos coletamos dados de um dos livros mais antigos da humanidade, a Bíblia Sagrada. Nela há uma história que retrata um grande exemplo para a gestão de estoque. Onde José, soube que haveria em seu país, 7 anos de colheita abundante e 7 anos de escassez. A partir dessa informação ele planeja (não é detalhado como) a gestão desses recursos, e nos anos de escassez que os povos ficam sem alimento, eles vão até o Egito comprar esses alimentos com preço mais elevado. Até que um momento os outros povos se rendem ao Egito para servi-los (BÍBLIA, 2012).

Trazendo essa história para o ramo organizacional, vemos que é importante estar preparados para os momentos de escassez e não se deixar levar pelos bons momentos. Enquanto as empresas utilizam os recursos sem sabedoria quebram, empresas que têm melhor comunicação interna estão informadas quanto aos acontecimentos externos e tem uma equipe estruturada para planejar a gestão prosperam.

Mas afinal, o que é estoque? Para Krajewski (2008), o estoque é uma reserva de materiais utilizada para satisfazer a demanda do cliente ou para sustentar a produção de bens ou serviços, como num reservatório de água, onde a entrada e saída que devem ser geridos a fim de que não falte água, conforme Figura 3 abaixo:

Figura 3 - Tanque de Água



Fonte: Slack (2002, p. 383)

Conseguimos ver a sua necessidade a partir da variabilidade da demanda. Como ela não é exata e varia mesmo em materiais que tem um consumo padrão, o estoque é necessário a fim de evitar a falta de material na operação da empresa e para compensar a diferença entre o ritmo de fornecimento e entrada de materiais (SLACK, 2002).

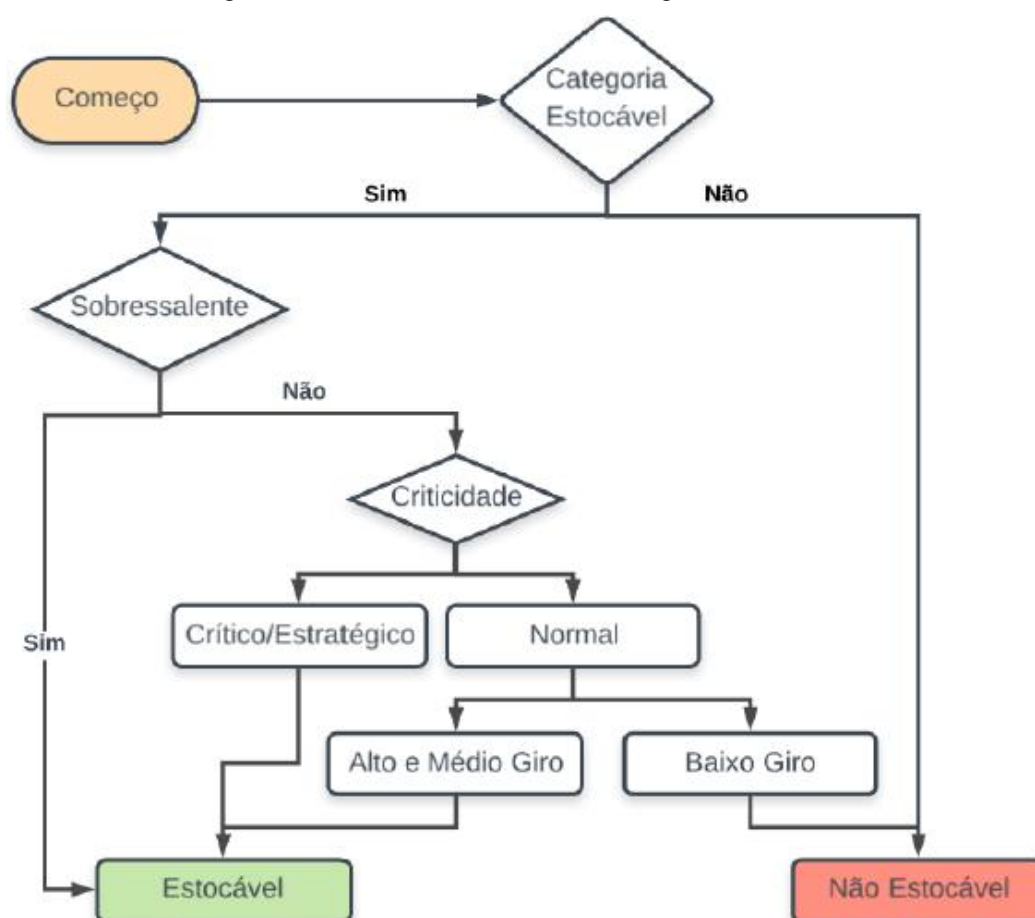
Devemos entender os custos que temos no ato da criação de requisição de compra dos materiais, pois auxilia no momento da gestão do estoque. Estes custos podem ser de armazenagem, quando temos itens em estoque, de falta de estoque, quando não temos itens em estoque, de obsolescência, quando matemos níveis tão altos em estoque que temos itens que extrapolam a data de validade (SLACK, 2002).

Entendendo que manter os materiais em estoque nos traz custos e sabendo que quanto maior for o estoque, menor será o capital de giro que possibilita novos investimentos, a empresa deve se manter alerta também na redução excessiva do estoque a fim de evitar o não atendimento da demanda dos clientes, a fim da manutenção de um equilíbrio no estoque e manutenção de altos níveis de atendimentos ao cliente final.

### 2.4.1 Decisão de Estocagem de material

A inclusão de um item no estoque da empresa deve ser solicitada pela área responsável diretamente à área responsável pela Engenharia de acordo com a categoria do material. O item será classificado como “Estocável” pela área responsável pelo Planejamento de Estoques usando como direcionador a Figura 4, Árvore de Decisão de Estocagem abaixo:

Figura 4 - Árvore de decisão de estocagem de materiais



Fonte: Documento de Instrução Normativa, 2018.

São exemplos de Categorias “Não Estocáveis”: materiais de escritório, materiais de limpeza e higiene e utensílios, alimentos, materiais que exijam controle e/ou armazenagem específica não atendida pela área responsável pela Logística (reagentes químicos, explosivos, etc.), equipamentos de informática, materiais básicos de construção civil, equipamentos de combate a incêndio (mangueiras, extintores, etc.), eletrodomésticos, entre outros.

Os materiais podem ser separados como operacional e sobressalentes. Onde os operacionais atendem as demandas rotineiras geradas pelos processos de manutenção, emergência e expansão de redes, combate a perdas, ligação e corte de clientes e a sua reposição é definida em função do consumo histórico buscando o nível de atendimento esperado para o item.

Já os materiais sobressalentes têm a sua reposição de partes de equipamentos ou estruturas componentes do sistema da empresa, geralmente possui demanda baixa e aleatória. Atende áreas de campo, que lidam com a atividade fim da empresa e a estratégia de reposição é definida em conjunto com o responsável pela operação do material.

#### **2.4.2 Estoque Central e periférico**

A logística pode separar o seu Estoque físico em duas frentes:

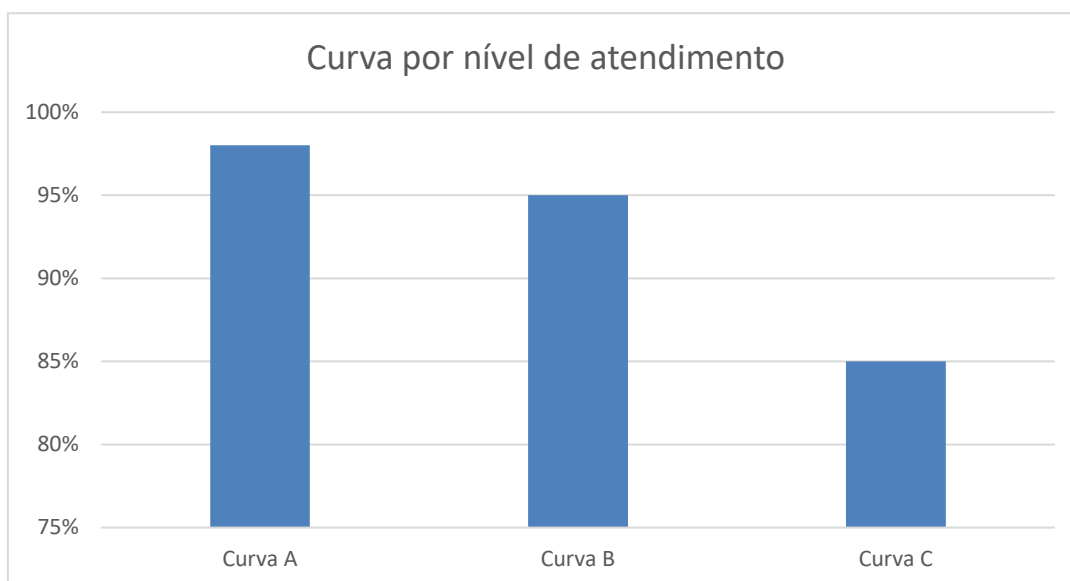
(a) O Estoque Central que tem como objetivo receber todos os materiais entregues à empresa solicitante e centralizar o recebimento dos materiais estocáveis. Ele é reabastecido através de pedidos da área responsável pelo Planejamento de Estoques junto aos fornecedores.

(b) Os Estoques Periféricos, que são alocados junto às operações da empresa, seja por equipes próprias ou contratadas e tem a finalidade de abastecer as equipes que estão em campo, são necessários dependendo do tamanho da empresa e abrangência da área de atuação. Eles são reabastecidos através de transferência de material a partir do estoque central.

#### **2.4.3 Criticidade do Estoque**

A classificação de criticidade dos materiais busca adequar os níveis de estoque com o nível de atendimento de acordo com a segurança operacional de cada material. Podemos definir a criticidade de acordo com a importância estratégica do material no estoque e pela disponibilidade do material no mercado fornecedor, para isso utilizamos a curva ABC, que é explicada abaixo. Os estoques de segurança da empresa são parametrizados em função desta classificação que define os seguintes níveis de serviço (disponibilidade de estoque):

Gráfico 1 – Curva por nível de atendimento



Fonte: Do autor (2019).

É importante que haja estoque para atender um nível de serviço esperado pelo item. Por exemplo, para um item de Curva B, 5% das demandas históricas deste material (picos de demanda) não serão atendidos em sua totalidade pelo estoque.

#### 2.4.4 Demanda Independente e Dependente

Os diferentes tipos de demanda que podem ser definidos em dependentes e independentes, conforme Slack (2002) são citados abaixo:

A demanda dependente tem o seu consumo atrelado à outra atividade da empresa. Seja por exemplo um pneu está atrelado ao consumo de um carro, é possível prever a partir da necessidade de carros a demanda dos pneus, logo, é uma demanda com previsão mais fácil de ser realizada com base em outros fatores.

