

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DE PREVISÃO DE DEMANDA DE MATÉRIA PRIMA PARA UMA
INDÚSTRIA SIDERÚRGICA**

LEÔNIDAS JÚNIOR HENRIQUES MARQUES

JOÃO MONLEVADE

Dezembro, 2019

LEÔNIDAS JÚNIOR HENRIQUES MARQUES

**ANÁLISE DE PREVISÃO DE DEMANDA DE MATÉRIA PRIMA PARA UMA
INDÚSTRIA SIDERÚRGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Isabela Carvalho de Morais

João Monlevade

Dezembro, 2019

M357a Marques, Leônidas Júnior Henriques.
Análise de previsão de demanda de matéria prima para uma indústria siderúrgica [manuscrito] / Leônidas Júnior Henriques Marques. - 2019.

75f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Isabela Carvalho Morais.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Usinas siderúrgicas. 2. Oferta e procura. 3. Matérias-primas - Previsão - Erros. 4. Siderurgia. I. Morais, Isabela Carvalho . II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.5



FOLHA DE APROVAÇÃO

Leônidas Junior Henriques Marques

Análise de previsão de demanda de matéria prima para uma indústria siderúrgica

Membros da banca

Prof. Isabela Carvalho de Moraes - Doutora - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Elisângela Fátima de Oliveira - Mestre - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Diego Fernandes Pantuza Moura - Graduado - Universidade Federal de Ouro Preto

Versão final

Aprovado em 03 de dezembro de 2019

De acordo

Professor (a) Orientador (a): Prof. Isabela Carvalho de Moraes



Documento assinado eletronicamente por **Isabela Carvalho de Moraes**,
PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR, em 04/12/2019, às 09:20,
conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do
[Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
[http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?
acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) , informando o código
verificador **0025891** e o código CRC **B786A244**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº
23109.203605/2019-66

SEI nº
0025891

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

RESUMO

O presente trabalho estudou como é praticada a metodologia de previsão de demanda de matérias primas na indústria siderúrgica em questão. Para isso, através de entrevistas não estruturadas, pesquisas de campo e pesquisas documentais, foi feita uma busca de informações que serviram de base de dados para a pesquisa. Utilizando das metodologias dos cálculos dos erros de previsão, foi apresentado o desempenho desse processo atual através de porcentagens, volumes dos aços e custos financeiros. Por fim, foi sugerido um estudo mais aprofundado do modelo trabalhado para concluir se o investimento em softwares de previsão de demanda pode ser satisfatório para a indústria em questão.

Palavras chave: Indústria siderúrgica, previsão de demanda, matérias primas, budget, forecast, erros de previsão.

ABSTRACT

The present work studied how the methodology for raw materials demand planning is practiced in the present steel mill. In order to achieve this goal, through non-structured interviews, field studies and documental research, was conducted a collection of information which was used to create a database for this research. Using the planning error calculation methodologies, the results of the current process were demonstrated with percentages, steel volume and financial costs. Lastly, was suggested a deeper study of the present model to determine if the investment in demand planning softwares would be beneficial to the mentioned industry.

Keywords: Steel industry, demand planning, raw materials, budget, forecast, planning errors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão geral das atividades do PCP	19
Figura 2: Fluxo simplificado de produção;	32
Figura 3: Organograma da equipe de Suprimentos com a divisão de responsabilidades	33
Figura 4: Processo atual de previsão de demanda	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Forecast - janeiro/2019	36
Tabela 2: Cálculo do tempo de entrega - FeMn AC	39
Tabela 3: Cálculo do tempo de entrega - FeSiMn	39
Tabela 4: Consumo específico dos materiais	40
Tabela 5: Controle de Estoque - FeMn HC	41
Tabela 6: Controle de Estoque - FeSiMn	41
Tabela 7: Produção dos aços	42
Tabela 8: Número de corridas	43
Tabela 9: Controle de Estoque - Titânio Esponja	43
Tabela 10: Controle de Estoque - Ferro Titânio	44
Tabela 11: Cálculo do tempo de entrega - Titânio Esponja	44
Tabela 12: Cálculo do tempo de entrega - Ferro Titânio	44
Tabela 13: Cálculo MAPE para os Totais de produção	48
Tabela 14: Comparando os dados MAPE	50
Tabela 15: MAD Aço 1 – c	54
Tabela 16: MAD Aço 1 - i	55
Tabela 17: Consumo e Custo - Budget - Aço 1-c	57
Tabela 18: Consumo e Custo - Budget - Aço 1-i	57
Tabela 20: Consumo e Custo - Forecast - Aço 1-c	57
Tabela 21: Consumo e Custo - Forecast - Aço 1-i	57
Tabela 22: Consumo e Custo - Média das médias - Aço 1-c	58
Tabela 23: Consumo e Custo - Média das médias - Aço 1-i	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Dados MAPE	49
Gráfico 2: Resultado do MAPE mês a mês para o Aço 1 - c	50
Gráfico 3: Resultado do MAPE mês a mês para o Aço 1 - i	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINOX - Associação Brasileira do Aço Inoxidável
CFR - Cost and Freight (Custo e Frete)
CGEE - Centro e Gestão de Estudos Estratégicos
EQM - Média do Quadrado Dos Erros
MAD - Média absoluta dos erros
MAPE - Média absoluta percentual dos erros
MMP - Média Móvel Ponderada
MMS - Média Móvel Simples
MRP - Materials Requirement Planning
OLI - Gerência de Logística Integrada
PCP - Planejamento e Controle da Produção
PSM - Gerência de Suprimento de Matérias Primas