Já a demanda independente, como o nome já diz, não está atrelada a nenhum outro processo da empresa, logo é mais complexa a sua previsão. Não temos como prever de acordo com outros materiais a sua solicitação pela área demandante. Por este motivo de imprevisibilidade trabalharemos com ela neste trabalho, a fim de adequar um método a previsão deste tipo de material.

Vale salientar também que independentemente do tipo de demanda nós teremos picos de demanda, que são consumos não compatíveis com o consumo histórico. Para evitar a quebra do estoque, as áreas que estão ligadas com a atividade de campo devem buscar antecipar à área responsável pelo Planejamento de Estoque estes eventos de modo a não prejudicar as operações de rotina (em especial as atividades de emergência).

## **2.5 Curva ABC**

A área de suprimentos lida com milhares de materiais, de acordo com o tamanho da companhia. Manter a atenção em todos os materiais pode ser muito desgastante para o setor visto que devida a quantidade seriam necessárias horas de trabalho do empregado para a gestão de estoque de itens que são pouco representativos no capital de giro da empresa.

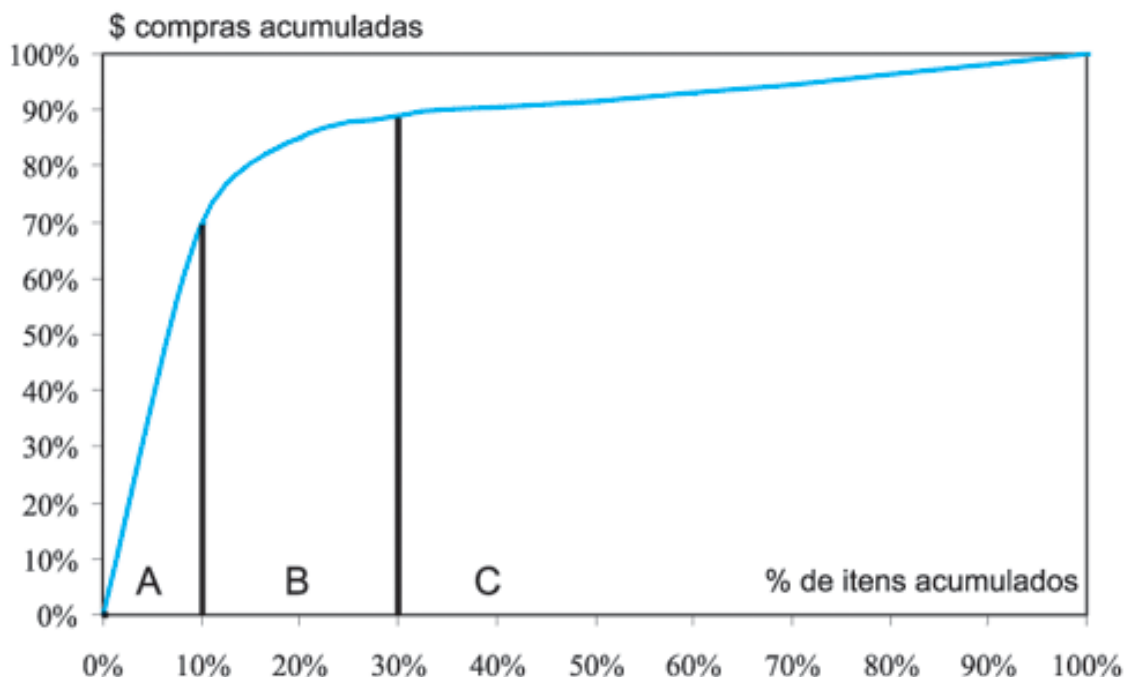
Francischini e Gurgel (2002, p. 107), afirmam que:

Se fosse analisar com a profundidade necessária todos os itens em estoque, o analista teria pela frente talvez milhares de produtos. Mesmo com a ajuda de informática, o trabalho levaria meses para ser concluído e, normalmente, a resposta precisa ser dada em curto intervalo de tempo. Então, torna-se necessário um método de priorização para facilitar a análise, uma vez que devemos nos concentrar naqueles itens que nos trarão maiores benefícios na direção do nosso objetivo.

A necessidade da classificação ABC surgiu após a percepção de que a maior parte das vendas ou utilização do produto de uma determinada empresa, equivale em média a 10% dos materiais dessa empresa. Ou seja, em uma pequena parcela de materiais há todo o capital da empresa investido em materiais. Esse método de gestão dividindo os materiais em classe, de acordo com o seu valor em estoque, inicialmente era conhecida como Lei de Pareto, agora é denominada Curva ABC, conforme Figura 5 abaixo (BALLOU, 2010).



Figura 5 - Curva ABC



Fonte: Rosa, Sellitto e Mendes (2006, p.7)

Em Moreira (2011), vemos que a Classificação ABC é o produto do Preço Médio Móvel (PMM), que é a média em valor do item, vezes a quantidade do material em estoque, representando financeiramente o item relacionado ao consumo total da Companhia, assim de forma mais detalhada:

Podemos ver que na Curva A, estão os itens com maior representatividade financeira (70% do consumo de materiais no estoque em valor), é onde a curva tem maior acentuação devido à grande valoração destes materiais. São materiais estratégicos para a companhia, devido a sua criticidade.

Nos itens da Curva B, podemos ver uma representatividade financeira intermediária (20% do consumo de materiais no estoque em valor), também são materiais que demandam atenção, porém não como os itens de Curva A.

Já os itens de Curva C, são materiais com baixa representatividade financeira (10% do consumo de materiais no estoque em valor), devem ser controlados com menos rigor que os demais, podendo inclusive, ter uma quantidade maior em estoque a fim de evitar falta destes materiais e impactos na meta com materiais que não afetam o capital de giro da empresa.

## 2.6 Definições de Reposição de Estoque

A definição dos parâmetros de reposição e níveis de estoque é realizada pelo planejador de estoque com base no histórico de consumo dos materiais, verificando a sua classificação na série temporal, e nas informações dos usuários antecipando variações significativas de consumo.

É importante que a empresa mantenha um histórico de consumo porque assim é possível que a companhia consiga prever a sua demanda futura, a partir do seu comportamento histórico de consumo.

Para estimar o consumo médio devem ser considerados os seguintes fatores:

- a) Consumos históricos em função do comportamento mensal e das médias de utilização;
- b) Impacto da sazonalidade;
- c) Tendências de consumo;
- d) Informações e estudos desenvolvidos pela área responsável pela Engenharia, sobre a expectativa de consumo e forma de utilização do material (em especial para itens novos, sem histórico de consumo);
- e) Informações relacionadas às estratégias adotadas pela empresa.

Com essa demanda histórica é possível a realização da Média Simples (MS), onde é utilizado o histórico de consumo do material, dividido pelos meses de consumo, conforme abaixo.

$$P_{t+1} = \frac{\sum C}{N}$$

Onde,

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

$\sum C$ : Valor real apresentado no período t;

N: Número de períodos no histórico de vendas.

(Wanke, 2010)

## 2.7 Padrões de Demanda

Existem diversos tipos de previsão de demanda que podem ser qualitativos ou quantitativos. Neste estudo trabalharemos somente com métodos quantitativos visto

que a empresa estudada dispõe de diversas séries e históricos que nos auxiliam na análise dos resultados.

A previsão quantitativa nada mais precisa do que um consumo histórico do item que possibilite previsões futuras. E dentro desse perfil nós podemos verificar variados padrões de demanda. Conforme Krajewski (2009), temos 5 modelos diferentes, dos quais vamos nos aprofundar em 3, sendo ele horizontal, sazonal ou aleatório, conforme a seguir:

Essa variação pode ser horizontal, comportamento que não há grandes alterações, a demanda permanece em torno de uma média constante. Padrão de consumo mais simples de ser previsto visto que não há grandes surpresas na demanda do material.

Demanda sazonal, tem um padrão de elevação no consumo de acordo com a época do ano, mês ou data. Deve ter um modelo de previsão diferenciado e a média histórica de utilização do material pode auxiliar nos anos posteriores pois o padrão de consumo se repete.

Temos também a demanda aleatória que por sua vez não há um padrão. Nela há a flutuação sem uma previsibilidade da sua demanda.

## **2.8 Métodos de Previsão de demanda**

Nos seguintes tópicos vamos ver os métodos de previsão de demanda.

### **2.8.1 Método da Média Móvel**

Este método se chama de método da média móvel, e consiste em uma média simples de todas as vendas efetuadas do produto como método de previsão para o período posterior e cada novo período é acrescentado ao cálculo.

Este método tem algumas limitações quando precisa ser implementado, mas é um método de simples utilização. A seguir são citadas algumas das limitações para a sua implantação:

- É necessário ter grandes quantidades de dados;
- Independente dos valores, antigos ou novos, ambos têm a mesma importância;

- Comportamentos dos consumidores nem sempre são comuns, assim, picos de compras, vão interferir no cálculo.

Segue abaixo no Quadro 1, um exemplo da média móvel de três períodos anteriores de uma empresa fictícia:

Tabela 1- Média móvel

Período	Demanda	Média Móvel	Fórmula
1	4		
2	7	4	=B2 / A1
3	2	5,5	=(B3+B2) / A2
4	6	4,3	=(B4+B3+B2) / A3
5	9	4,8	=(B5+B4+B3+B2) / A4
6	4	5,6	=(B6+B5+B4+B3+B2) / A5

Fonte: Adaptado de Wanke (2010, p. 42)

É importante ressaltar que esta técnica não deve ser utilizada para previsão de demanda de materiais com demandas sazonais ou aleatórias, assim ela fica mais restrita a utilização em materiais com demanda horizontal.

### 2.8.2 Método da Média Móvel Simples

Na Média móvel simples (MMS) temos uma pequena diferença com relação a Média móvel, pois nela, descartamos os valores antigos, incluindo somente o período que decidirmos como o ideal para a previsão do material. A seguir no Quadro 2, incluiremos um exemplo de uma média móvel simples para 3 meses para esta empresa fictícia.

Tabela 2 - Média móvel simples

Período	Demanda	Média Móvel	Fórmula
1	4		
2	7	4	=B2 / A1
3	2	5,5	=(B3+B2) / A2
4	6	4,3	=(B4+B3+B2) / A3
5	9	5,0	=(B5+B4+B3) / A3

6	4	5,7	=(B6+B5+B4) / A3
7	10	6,3	=(B7+B6+B5) / A3
8	4	7,7	=(B8+B7+B6) / A3
9	8	6,0	=(B9+B8+B7) / A3
10	7	7,3	=(B10+B9+B8) / A3
11	3	6,3	=(B11+B10+B9) / A3

Fonte: Adaptado de Wanke (2010, p. 42)

É importante verificar que, independente dos valores inseridos, o peso atribuído se mantém, mantendo a uniformidade na análise dos dados. É notável que de acordo com o período de análise da média móvel simples, a inclusão de novos valores acarretará em grandes mudanças, podendo ser de 12 meses ou até 3 meses como foi no exemplo acima. Podemos ver que a grande variação nesse tipo de análise consiste em escolher a quantidade de meses a ser analisada.

## 2.9 Estoque Mínimo

O Estoque de Segurança ou Estoque mínimo é definido através de modelo estatístico que busca absorver flutuações de demanda durante o tempo de espera pela entrega dos pedidos dos fornecedores. Como a demanda varia a cada dia, a demanda durante o período de espera também pode variar. Se essa variação foi acima da média, o estoque de segurança será o responsável por evitar quebras de estoque até que a próxima entrega seja realizada. Os estoques de segurança existem por causa das incertezas da demanda e do *lead time* de fornecimento.

Segundo Ballou (2001), se a demanda fosse determinística e a reposição fosse instantânea, não haveria a necessidade desse tipo de estoque. O estoque de segurança é calculado com base no nível de atendimento que foi estabelecido em função da criticidade do item para o atendimento às operações.

$$Es = K x \sigma x \sqrt{L}$$

Onde,

Es = Estoque de Segurança

k = Fator de nível de serviço

$\sigma$  = Desvio Padrão do Consumo

$\sqrt{L}$  = Lead Time  
(Wanke, 2010)

Lembrando que o Fator de Nível de Serviço é calculado pelo inverso da curva normal para o nível de atendimento esperado que está de acordo com a Curva do material, seja ela A, B ou C. No Excel se usa a fórmula =INV.NORMP.N(Nível de Atendimento%).

### 2.9.1 Estoque Alvo

Para o cálculo do Estoque Alvo ou Estoque Máximo, precisamos que o Desvio Padrão e o *Lead Time* devem ser calculados na mesma base de tempo, em geral, meses. Buscando otimizar o valor do estoque da empresa, esse sistema é adotado para as Curvas A e B que representam 90% do valor do estoque.

$$E = D(T + L) + Es$$

Onde,

E = Estoque alvo

D = Demanda

T = Intervalo de Reposição

L = Lead Time

Es = Estoque de Segurança

(Wanke, 2010)

O Consumo Médio, o Intervalo de Reposição e o *Lead Time* devem ser calculados na mesma base de tempo, em geral, meses e o tamanho do pedido deve ser calculado pela diferença entre o Estoque Alvo e o Estoque Atual.

### 2.9.2 Ponto de Ressuprimento

Este tempo é de grande importância para que não haja falta de produtos. É definido através da percepção de que um determinado produto precisa de reposição e vai até o ponto da disponibilidade do produto em estoque. Abaixo são descritos alguns procedimentos que precisam de certos cuidados para serem cumpridos. E então esse tempo é a soma de todas as etapas descritas abaixo:

- Verificar a necessidade de compra;
- A área de compras precisa ser informada sobre a necessidade de compras;
- Entrar em contato com os fornecedores para cotação de preço;
- O pedido de compra precisa ser emitido;
- O fornecedor precisa cumprir o prazo para entrega;
- Verificar como será feito o transporte do produto.

A principal característica do sistema de revisão contínua de estoques, adotados geralmente para itens de Curva C, que tem menor impacto na empresa, devido a sua baixa valoração, é que os níveis de estoque são verificados continuamente através de MRP (*Material Requirement Planning*).

$$Pr = D \times L + Es$$

Onde,

Pr = Ponto de Ressuprimento

D = Demanda

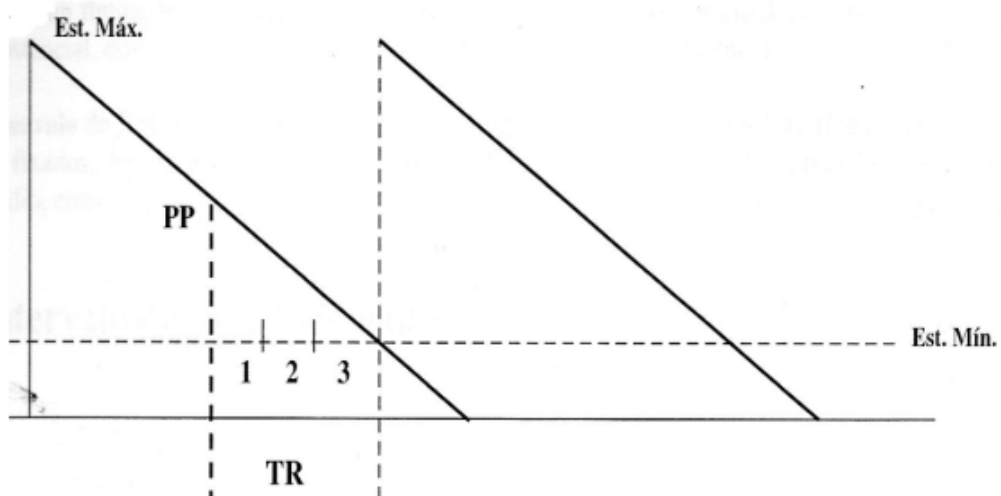
L = Lead Time

Es = Estoque Alvo

(Wanke, 2010)

Conforme podemos ver de forma mais explícita na Figura 6, ponto de ressuprimento:

Figura 6 - Ponto de Ressuprimento.



Fonte: Wanke (2010, p. 85)

Porém, não aprofundaremos o assunto visto que somente trataremos de casos de materiais com Curva A, onde não é utilizado este método.

## 2.10 Métodos de Previsão de Erro

Temos diversos métodos para a previsão de erros na demanda de um material. Eles são necessários, pois através deles é possível a seleção do melhor método para a compra dos materiais selecionando o método com menor erro calculado. Vale ressaltar que os erros podem ser tanto para menos quanto para mais que o previsto como *Mean Absolute Deviation (MAD)*, *Mean Percentual Error (MPE)* e *Mean Absolute Percentual Error (MAPE)*. (WANKE, 2010)

### 2.10.1 Previsão de Erro – *Mean Absolute Deviation*(MAD)

Esta previsão tem como objetivo calcular o erro médio absoluto, sendo que ele é importante para a previsão de erro pois seu método não permite que o erro de previsão negativa anule o erro de previsão positiva, demonstrado pela barra, como se não houvesse erro.

$$MAD = \sum_{i=1}^n \frac{|R - P|}{n}$$

Onde,

R = Consumo

P = Previsão

n = Período

(Wanke, 2010)

### 2.10.2 Previsão de Erro - *Mean Percentage Error* (MPE)

Através deste método podemos ver em percentual o erro da previsão de demanda. Porém nele não há a distinção relacionada ao erro da previsão ser maior ou menor, conseguimos ver de forma direta o erro na previsão em caso positivo ou negativo. É esperado que o seu valor seja próximo de zero a fim de evidenciar uma previsão de demanda correta.



$$MPE = \sum_{i=1}^n \frac{(R - P)}{n}$$

Onde,

R = Consumo

P = Previsão

n = Período

(Wanke, 2010)

### **2.10.3 Previsão de Erro - Mean Absolute Percentage Erro (MAPE)**

Na MAPE, podemos ver assim como na MPE um percentual de erro na previsão de demanda, porém nela não há a distinção de valores negativos ou positivos, pois nela temos um resultado absoluto, o que nos auxilia a verificar o erro na demanda sem a anulação dos valores entre si.

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|R - P|}{R}$$

Onde,

R = Consumo

P = Previsão

n = Período

(Wanke, 2010)

### 3. ESTUDO DE CASO

Neste trabalho, estamos estudando uma empresa de fornecimento e geração de energia elétrica que se situa no estado do Rio de Janeiro, estado esse que tem grande representatividade no cenário nacional e internacional visto seus famosos pontos turísticos. O Rio de Janeiro tem aproximadamente 17,2 milhões de habitantes e é um dos estados com maior número de consumo de energia elétrica no país. (EPE, 2019)

A empresa está se modernizando e buscando um destaque no cenário nacional, por isso tem investido em tecnologia e em novas formas de captação de recursos e retenção de gastos.

Temos o foco na área de suprimentos, mais específico na área de planejamento de estoques. A empresa adotou um recente direcionamento para o setor, onde os materiais são separados os materiais por grupos de mercadorias. A fim de facilitar o processo de compras, são ordenados através da curva ABC a fim de se ter uma melhor gestão sobre os materiais que são mais valiosos para a empresa. São também definidos os materiais estratégicos que por sua vez impactam diretamente no fornecimento de energia.

Na companhia há o cadastro de mais de 10.000 itens, porém deste número, somente 1.671 têm sua gestão realizada pelo setor de planejamento de estoques, os outros materiais são de aquisições pontuais e sua gestão é realizada pela área que necessita do item.

Dos materiais que são geridos pelo planejamento de estoques, notamos que não há verificação de erro do planejamento de demanda. Por este motivo, o objetivo deste trabalho é realizar esta análise, onde verificaremos se as requisições de compra destes materiais estão de acordo com a sua demanda, a fim de evitar um valor de estoque alto, limitando assim o capital de giro da empresa.

Desses 1.671 itens que estão na política de estoques, selecionamos 3 materiais de acordo com o seu padrão de demanda, sendo, um material com demanda sazonal, outro com demanda horizontal e outro com demanda aleatória, pois como é a primeira vez que a empresa fará este tipo de avaliação, concluímos que seria mais viável a

primeira análise com cada tipo de demanda que foram identificadas como mais comum no estoque da empresa.

### 3.1 Curva ABC

A curva ABC, como dito anteriormente é a classificação através do produto da média de consumo pelo preço médio móvel, ordenado por ordem de grandeza, fizemos com base no percentual de 70, 20 e 10 pois é o utilizado pela empresa. Como a quantidade de itens é grande, optamos por explicitar no Quadro 3 abaixo a curva ABC com foco nos grupos de materiais, identificando os grupos de mercadoria que vamos utilizar em nosso estudo.

Tabela 3 - Curva ABC definida por grupo de materiais.