LISTA DE SÍMBOLOS

α - Alfa

β - Beta

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Cálculo MAPE para o Aço 1	64
Apêndice B - Cálculo MAPE para o Aço 1 – a	65
Apêndice E C - Cálculo MAPE para o Aço 1 – b	66
Apêndice D - Cálculo MAPE para o Aço 1 – c	67
Apêndice E - Cálculo MAPE para o Aço 1 – d	68
Apêndice F - Cálculo MAPE para o Aço 1 – e	69
Apêndice G - Cálculo MAPE para o Aço 1 – f	70
Apêndice H - Cálculo MAPE para o Aço 1 – g	71
Apêndice I - Cálculo MAPE para o Aço 1 – h	72
Apêndice J - Cálculo MAPE para o Aço 1 – i	73
Apêndice K - Cálculo MAPE para o Aço 2	74
Apêndice L - Cálculo MAPE para o Aço 3	75
Apêndice M - Cálculo MAPE para o Aço 4	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivo Geral:	17
1.2. Objetivos específicos:	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. Planejamento e Controle da Produção	18
2.2. Previsão de demanda	19
2.2.1. <i>Materials Requirement Planning e Estoque de Segurança</i>	20
2.3. Métodos de Previsão de Demanda	21
2.3.1. <i>Métodos Quantitativos</i>	21
2.3.2. <i>Forecasting</i>	21
2.3.3. <i>Métodos de Série Temporal</i>	22
2.3.3.1. <i>Previsão Ingênua</i>	23
2.3.3.2. <i>Média Móvel Simples (MMS)</i>	23
2.3.3.3. <i>Média Móvel Ponderada (MMP)</i>	24
2.3.3.4. <i>Suavização Exponencial</i>	25
2.3.3.5. <i>Modelo de Holt</i>	25
2.3.4. Métodos Qualitativos	26
2.4. Escolha do Modelo de Previsão	27
2.5. Erro de Previsão	27
2.5.1. <i>Média Absoluta Percentual dos Erros</i>	28
2.5.2. <i>Média Absoluta dos Erros</i>	28
2.5.3. <i>Média do Quadrado dos Erros</i>	28
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	30
4. DESENVOLVIMENTO	32
4.1. Objeto de estudo	32
4.1.1. <i>Setor de Suprimento de Matérias Primas</i>	33
4.2. Modelo de previsão de demanda atual	34
4.2.1. <i>Gerência de Logística Interna</i>	34
4.2.1.1. <i>Plano de Produção</i>	35
4.2.1.2. <i>Forecast</i>	35
4.2.2. <i>Gerência de Suprimento de Matérias Primas</i>	36
4.2.2.1. <i>Budget</i>	36
4.2.2.2. <i>Previsão Mensal</i>	37
4.2.2.3. <i>Materiais Importados</i>	37

4.2.2.3.1. <i>Ligas de Manganês</i>	38
4.2.2.3.2. <i>Ligas de Titânio</i>	41
4.3. <i>Análise dos dados</i>	45
4.3.1. <i>Análise do Budget e do Forecast</i>	45
4.3.1.1. <i>Média Absoluta Percentual dos Erros de Previsão</i>	46
4.3.1.2. <i>Média Absoluta dos Erros de Previsão</i>	53
5. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Russomano (2000), sabemos que o Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem como foco entender o quê, como, quanto e quando fabricar. Para melhor entendimento, Tubino (2007) divide as atividades do PCP em três níveis hierárquicos, direcionando as definições de previsão de venda para o nível estratégico. Kotler (2000) então conclui que, para definir volumes de venda, é necessário estimar previsões de demanda.

Peixoto (2006) entende que, para conhecimento da demanda, é necessário planejar o estoque, o volume de compra e os prazos de ressuprimento. Se tratando da compra de matérias primas, na literatura são encontradas ferramentas, como o *Materials Requirement Planning* (MRP), e métodos, como o *Forecast*, que auxiliam na busca pelos valores previstos. Com o objetivo de encontrar o método que melhor se encaixa para cada caso, Riggs (1987) apresenta os fatores influenciadores para a decisão e Ballou (2004) mostra a importância do cálculo dos erros no momento previsão.

Louise De Nittis (2017) defende que, em tempos de crises e incertezas, trabalhar com estoque mínimo, ou estoque de segurança, é uma das melhores maneiras de aumentar o faturamento da empresa. Baseado nessa literatura, buscou-se, com este trabalho, entender a complexidade da previsão de demanda em uma indústria siderúrgica. A empresa tem sua produção voltada para os aços nobres, classificados por Carvalho, Mesquita e Araujo (2015) como produtos de fabricação complexa e dependente de matérias primas de alto custo. Viana (2009) afirma que é responsabilidade do setor de suprimentos de matérias primas definir o volume de compra ideal para a situação.

Na literatura, muitas empresas utilizam de softwares para encontrar a melhor maneira de prever a necessidade de compra de materiais. Mancuzo (2003), por exemplo, utiliza o programa computacional Forecast Pro for Windows Versão 3.0 de 1999 para sua análise e previsão de demanda em uma empresa distribuidora de rolamentos. Além disso, Khoury (2011) apresenta uma lista dos 20 principais softwares para previsão sugeridos por Gaither e Frazier (2001) e pelo Centro e Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE).

O presente trabalho pretende analisar como é feita atualmente a previsão de demanda de matérias primas na indústria siderúrgica estudada. Para isso, o trabalho define os objetivos da pesquisa, faz uma revisão bibliográfica dos principais assuntos tratados, seleciona a metodologia que melhor auxilia na busca de informações, apresenta os dados encontrados e conclui fazendo uma análise dos resultados encontrados.

1.1. Objetivo Geral:

Analisar o modelo atual de previsão de demanda das matérias primas importadas dos grupos de ligas de titânio e de ligas de manganês da indústria siderúrgica em questão.