Curva ABC	Materiais	Curva ABC	Materiais
<b>A</b>	<b>51</b>	Chaves	
Chaves Seccionadoras	4	Seccionadoras	22
<b>Condutores Elétricos</b>	<b>14</b>	Óleos	16
Conectores/Terminais	5	Condutores Elétricos	79
Armários	1	Conectores/Terminais	261
Disjuntores	2	Construção Civil	39
Medição Elétrica	5	Corrente	7
Isoladores Elétricos	2	Armários	25
Para-Raios	1	Disjuntores AT	15
<b>Postes e Cruzetas</b>	<b>7</b>	Disjuntores BT	12
<b>Transformadores</b>	<b>10</b>	Dispositivo de Fixação	97
<b>B</b>	<b>137</b>	Eletro dutos	15
Chaves Seccionadoras	4	Ferragens	131
Condutores Elétricos	25	Ferramenta Manual	3
Conectores/Terminais	26	Expansão de Rede	4
Construção Civil	1	Fusíveis	52
Corrente	1	Tubo de aterramento	2
Armários	6	Iluminação	11
Disjuntores AT	1	Medição Elétrica	108
Dispositivo de Fixação	4	Instrumentação	
Eletro dutos	1	Diversa	4
Ferragens	18	Interrup.Ch. Eletric	1
Fusíveis	1	Isoladores Elétricos	16
Tubo de aterramento	1	Material de	
Medição Elétrica	7	Identificação	39
Chaves Elétricas	1	Material de Isolamento	20
Isoladores Elétricos	2	Materiais Escritório	26
		Miscelânea	9
		Oficinas Manutenção	6
		Para-Raios	4

Material de Identificação	3	Postes e Cruzetas	20
Material de Isolamento	1	Mecânico	2
Materiais Escritório	1	Produtos Químicos	5
Oficinas Manutenção	1	Refrigeração	1
Postes e Cruzetas	5	Relés	5
Refrigeração	1	Segurança Pessoal	257
Segurança Pessoal	6	Sinalização	8
Sinalização	1	Telecomunicações	36
Transformadores	16	Transformador	46
Instrumentos	2	Instrumentos	50
Tubos	1	Tubos	7
<b>C</b>	<b>1483</b>	Válvulas	4
Convencional	9	Veículos Rodoviários	1
Bombas/Compressores	2	Vestuário	6
		<b>Total Geral</b>	<b>1671</b>

Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

Lembrando que nem todos os materiais que são do grupo de família estão na mesma linha da curva ABC. Temos materiais de mesma categoria que estão distribuídos entre as três faixas. Mais abaixo incluímos uma nova Tabela para exibir de maneira mais geral a Curva ABC com os materiais geridos pela equipe de planejamento de estoque.

Tabela 4 - Curva ABC da empresa

Curva ABC	Quantidade de Materiais	Valoração
A	51	70%
B	137	20%
C	1483	10%
<b>Total Geral</b>	<b>1671</b>	<b>100%</b>

Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

A curva ABC escolhida pela empresa é feita conforme a tabela anterior, onde, materiais que representam 70% do valor total de estoque da companhia, são considerados materiais de curva A, de 10% a 30% são considerados curva B e os 10% em valor de estoque é considerado curva C.

Desta forma, começamos pela escolha de itens de curva A, que são estratégicos visto a sua representatividade no valor de estoque da empresa. Além disso, optamos por selecionar os grupos de mercadorias com maior número de materiais na curva A, conforme demonstrado na Tabela 4. Dentre os materiais escolhidos, optamos por

selecionar os materiais que tem maior representatividade no setor elétrico, pois é o que a população vê no dia a dia, que são cabos, postes e transformadores.

Dentre esses três grupos de mercadorias, optamos pela escolha de um material de cada grupo, a fim de estudar de forma detalhada item a item para se obter resultados mais palpáveis.

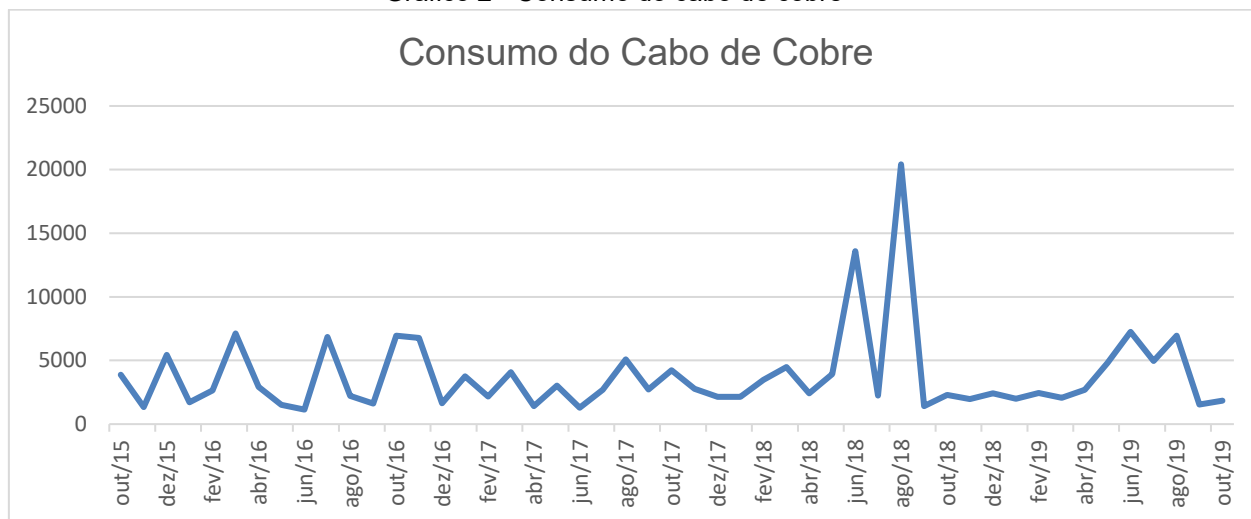
### 3.2 Métodos de Previsão de Demanda

Quanto maior é o período histórico disponibilizado para o estudo, é mais benéfico para a empresa, pois é possível identificar as variações de demanda e a partir disso identificar os padrões de demanda. Para isso conseguimos um histórico de 4 anos, a fim de obter uma média histórica mais assertiva.

Para a construção da média móvel simples, conforme descrito no item 2.8.2 deste estudo, precisamos do histórico de consumo e com base na média destes dados, nós projetamos o seu consumo futuro.

Abaixo, nos Gráficos 2, 3 e 4, Consumo do cabo de cobre, poste de concreto e transformador, respectivamente, listamos a curva de demanda de cada material ao longo desse período de 4 anos.

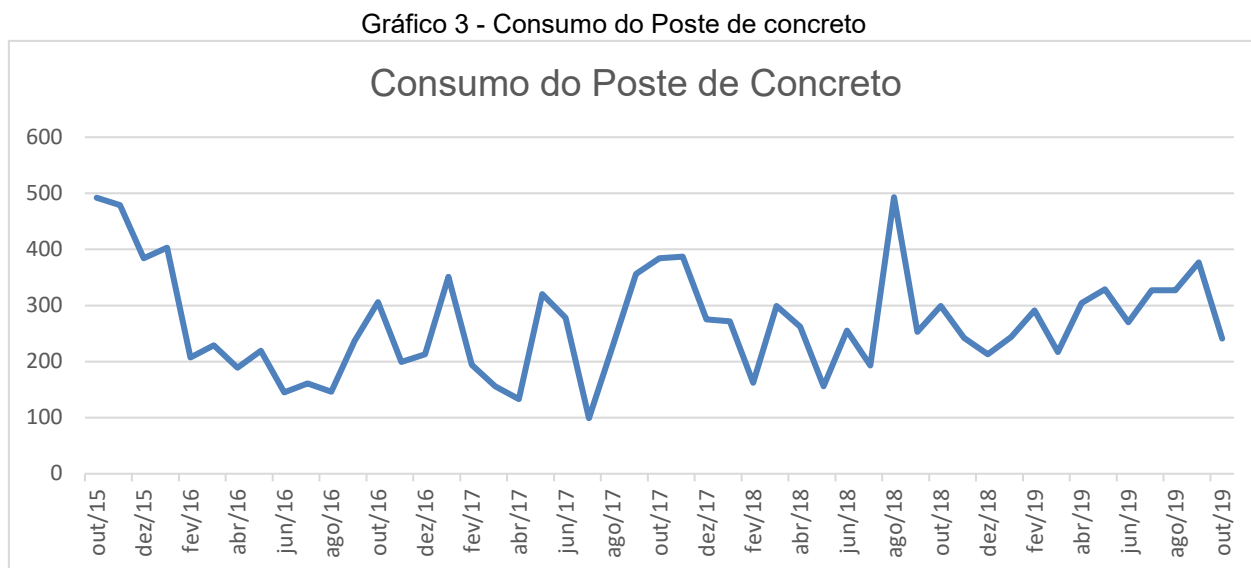
Gráfico 2 - Consumo do cabo de cobre



Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

Podemos concluir que através dessa demanda, com exceção dos meses de junho e agosto de 2018, os quais tiveram uma demanda específica de um projeto da empresa, vemos um consumo que não foge a uma média. A demanda do material flutua, porém

não há uma dispersão grande e com base no que foi explicitado acima este é um comportamento de demanda horizontal. Abaixo, no Gráfico 3, vemos o comportamento de outro material, poste de concreto.

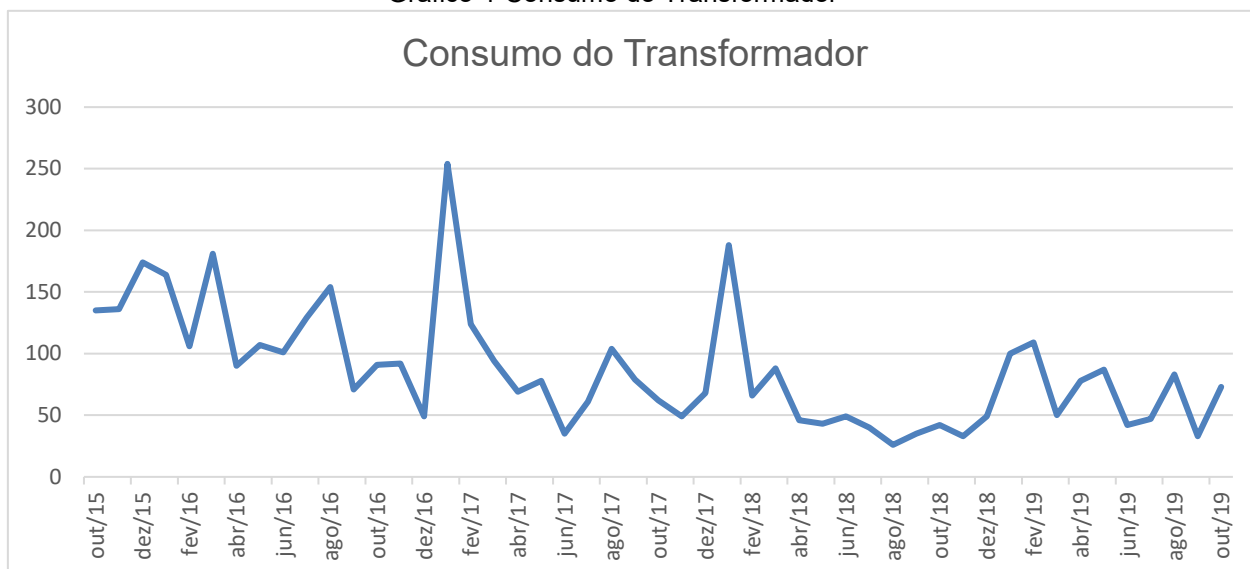


Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

Notamos que há uma grande variação no consumo de postes desta empresa no Gráfico 3, como a demanda do material não flutua sob uma média, podemos entender esta demanda como uma demanda aleatória. Onde há difícil previsão de demanda vista a sua variabilidade.

Já no consumo de Transformador, ilustrado no Gráfico 4, podemos ver outro tipo de comportamento.

Gráfico 4-Consumo do Transformador

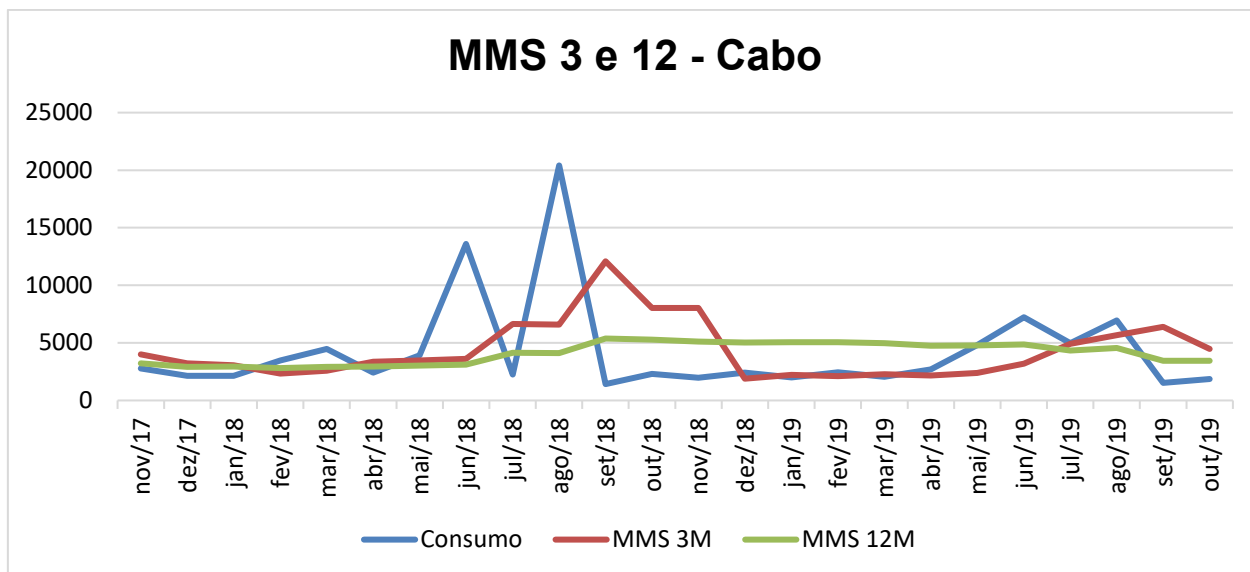


Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

Podemos verificar uma repetição na demanda deste material, nos meses de janeiro e fevereiro que é o final do verão, temos uma saída grande deste material, que se dá pela constante troca neste período visto que o consumo de energia elétrica é aumentado visto o forte calor que faz na região. A queda do consumo nos anos recentes deste material se dá pela utilização de outros transformadores que fazem uma função parecida, distribuindo assim o consumo entre eles.

Com base nestes dados, calculamos a Média Móvel Simples (MMS) dos itens para entender como é o seu consumo, a fim de verificar a quantidade a ser comprada. Optamos por utilizar somente os dois (2) últimos anos neste gráfico a fim de ficar mais fácil a visualização dos dados. No Gráfico 5 abaixo incluímos a Média Móvel Simples para 3 e para 12 meses a fim de verificar, com base no comportamento da demanda, qual a média mais assertiva para previsão de demanda de acordo com a Média Móvel Simples. Vale ressaltar que na empresa, a compra é baseada na média de 12 meses, sendo realizada independente da regularidade da demanda, ficando a Média Móvel Simples desta forma:

Gráfico 5 - Média Móvel Simples de 3 e 12 Meses, do material Cabo de Cobre.



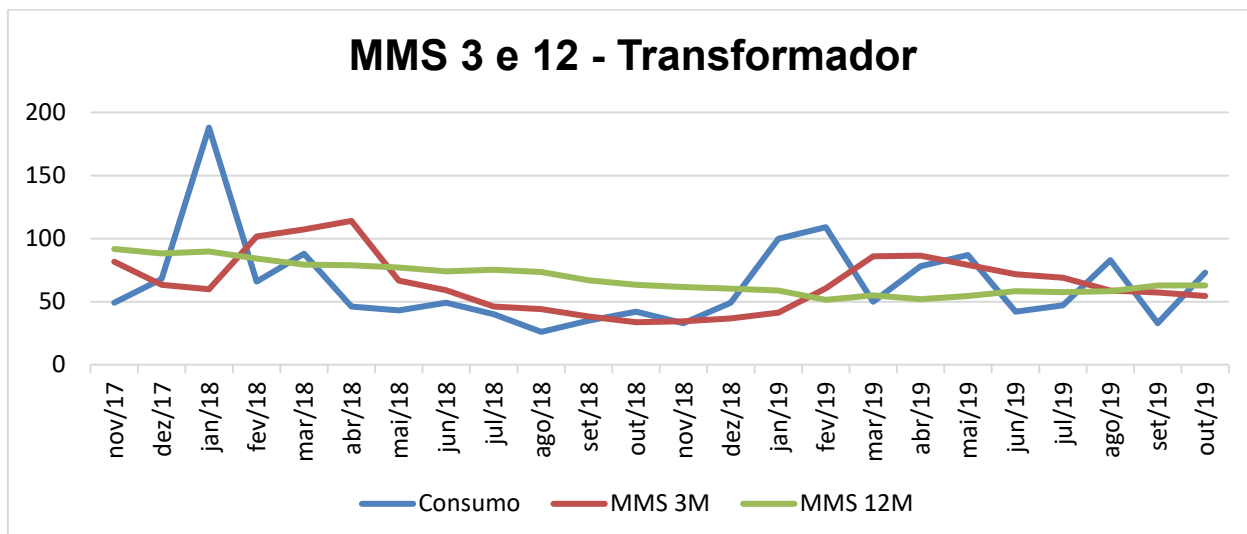
Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

Assim conseguimos ver através do Gráfico 5 que a MMS de 12 meses do item Cabo de Cobre consegue acompanhar o consumo horizontal desse material, porém no momento do pico de consumo não há uma variação de acordo com ela a fim de dar uma resposta a esta demanda, ao contrário de MMS de 3 meses.

Da mesma forma atuaremos com o material Transformador, com base no seu consumo, calculamos a Média Móvel Simples (MMS). Optamos por utilizar somente os dois (2) últimos anos neste gráfico a fim de ficar mais fácil a visualização dos dados. No Gráfico 6 abaixo incluímos a Média Móvel Simples para 3 e para 12 meses a fim de verificar, com base no comportamento da demanda, qual a média mais assertiva para previsão de demanda de acordo com a Média Móvel Simples. Vale ressaltar que para este item a compra também é baseada na média de 12 meses, sendo realizada independente da regularidade da demanda, ficando a Média Móvel Simples desta forma:

Gráfico 6 - Média Móvel Simples de 3 e 12 Meses, do material Transformador.



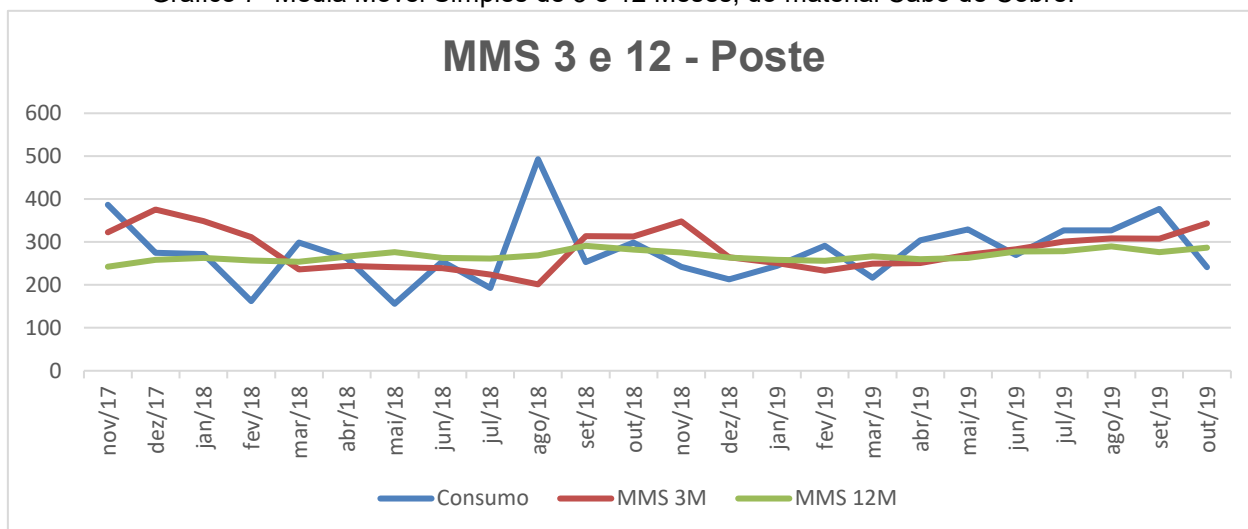


Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

No material sazonal, podemos ver um comportamento similar onde, no consumo de 12 meses, há um atendimento acima da demanda em muitos meses e nos picos de consumo não há alteração na sua previsão de demanda.

Da mesma forma atuaremos com o material Poste, com base no seu consumo, calculamos a Média Móvel Simples (MMS). Optamos por utilizar somente os dois (2) últimos anos neste gráfico a fim de ficar mais fácil a visualização dos dados. No Gráfico 6 abaixo incluímos a Média Móvel Simples para 3 e para 12 meses a fim de verificar, com base no comportamento da demanda, qual a média mais assertiva para previsão de demanda de acordo com a Média Móvel Simples. Vale ressaltar que para este item a compra também é baseada na média de 12 meses, sendo realizada independente da regularidade da demanda, ficando a Média Móvel Simples desta forma:

Gráfico 7- Média Móvel Simples de 3 e 12 Meses, do material Cabo de Cobre.



Fonte: Extraído de banco de dados da empresa, relatório Consumo Access, em novembro de 2019.

Mesmo com demandas diferenciadas, o tratamento na empresa para Ressuprimento de estoque é o mesmo, sendo medidos através de Média Móvel Simples (MMS) e com base no histórico de média de 12 meses. O que pode acarretar em falta de estoque, visto que cada material tem a sua peculiaridade, como vimos.

Vamos, através da utilização de métodos de verificação de erro, identificar qual é o melhor método de previsão de demanda para os mais variados tipos de demanda.