1.2. Objetivos específicos:

Com o intuito de melhor embasar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Diagnóstico do modelo atual de previsão de demanda de matéria prima;
- Análise das principais dificuldades para a previsão de demanda de matéria prima;
- Análise dos planos de produção apresentados pela empresa no ano de 2019;
- Comparação da utilização prevista e realizada das matérias primas para a produção de aços no ano 2019 com base no SAP.

2. REVISÃO DE LITERATURA

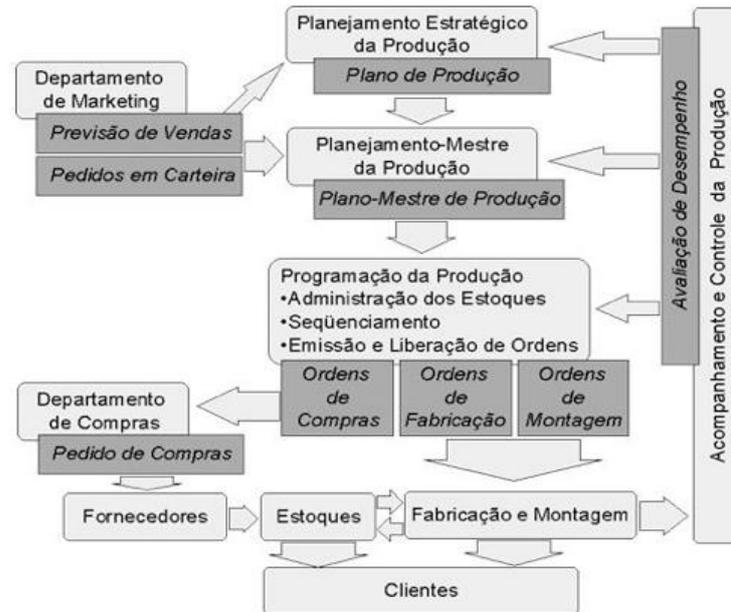
2.1. Planejamento e Controle da Produção

Segundo Russomano (2000), o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é essencial para um processo produtivo eficiente e eficaz. Sua função é gerenciar a produção seguindo as seguintes perguntas: o quê, como, quando e quanto fabricar, levando em consideração os seus respectivos controles. Tubino (2007) ainda divide as atividades exercidas pelo PCP em três diferentes níveis hierárquicos, variando de acordo com o período de tempo e detalhamento:

- Nível estratégico: através do PCP são constituídas estratégias de longo prazo para formular um Planejamento Estratégico da Produção resultando em um Plano de Produção;
- Nível tático: desenvolve no médio prazo, através do PCP, o Plano Mestre da Produção (PMP);
- Nível operacional: para o curto prazo, o PCP auxilia na Programação da Produção envolvendo a gestão de estoque, o sequenciamento, a emissão e a liberação das ordens de compras, a fabricação e a montagem, além de executar o acompanhamento e o controle da produção.

Na figura 1 a seguir podemos observar melhor a divisão de Tubino (2009), onde é apresentado todo o processo de planejamento, iniciado no departamento de Marketing até a chegada do produto final para os clientes. Dentro dos processos identificados pelo autor é possível observar o papel dos departamentos de planejamento, marketing e compras, as principais previsões e planos desenvolvidos, as ordens criadas e seus devidos destinos, a atuação do fornecedor, e a presença da avaliação de departamento durante todo o processo. Por fim, temos a apresentação do planejamento de forma hierárquica.

Figura 1: Visão geral das atividades do PCP



Fonte: Tubino (2009)

Corrêa, Giansi e Caon (2007) defendem que o planejamento hierárquico deve ser entendido e seguido em todos os tipos de seguimentos. O bom funcionamento do mesmo garante a soma dos esforços ao longo do processo, refletindo as decisões do nível estratégico para o nível operacional de forma clara. Decisões maiores vão hierarquicamente restringindo decisões menores garantindo coesão de todo o processo de planejamento. (CORRÊA et al, 2007, p. 26).

2.2. Previsão de demanda

Considerando os três níveis hierárquicos propostos por Tubino (2007), para o presente trabalho será analisado o nível estratégico, no qual é definida a previsão de vendas que, de acordo com Kotler (2000), é baseada em estimativas de demanda. Demanda essa que pode ser mensurada em diferentes níveis, dependendo do produto, do espaço e do tempo. Peixoto (2006) acredita que o conhecimento da demanda é de vital importância para planejar os níveis de estoque, a quantidade de compra e a definição do tempo de ressurgimento das matérias primas.

Se tratando do planejamento de compra dos materiais, não é fácil realizá-lo, principalmente quando o capital de giro tem custo elevado. Nesses casos, um dos objetivos buscados pelas empresas é trabalhar com estoque mínimo, eliminando os custos. Para isso, é necessário buscar uma maior assertividade ao definir qual,

quanto e quando comprar cada material, mantendo um relacionamento direto entre compras, vendas e controle de produção. (FAGUNDES, 1996, p.17).

2.2.1. *Materials Requirement Planning e Estoque de Segurança*

Uma das formas de buscar por maior assertividade no momento de definir a necessidade de matéria prima é através do *Materials Requirement Planning* (MRP). De acordo com Noé (1996), o MRP mostra de forma rápida e precisa as prioridades das ordens de compra e fabricação. Tendo uma ligação direta com a previsão de vendas, essa ferramenta consegue calcular para diversos materiais o momento e as quantidades exatas para executar os processos da manufatura. (LOPES, SILVA E ROCHA, 2014).

Utilizando o MRP, é preciso definir um estoque mínimo de cada material, visando o bom funcionamento da empresa caso ocorra algum imprevisto. Também chamado de estoque de segurança, Dias (2010) propõe duas formas de chegar ao valor exato, por meio de uma projeção mínima estimada ou por cálculos matemáticos, conforme a equação a seguir:

$$E.Mn = C * K \quad (1)$$

Onde:

E.Mn = estoque mínimo;

C = consumo médio mensal;

K = fator de segurança com o qual se deseja garantia contra o risco de falta dentro do intervalo de 0 a 1.

Todos esses processos auxiliam na gestão do estoque da empresa, tornando-a mais eficiente e eficaz. Viana (2006) afirma que, quase sempre, os materiais somam mais de 50% (cinquenta por cento) do custo do produto final, tornando necessário empregar racionalmente os recursos financeiros. O autor também afirma que a manutenção do estoque requer altos gastos e investimentos, por isso é ideal controlar bem as quantidades de materiais estocadas (VIANA, 2006).

2.3. Métodos de Previsão de Demanda

Na literatura é possível encontrar inúmeros exemplos que podem auxiliar na busca de maior assertividade para definir as necessidades de matérias primas no processo de formação da previsão da demanda. De Mari (2007) cita que o fato de existir essa grande variedade de métodos provoca um aumento na complexidade para as empresas criarem o seu próprio modelo. Moreira (1998) classifica de forma simples os métodos em dois subgrupos, com base em como são formadas as previsões: quantitativos e qualitativos.

2.3.1. Métodos Quantitativos

Introduzindo os métodos quantitativos, Moreira (1998) afirma que os mesmos são baseados em modelos matemáticos, exigindo informações quantitativas preliminares. O autor ainda acrescenta dizendo que podemos dividi-los em mais dois subgrupos: os métodos causais e as séries temporais.

O método causal, de acordo com Moreira (1998), tem como base variáveis internas ou externas com ligações lógicas. Khoury (2011) completa dizendo que a sua forma mais simples e ampla utiliza de relação linear entre duas variáveis.

As séries temporais, de acordo com Moreira (1998), têm como base valores passados da demanda geralmente com igual espaçamento de tempo. Khoury (2011) diz que a previsão é uma projeção da experiência passada, por isso é necessário reconhecer o comportamento da série.

Para o presente trabalho, optou-se por dar mais ênfase aos modelos classificados como série temporal, por aproximarem melhor com a realidade da empresa estudada, mas antes será apresentado o método de previsão nomeado como *forecasting*, classificado também como quantitativo.

2.3.2. Forecasting

De acordo com Macangnin (2019), o *forecasting* é um método utilizado para melhor entender a demanda futura, a partir de informações históricas e modelos matemáticos, podendo apresentar diferentes graus de previsão. O método pode ser aplicado em diversas áreas da empresa, mas está quase sempre ligado ao

planejamento e controle da produção (PCP). “A elaboração de um sistema de *forecasting* requer conhecimentos e habilidades em quatro áreas:

- Identificação e definição dos problemas a serem tratados;
- Aplicação de métodos;
- Procedimento para seleção dos métodos adequados a cada situação;
- e Suporte organizacional para proceder com as adaptações necessárias.”
(MACANGNIN, 2019, n.p.)

O *forecasting* é mais indicado para indústrias manufatureiras voltada para produção em massa. Para o seu sucesso, é necessário um alinhamento entre diversas áreas, pois existe um alto grau de dependência entre elas. Erros de previsão podem causar diversos prejuízos e perdas em cascata, como por exemplo compras indevidas de matérias primas. (MACANGNIN, 2019).

2.3.3. Métodos de Série Temporal

Explicando os métodos de série temporal, Krajewski et al. (2009) afirmam que os mesmos se baseiam em dados históricos e utilizam de variáveis dependentes. Por esse motivo, é possível identificar padrões de demanda subjacentes tornando possível replicá-los para períodos futuros. Os autores ainda acrescentam dizendo que a maioria dos métodos seguem cinco padrões básicos:

- Horizontal: em que os dados flutuam em torno de uma média constante;
- Tendencial: no qual existem aumentos ou reduções sistemáticas na média das séries ao longo do tempo;
- Sazonal: provocado por um padrão de aumento ou de redução na demanda que pode ser repetido, dependendo da hora, do dia, da semana, do mês ou da estação;
- Cíclico: que são aumentos ou reduções graduais menos previsíveis na demanda por períodos mais longos de tempo (anos ou décadas);
- Aleatório: quando a variação da demanda é imprevisível. (KRAJEWSKI et al., 2009, p. 437)

Com o intuito de exemplificar os métodos de previsão de demanda classificados como série temporal, serão apresentados modelos como a previsão ingênua, média

móvel simples, média móvel ponderada, suavização exponencial e modelo de Holt, aplicados pela literatura.

2.3.3.1. Previsão Ingênua

No método de previsão ingênua, explicado por Krajewski et al. (2009), a previsão da demanda para o próximo período se iguala à demanda para o período corrente. Exemplificando, se a demanda para o período é igual a X, então a previsão para o período seguinte também é X. Caso a demanda real do período seguinte seja Y, então a previsão para os próximos períodos passa a ser Y.

É possível adaptar o método para levar em conta a tendência da demanda. Para isso é necessário levantar os dados históricos de consumo dos dois períodos anteriores ao período a ser previsto. A partir desses dados, são subtraídos os dois valores e encontrada a diferença entre eles. Dessa forma, o valor de previsão de demanda para o período em questão nada mais é que a soma do consumo do último período com a diferença encontrada a partir da subtração dos valores históricos. (KRAJEWSKI et al, 2009).