## 4. RESULTADOS

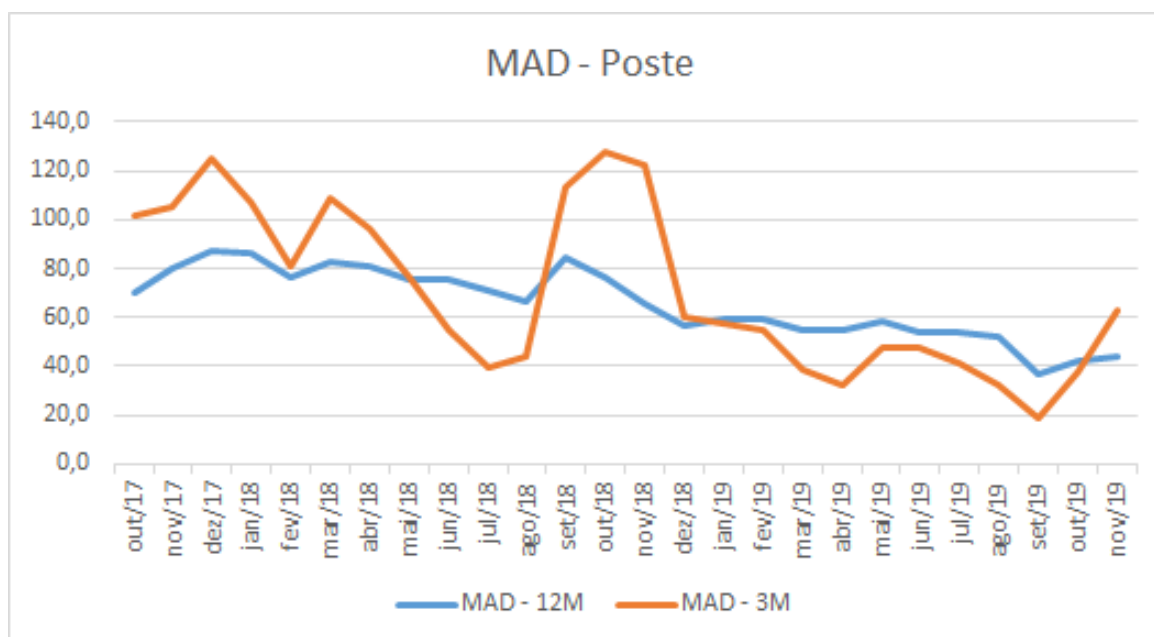
Após a coleta dos dados, verificação do tipo de demanda e cálculo dos MMS de 3 e 12 meses, podemos verificar qual é o método que melhor atende aos variados tipos de demanda de acordo com os métodos de verificação de erro que temos.

### 4.1. Validação dos resultados

Iniciamos pela correlação dos erros em cada material a fim de verificarmos qual é o método mais assertivo para a previsão dos materiais de acordo com a sua demanda.

No Gráfico 8 podemos visualizar verificação do MAD no item Poste para os anos de outubro de 2017 a novembro de 2019.

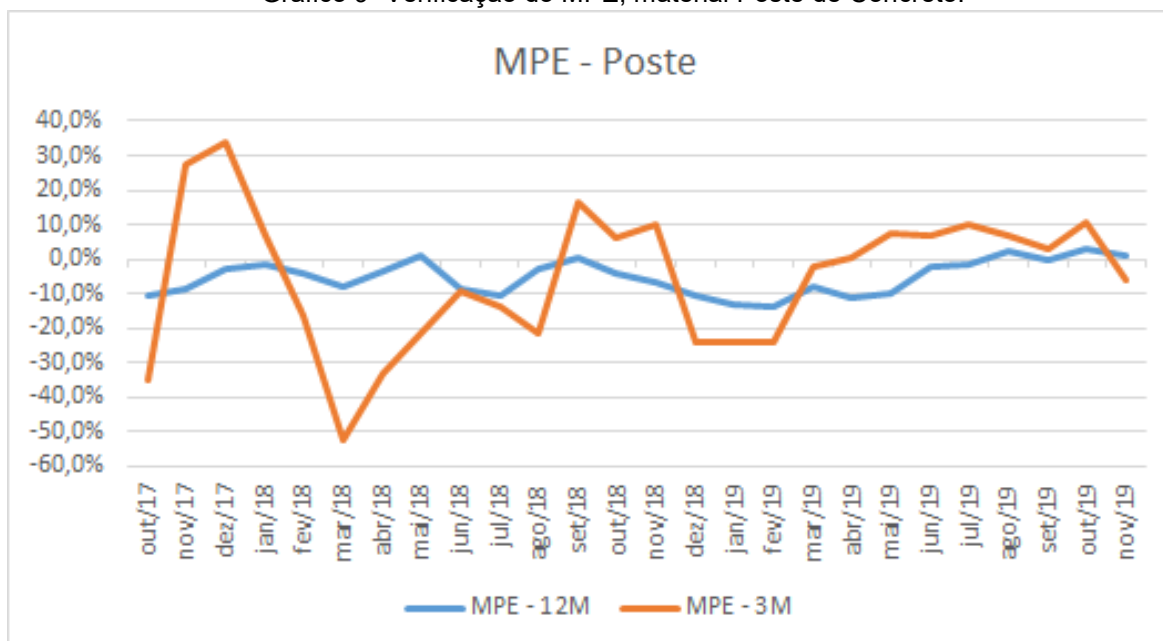
Gráfico 8 -Verificação do MAD, material Poste de Concreto.



Fonte: Do autor (2019).

No Gráfico 9 podemos visualizar a verificação do MPE no item Poste para os anos de outubro de 2017 a novembro de 2019.

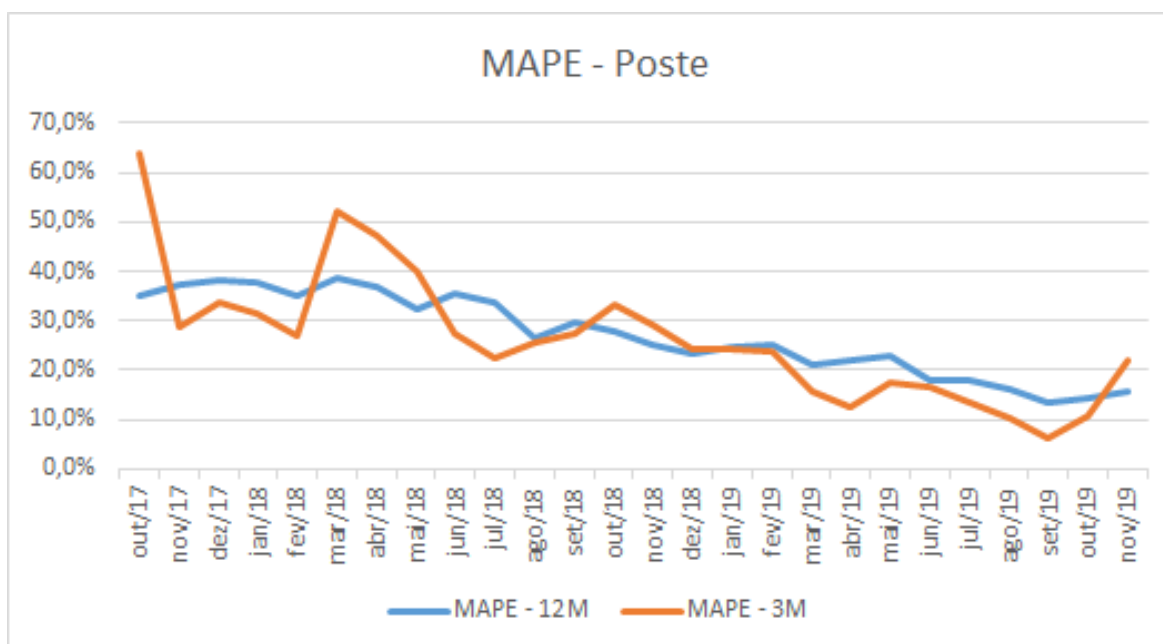
Gráfico 9 -Verificação do MPE, material Poste de Concreto.



Fonte: Do autor (2019).

No Gráfico 10 podemos visualizar verificação do MAPE no item Poste para os dois últimos anos.

Gráfico 10-Verificação do MAPE, material Poste de Concreto.



Fonte: Do autor (2019).

E por fim, fazemos o Quadro 5 que apresenta a acurácia dos resultados a fim de evidenciar o que vimos através dos gráficos.

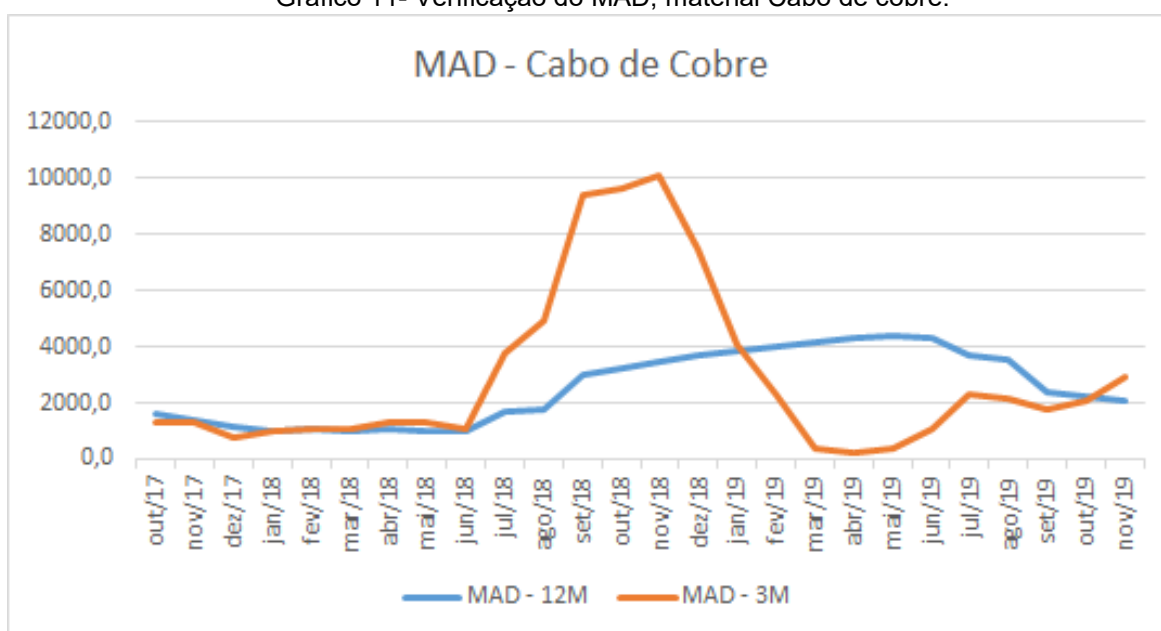
Tabela 5 - Acurácia das Previsões de Erro do Poste de Concreto

<b>Acurácia</b>	<b>MAD</b>	<b>MPE</b>	<b>MAPE</b>
MMS - 12M	65,70	-5,21%	27,13%
MMS - 3M	70,72	-5,26%	26,42%

Fonte: Do autor (2019).

Agora analisamos o Cabo de Cobre, material com demanda horizontal. No Gráfico 11 podemos visualizar verificação do MAD no item Cabo de Cobre para os anos de outubro de 2017 a novembro de 2019.