Krajewski et al. (2009) classificam o método como simples e de custo baixo, tornando-o atrativo. Os autores explicam que o método funciona melhor em casos em que as variáveis são estáveis e que tem um grau de variação baixo. Então, se o nível de precisão é aceitável, o método de previsão ingênua se torna atraente para a previsão temporal.

2.3.3.2. Média Móvel Simples (MMS)

O método de Média Móvel Simples (MMS), seguindo as ideias de Francischini e Gurgel (2002), se baseia na média dos últimos períodos para prever o consumo previsto. “O termo móvel vem do fato de que a cada novo período os dados do período mais antigo são desprezados e um novo período, mais recente, é incorporado no cálculo”. (FRANCISCHINI E GURGEL, 2002, p. 104).

Para Krajewski et al. (2009), se trata de um método simples, mais indicado para casos em que a demanda não apresenta tendências pronunciadas ou influências sazonais. De acordo com os mesmos autores, a previsão de demanda pode ser calculada seguindo a seguinte equação:

$$F_{t+1} = \frac{\text{Soma das últimas } n \text{ demandas}}{n} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad (2)$$

Onde:

D_t = demanda real no período t

n = número total de períodos da média

F_{t+1} = previsão para o período t + 1

Mancuzo (2003) defende que o valor de n, definido como número total de períodos, pode variar para cada situação, podendo ser escolhido. Por fim, o resultado encontrado pode ser considerado a previsão de demanda para o próximo período em questão. (KRAJEWSKI et al, 2009, p. 445).

2.3.3.3. Média Móvel Ponderada (MMP)

De acordo com Mancuzo (2003), a média móvel ponderada (MMP), assim como a MMS, utiliza dos valores reais das demandas anteriores para composição de média. Porém, diferente da MMS, são designados pesos distintos, em geral dando maior importância aos valores mais recentes, para cada variável histórica de demanda. Por fim, ele conclui que a escolha de número de períodos é arbitrária, assim como a definição dos pesos para cada um deles.

Para demonstrar como ficaria a equação, Krajewski et al. (2009) consideram uma situação com três períodos (n=3) e dá os seguintes pesos para cada um deles: 0,5 para o mais recente, 0,3 para o segundo mais recente, e 0,2 para o terceiro mais recente, chegando na seguinte fórmula matemática:

$$F_{t+1} = 0,50D_t + 0,30D_{t-1} + 0,20D_{t-2} \quad (3)$$

Onde:

D_t = demanda real no período t

F_{t+1} = previsão para o período t+1

Obtém-se a média multiplicando o valor de cada período pelo peso definido para cada um deles. Somando os produtos é possível encontrar como resultado da previsão para o próximo período. (KRAJEWSKI et al, 2009).

2.3.3.4. *Suavização Exponencial*

O modelo de Suavização Exponencial é comparado por Krajewski et al. (2009) com o método de MMP, mas classificado como mais sofisticado. Os autores afirmam que o método é mais utilizado devido a sua simplicidade e pela baixa quantidade de dados necessários para sustentá-lo. Os autores apresentam os três dados necessários para o cálculo da previsão:

- A previsão do último período (F_t);
- A demanda para esse período (D_t);
- Um parâmetro suavizador, alfa (α), que tem um valor entre 0 e 1.

A equação representada por Krajewski et al. (2009) é:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha(\text{demanda nesse período}) \\ &+ (1 - \alpha) (\text{previsão calculada no último período}) \\ &= \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t \end{aligned} \quad (4)$$

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t) \quad (5)$$

Mancuzo (2003) completa dizendo que o valor de α é arbitrário e que uma forma de minimizar os erros de previsão é por meio de cálculos como a média do quadrado dos erros (MQE). Dessa forma, inicialmente, seria selecionado um valor aleatório para a constante α , após calcular a média do quadrado das diferenças entre os valores previstos e realizados, seria possível definir o parâmetro mais indicado para o modelo final. O autor ainda afirma que, utilizando pacotes computacionais, é possível determinar automaticamente o melhor índice de suavização para cada caso.

2.3.3.5. *Modelo de Holt*

Makridakis et al. (1998) apresentam o modelo proposto por Holt em 1957 para casos nos quais as séries temporais possuem tendências lineares. Para isso, os autores utilizam duas constantes de suavização, α e β (com valores entre 0 e 1), e três equações:

$$\begin{aligned}
A_t &= \alpha(\text{demanda neste período}) & (6) \\
&+ (1 - \alpha)(\text{média} + \text{tendência estimada no último período}) \\
&= \alpha D_1 + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_t &= +\beta(\text{média desse período} - \text{média do último período}) & (7) \\
&+ (1 - \beta)(\text{tendência estimada do último período}) \\
&= \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}
\end{aligned}$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t \quad (8)$$

Onde:

A_t = média suavizada exponencialmente da série no período t (maior que 0)

T_t = média suavizada exponencialmente da tendência no período t

α = parâmetro de suavização para a média, com um valor entre 0 e 1

β = parâmetro de suavização para a tendência, com um valor entre 0 e 1

F_{t+1} = previsão para o período t+1

Mancuzo (2003) explica que as duas primeiras equações estimam o nível e a inclinação da série temporal, respectivamente, e que a terceira resulta na previsão da demanda para os próximos períodos. Krajewski et al. (2009) acrescentam que, para fazer previsões para mais de um período seguinte, é necessário multiplicar a estimativa de tendência (T_t) pela quantidade de períodos desejados e somar os resultados a média corrente (A_t). Os autores ainda concluem dizendo que a previsão encontrada será a mesma para todos os períodos futuros.

Assim como a suavização exponencial, uma combinação dos valores das constantes α e β que minimizem a MQE proporciona uma maior exatidão para o modelo. (MANCUZO, 2003).

2.3.4. Métodos Qualitativos

Os métodos qualitativos são baseados em julgamentos e experiências de pessoas que estejam ligadas direta ou indiretamente ao processo de previsão de demanda. É possível que as mesmas pessoas opinem sobre eventos futuros de interesse, dando forma a previsões de demanda. Os métodos qualitativos podem ser melhor utilizados em casos que não possuem base de dados ou que tenham dados não confiáveis, sendo mais indicado para lançamento de novos produtos. (MOREIRA, 1998).

Tubino (2000) defende que o método pode ser preparado mais rapidamente, por esse motivo ele é melhor aplicado em situações que disponham de um curto espaço de tempo para coletar dados. O autor também defende que em momentos que a política e a economia estão instáveis é indicado o uso do método, considerando os dados passados obsoletos, sendo necessário dados mais atualizados.

2.4. Escolha do Modelo de Previsão

É possível uma empresa utilizar mais de um modelo de previsão com o intuito de antecipar suas diversas atividades. A escolha do melhor método dependerá de vários fatores como (RIGGS, 1987):

- Disponibilidade e precisão dos dados;
- Grau de precisão esperado;
- Custo de desenvolvimento;
- Tamanho do período;
- Tempo disponível para análise;
- Complexidade de fatores que afetam as operações.

Mancuzo (2003) defende que o custo e os benefícios influenciam na decisão. O autor também diz que é necessário calcular as perdas causadas pelas previsões imprecisas. Krajewski et al. (2009) consideram importante o desempenho da previsão, determinado pelo erro calculado por meio de critérios matemáticos.

2.5. Erro de Previsão

Ballou (2004) afirma que o futuro não é exatamente igual ao passado, por isso são gerados níveis de erros quando calculamos a previsão da demanda. O autor define que os erros de previsão apresentam a diferença do verdadeiro nível de demanda quando comparados com o valor previsto. Com isso, ele conclui que são necessários cálculos estatísticos para garantir uma margem de segurança sobre o valor real.

É recomendado que, para obter uma melhor precisão da informação, a previsão seja validada. Para isso, é recomendado o uso de indicadores que fazem o somatório dos erros da previsão para posteriormente serem comparados e, assim, o melhor modelo é evidenciado. Os principais critérios utilizados são: Média absoluta percentual dos erros (MAPE), Média absoluta dos erros (MAD) e Média do quadrado dos erros (EQM). (MACANGNIN, 2019).

2.5.1. Média Absoluta Percentual dos Erros

A média absoluta percentual dos erros (MAPE) calcula a média percentual a partir da divisão do somatório das diferenças entre o valor previsão e o real divididos pelo valor previsto (KHOURY, 2011, p. 51), como na fórmula a seguir:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{(X_i - \hat{X}_i)}{X_i} \right| (100)}{n} \quad (9)$$

Onde:

n = número de períodos

X = Demanda real

\hat{X}_i = Demanda prevista para o tempo i

Khoury (2011) afirma que valores menores para o MAPE demonstram melhor precisão dos dados previstos, objetivando o valor zero.

2.5.2. Média Absoluta dos Erros

A média absoluta dos erros (MAD) é a média do somatório das diferenças entre o valor real e o previsto (KHOURY, 2011):

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |X - \hat{X}_i|}{n} \quad (10)$$

Onde:

n = número de períodos

X = Demanda real

\hat{X}_i = Demanda prevista para o tempo i

Segundo Khoury (2011), esse cálculo representará a acuracidade das previsões se o resultado encontrado for baixo, demonstrando a aproximação dos dados reais e de previsão.

2.5.3. Média do Quadrado dos Erros

O cálculo da média do quadrado dos erros (EQM) é definida pela seguinte fórmula, segundo Khoury (2011):

$$EQM = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X}_i)^2}{n} \quad (11)$$

Onde:

n = número de períodos

X_i = Demanda real

X̂_i = Demanda prevista para o tempo i

Assim como o MAD, se o resultado encontrado for baixo, isso representa que o modelo fornece previsões acuradas. (KHOURY, 2011, p. 51).

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para a realização deste trabalho, as metodologias de pesquisa utilizadas foram: pesquisas na literatura sobre assuntos relacionados com o tema, análise documental (análise histórica do planejamento de produção e análise do consumo de matérias primas no ano de 2019), entrevistas não estruturadas com os profissionais e pesquisas de campo na empresa estudada.

O objetivo do trabalho é analisar o atual modelo de previsão de demanda de matérias primas. Uma das formas de chegar às informações necessárias é através da pesquisa qualitativa. Moreira (2002, p. 50) afirma que é possível “interpretar o mundo real a partir das perspectivas subjetivas dos próprios sujeitos sob estudo”, que no caso se identificam como colaboradores da empresa em questão. Para isso, de acordo com o mesmo autor, podem ser utilizadas técnicas como a observação participante e a entrevista.

Na observação participante, segundo Moreira (2002), o pesquisador deve interagir no contexto em estudo, com o objetivo de compreender o comportamento humano e os processos sociais. O autor ainda apresenta quatro formas em que o investigador pode atuar na situação. Enquanto “participante como observador”, escolhido para o presente trabalho, segundo Moreira (2002), o pesquisador se insere no contexto em questão, diante do conhecimento e aprovação prévia dos sujeitos sob estudo e participa das atividades, tendo base para análise para obtenção de resultados.

Sobre a entrevista, Moreira (2002, p. 54) afirma que pode ser “uma conversa entre duas ou mais pessoas com um propósito específico em mente”. Diferenciando os formatos de entrevista, o autor apresenta três modelos, mas para o estudo foi considerada a “entrevista não estruturada ou completamente aberta”, em que o pesquisador assume que conhece pouco ou quase nada sobre o assunto. Explicando, o autor coloca que não são utilizadas de questões específicas, mas que existe um objetivo geral a seguir, dando a oportunidade de moldar as perguntas de acordo com o decorrer da conversa.