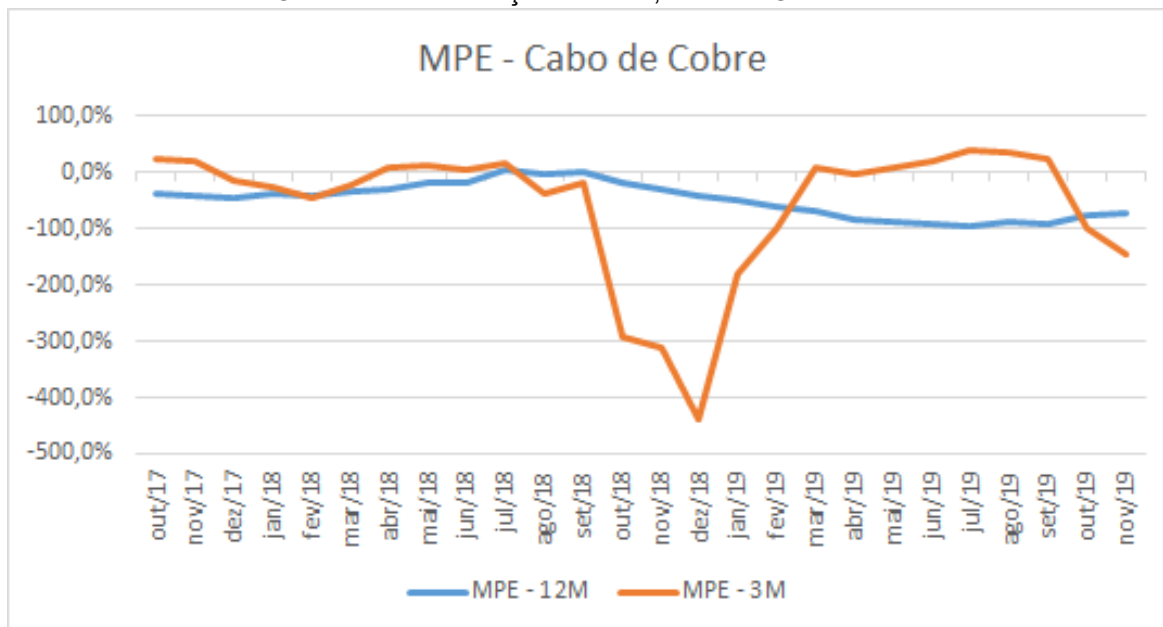
Gráfico 11- Verificação do MAD, material Cabo de cobre.



Fonte: Do autor (2019).

No Gráfico 12 podemos visualizar verificação do MPE no item Cabo de Cobre para o período de outubro de 2017 a novembro de 2019.

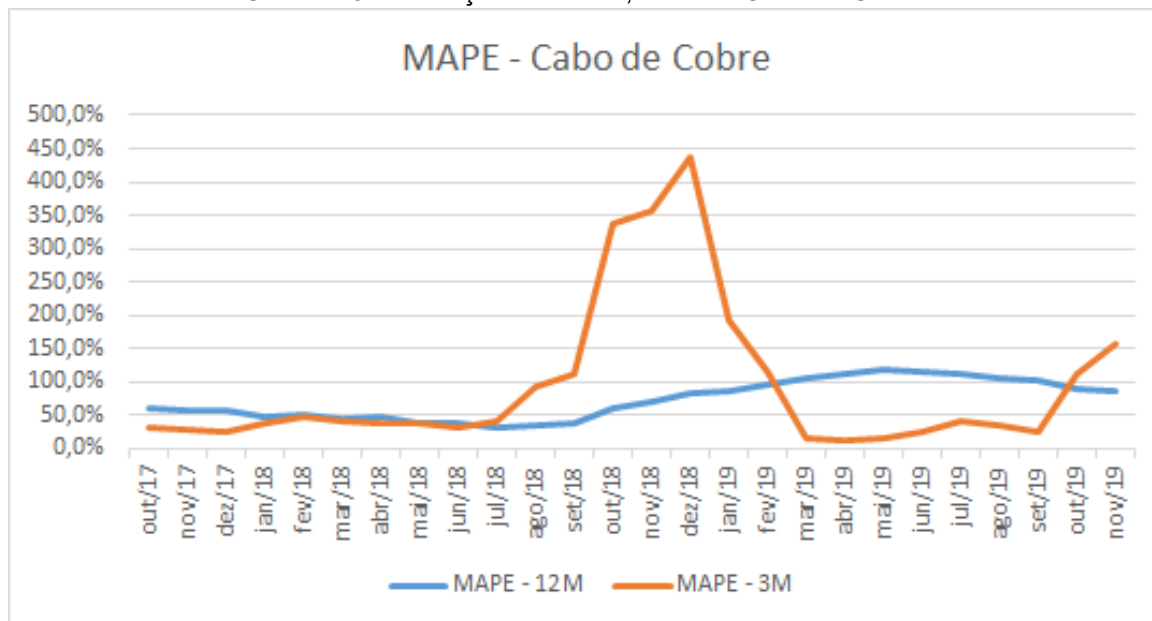
Gráfico 12 - Verificação do MPE, material Cabo de cobre.



Fonte: Do autor (2019).

No Gráfico 13, podemos visualizar verificação do MAPE no item Cabo de Cobre para o período entre outubro de 2017 a novembro de 2019.

Gráfico 13-Verificação do MAPE, material Cabo de Cobre.



Fonte: Do autor (2019).

E por fim fazemos da mesma forma com o Cabo afim de evidenciar as previsões de erro que vimos através dos gráficos.

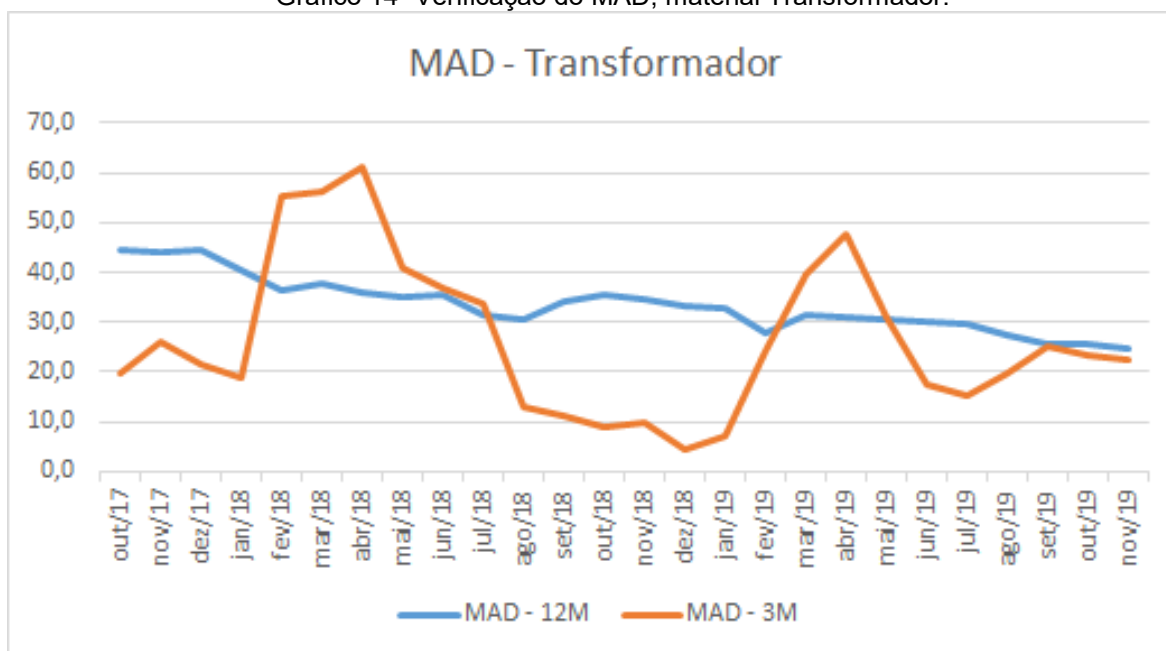
Tabela 6- Acurácia das Previsões de Erro do Cabo de Cobre

<b>Acurácia</b>	<b>MAD</b>	<b>MPE</b>	<b>MAPE</b>
MMS - 12M	2540,73	-47,70%	73,26%
MMS - 3M	2893,33	-57,83%	94,03%

Fonte: Do autor (2019).

E agora iniciamos a demonstração gráfica do último material (Transformador) para posterior análise. O transformador tem demanda sazonal e é explicitado pelos Gráficos 14, 15 e 16.

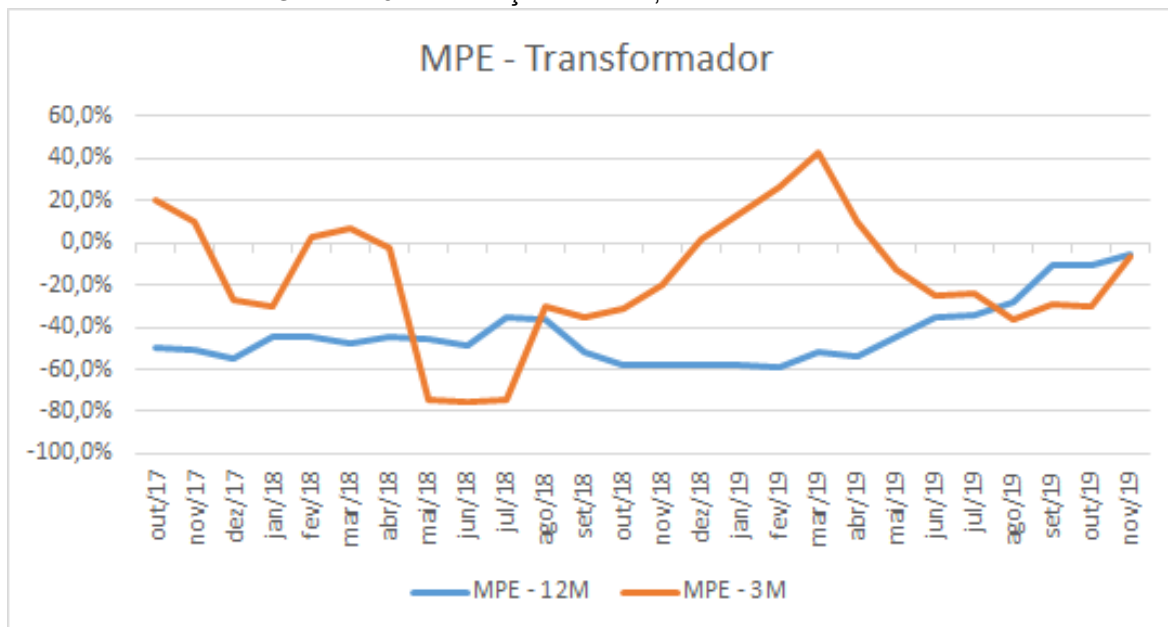
Gráfico 14 -Verificação do MAD, material Transformador.