Também é necessário, para auxiliar na metodologia de pesquisa, a coleta de dados quantitativos, já que são tratados cálculos matemáticos para fazer a análise dos planos de produção e dos dados de demanda. Fonseca (2002, p. 20) diz que “a

pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc.". Ele também afirma que "a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente" (FONSECA, 2002, p.20).

Por fim, de acordo com Gil (2007), essa pesquisa terá um caráter exploratório. Serão feitos levantamentos bibliográficos, entrevistas com colaboradores e análise de dados coletados na própria empresa. O autor afirma que essa pesquisa pode ser inspirada na metodologia de estudo de caso, com adaptações para entender o problema e analisá-lo em profundidade, com caráter descritivo sobre o problema.

Dessa forma as seguintes etapas foram desenvolvidas neste estudo:

- Uma conversa informal e de caráter exploratório com o gerente da área de suprimentos para melhor entendimento do objetivo do trabalho a ser desenvolvido;
- Conversas mensais, durante dez meses, com o gerente e o analista sênior da área de suprimentos de matéria prima para acompanhamento do trabalho desenvolvido;
- Entrevistas semiestruturadas feitas semanalmente, durante dez meses, com os quatro integrantes da área de suprimentos para o compartilhamento do conhecimento tácito adquirido pelos mesmos;
- Duas entrevistas não estruturadas com os dez integrantes da área de planejamento para melhor compreensão de como é formada a previsão de produção para buscar, a partir dessa informação, uma forma de conectar os dados e alcançar números mais exatos de previsão de compra de matérias primas;
- Observações de campo feitas diariamente, durante seis horas, no prazo de dez meses, na empresa em questão para melhor compreensão da rotina dos colaboradores e do processo de planejamento da previsão de demanda de matérias primas;
- Análise do modelo de compra praticada nos últimos cinco anos pela empresa.

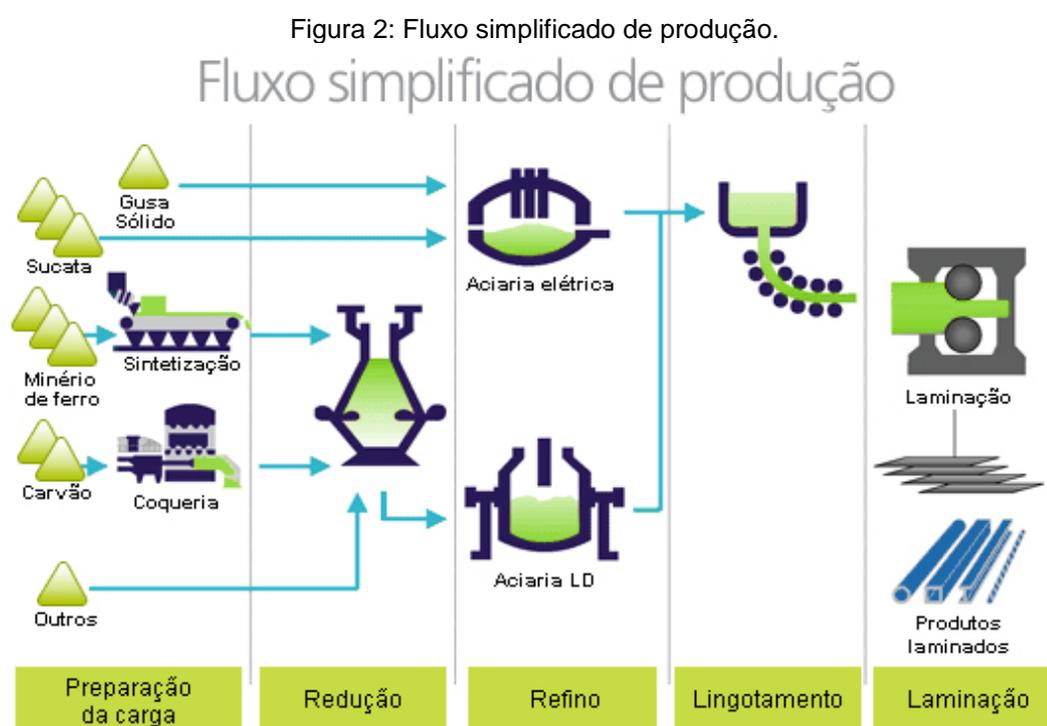
4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Objeto de estudo

A indústria siderúrgica em questão teve seus trabalhos iniciados em 31 de outubro de 1984. Ela tem como foco a produção de aços nobres: aço inox, aço elétrico e aço carbono especial. A planta de Timóteo/MG está entre as seis principais plantas da empresa e é a única produtora integrada de aço inoxidável da América Latina.

O foco principal desse modelo de indústria é fornecer às indústrias de bens e consumo o insumo necessário para a fabricação de produtos finais que têm o aço como matéria prima. A maior parte da produção nacional é composta pelo aço carbono comum, mas outros tipos aços também são produzidos no Brasil. Por motivos de complexidade dos processos de elaboração e pelo alto valor do custo de matérias primas como o níquel, o cromo, o cobalto, o nióbio, o vanádio, entre outros, o volume de produção dos aços nobres se torna menor e possui aplicações específicas. (CARVALHO; MESQUITA; ARAUJO, 2015).