Fonte: Do autor (2019).

No gráfico 15 podemos visualizar a verificação do MPE no item Transformador para o período entre outubro de 2017 a novembro de 2019.

Gráfico 15 - Verificação do MPE, material Transformador.

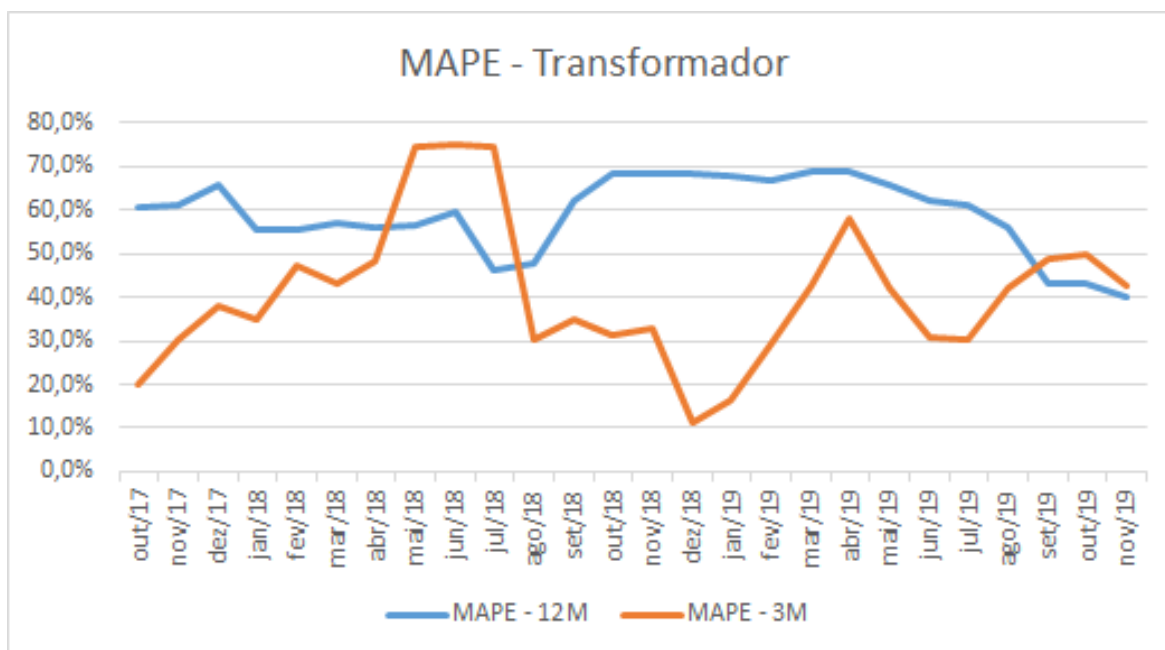


Fonte: Do autor (2019).

No Gráfico 16 podemos visualizar a verificação do MAPE no item Transformador para o período entre outubro de 2017 a novembro de 2019.

Gráfico 16- Verificação do MAPE, material Transformador.





Fonte: Do autor (2019).

Para evidenciar coletamos as médias das previsões nos períodos, a fim de verificar a veracidade do que vemos nos Gráficos 14,15 e 16.

Tabela 7- Acurácia das Previsões de Erro do Transformador

Acurácia	MAD	MPE	MAPE
<b>MMS 12M</b>	33,48	-42,93%	59,01%
<b>MMS 3M</b>	26,61	-16,49%	40,76%

Fonte: Do autor (2019).

## 4.2. Considerações a partir dos resultados

Iniciamos analisando primeiramente os dados da previsão de erro com relação ao material Poste de Concreto. Nos Gráficos 8 e 9, podemos ver que o erro da previsão de 3 meses varia muito dada a demanda aleatória do material. Desta forma, podemos ver que o erro de 12 meses está em constante queda, se aproximando do zero, que conforme exposto anteriormente é a anulação dos erros. No Gráfico 10 o mesmo acontece, porém ainda há um melhor resultado para o erro no MAPE de 3 meses, o que graficamente conseguimos verificar que com mais resultados históricos, devida a constância, o erro da previsão de 12 meses tende a reduzir. Podemos verificar no Gráfico 7, que o MAD de 12 meses é o que se comporta de forma mais sólida, além

de se manter mais próximo do zero, que indica a ausência de erro na previsão da demanda.

Podemos também verificar no Gráfico 15, do MPE de 12 meses que ele se comporta de forma mais sólida, além disso, no final do estudo conseguimos ver o grau de assertividade da medida que chega a zerar em alguns momentos, lembrando que no MPE não há a divisão de erros entre negativo e positivo.

Em uma análise geral conseguimos ver que a previsão de um material aleatório é bem complexa, e é possível verificar que a previsão através da média móvel simples de 12 meses é a mais adequada, pela previsão de erro MAD E MPE. Como na MAPE há uma divisão visando mitigar os *outliers*, houve essa divergência entre as previsões de erro.

Analisando agora o Cabo de Cobre, através dos Gráficos 11, 12 e 13, conseguimos ver um resultado similar, onde a previsão utilização da média móvel simples de 12 meses é a que está mais próxima da assertividade na previsão da demanda, porém desta vez, a previsão de erro é unânime e aponta este tipo de previsão de demanda como a mais concreta para esse tipo de demanda.

Conseguimos ver que em todos os Gráficos, o pico de demanda que tivemos no 2º semestre de 2018, altera a previsão da demanda, onde a MMS de 3 meses sofre grande impacto. Conforme verificamos anteriormente, a MMS de 12 meses tem menor impacto do pico de demanda. Este material tem demanda horizontal e pelo motivo de não haver grande variação da demanda, quanto maior a média histórica, mais assertiva é a previsão.

Já com relação ao transformador, vemos que a sua demanda no Gráfico 6 tem aumento na demanda no verão dada a necessidade do item, sendo configurada a demanda sazonal. Nos Gráficos 14, 15 e 16, de erro da previsão, temos resultados parecidos, onde a MMS de 3 meses responde a previsão de demanda do item de forma mais rápida. Por esse motivo a média móvel simples de 3 meses é a mais assertiva para este tipo de demanda, pois ela flutua de acordo com a demanda do material. Em alguns momentos no Gráfico 15, MPE, vemos a previsão de erro chegando a zero, porém devemos lembrar que o resultado não é absoluto, logo pode

haver anulação de erro. Na tabela 7, a acurácia da previsão de erros também é unânime em apontar o que foi afirmado acima e visto através dos gráficos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal a utilização de métodos de previsão de erro no momento da previsão da demanda. Buscamos através do estudo de caso, a escolha de materiais com os mais diversos tipos de demanda, dado o tempo reduzido para a conclusão do trabalho, exemplificar um modelo de previsão de demanda com maior assertividade.

Neste trabalho apresentamos conceitos básicos acerca da cadeia de suprimentos e administração de material além de descrever os princípios de controle, custos e níveis de estoque apresentando também diversos métodos de gestão de estoque como a implantação da curva ABC e por fim buscamos apresentar métodos de previsão de demanda e métodos de erro na previsão.

Muitos estudos são realizados em relação a cadeia de suprimentos. E devem ser fomentados, ainda mais com o advento da tecnologia que têm trazido diversas mudanças para este setor, através de diversos tipos de estudos sobre métodos. Desta forma, sugerimos que o estudo seja realizado utilizando métodos, como a suavização exponencial que visa a diluição da demanda, dando maior valor para uma determinada parcela de tempo, comparando com a Média Móvel Simples utilizada neste estudo, a fim de evidenciar a maneira mais assertiva de previsão de demanda.

Aconselha-se também a exclusão dos picos de consumo, a fim de não levar ao estudo comportamento que fogem a demanda padrão. Assim, não causando uma possível distorção no momento da previsão de erro, como foi verificado no caso do material com pico de demanda.

Sugerimos a inclusão dos métodos de erro na previsão de demanda na rotina na área de Planejamento de Estoque da empresa, a fim de evidenciar novos itens que tem a sua demanda planejada de forma equivocada. A qual pode ter a sua demanda prevista através de Média Móvel Simples com a utilização de 3 meses, ao invés de 12 meses, como é utilizado para todos os itens do estoque.

Assim como a continuação deste trabalho, acompanhando a previsão de demanda dos materiais com demanda sazonal que, segundo o estudo, deve ter a Média Móvel Simples alterada de 12 meses para 3 meses a fim de ter uma melhor assertividade na previsão da demanda.

## REFERÊNCIAS

Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Empresa de Pesquisa Energética, Acessado em 24/11/19, disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Bíblia. Português. **Bíblia sagrada**: Antigo Testamento. Tradução de João Ferreira de Almeida. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 2012. 1280p.

CALSING, Luciana C. **Previsão de demanda combinada a partir de métodos quantitativos e opinião de especialistas**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Orientação: Prof. Flávio Sanson Fogliatto. Rio Grande do Sul, Brasil, 2015.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**: abordagens prescritivas e normativas, volume I. 7 ed. Barueri: Manole, 2014.

CORDEIRO, B.; RANIERI, J.; RODRIGUES, N.; FERREIRA V.; **Aplicação do modelo de média exponencial para a realização da previsão de demanda do setor leiteiro no Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35. Anais. Enegep, 2015.

DIAS, Marcos Aurélio P., **Administração de material**. Princípios: Conceitos e Gestão. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FRANCISHINI, Paulino G. & GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração de Materiais e Patrimônio**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

KRAJEWSKI, Lee K. **Administração de produção e operações**; 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LOGÍSTICA, Itatibense. **Logística e materiais sobressalentes: o que você precisa saber?** Acessado em 20/11/2019: <https://itatibense.com.br/conteudo/logistica-e-materiais-sobressalentes-o-que-voce-precisa-saber-2/>

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**; 2. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de material e recursos patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e operações**; 2. ed. São Paulo. Cengage Learning, 2011.

PEIXOTO, Juan. **Lições de José do Egito para organizar a empresa**. Acessado em 15/09/2019: <https://administradores.com.br/artigos/licoes-de-jose-do-egito-para-organizar-a-empresa>

POZO, Hamilton; **Administração de recursos de material e patrimoniais: uma abordagem logística**; 6 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ROSA, E.; SELBITTO, M.; MENDES, L.; **Avaliação multicriterial de desempenho e separação em aglomerados de fornecedores críticos de uma manufatura OKP**. Prod. vol.16 no.3 São Paulo, 2006.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARLAND, C. HARRISON, A.; JOHNSTON, R.; **Administração da Produção**. 2. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, Paulo Henrique Mendes da; **Gerência e controle probabilístico de estoques de equipamento**. Dissertação de mestrado, apresentada em março, 2004.

VIANA, João José; **Administração de material: um enfoque prático**; 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

VERGARA, Sylvia Constant; **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**; 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WANKE, Peter F. **Gerência de Operações: Uma abordagem Logística**, 1. Ed. São Paulo: Atlas 2010.