O Instituto do Aço Brasil (2015) apresenta de forma simplificada e generalizada as etapas do processo de produção do aço em uma indústria integrada, como podemos observar na figura 2:



Fonte: Site do Instituto Aço Brasil

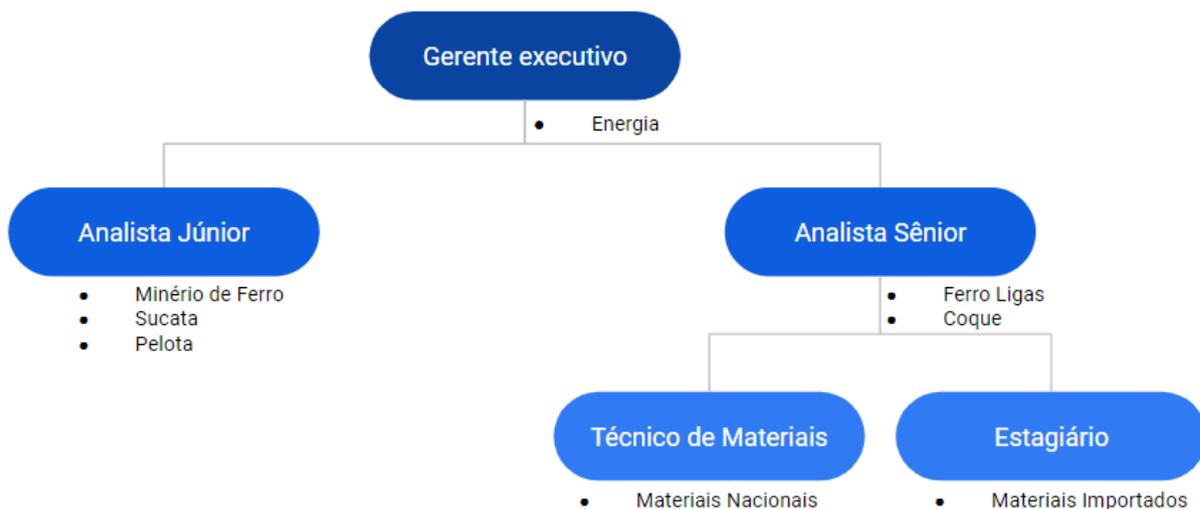
No primeiro momento ocorre a produção do sinter e do coque, processos não realizados na usina estudada neste trabalho. Na etapa de redução (segunda etapa representada na Figura 2) toda a matéria prima é superaquecida no alto forno, produzindo um material líquido chamado de ferro gusa. A terceira etapa do processo de produção do aço é o refino do material, adicionando materiais específicos de acordo com a classificação do aço. Por fim, acontecem as etapas de lingotamento e laminação, que modelam o material final dependendo de forma e/ou composição química desejada.

Para o presente estudo, se tornou necessário obter maior conhecimento sobre o processo de planejamento de aquisição das matérias primas utilizadas nas etapas de redução e refino do aço.

4.1.1. Setor de Suprimento de Matérias Primas

A área de Gerência de Suprimentos de Matéria Prima (PSM) é responsável pela compra de matérias primas, definidas por Viana (2009, p. 53) como “materiais básicos e insumos que constituem os itens iniciais e fazem parte do processo produtivo da empresa”. Com o intuito de destacar a divisão dos materiais que cada um dos compradores é responsável, foi destacado na Figura 3 o organograma do setor. Nele também é possível identificar como é formada a hierarquia entre os colaboradores.

Figura 3: Organograma da equipe de Suprimentos com a divisão de responsabilidades



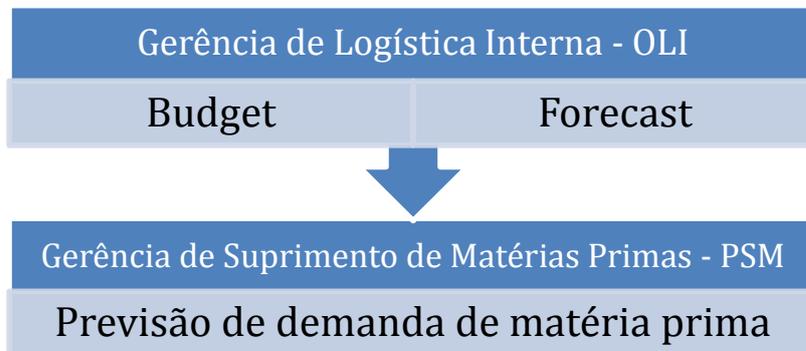
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Viana (2009) afirma que a área de compras tem o objetivo de buscar melhores condições comerciais e técnicas no momento de aquisição de materiais. O autor também acredita que os materiais comprados devem existir em estoque e seguir os critérios e parâmetros de ressuprimento propostos, de acordo com a demanda e importância do material. Para entender melhor essa situação, o presente trabalho analisa como é feita atualmente a previsão de demanda de matérias no setor PSM da empresa estudada.

4.2. Modelo de previsão de demanda atual

Relatando as observações obtidas nas pesquisas de campo, a empresa em questão, mais especificamente o setor PSM, calcula atualmente a sua previsão de demanda de matérias primas em planilhas Excel utilizando o *budget* e o *forecast* encaminhados pelo setor de logística interna (OLI) como representado na Figura 4.

Figura 4: Processo atual de previsão de demanda



Fonte: Dados de pesquisa (2019)

4.2.1. Gerência de Logística Interna

Para melhor entendimento do processo, é necessário conhecer como é desenvolvido o Plano de Produção e o Forecast, modelos utilizados pela empresa que contém os dados que são repassados pelo setor OLI. Por esse motivo, duas visitas foram feitas ao setor, a primeira com o intuito de observar e aprender sobre o trabalho dos colaboradores e a segunda para uma entrevista não estruturada com o gerente executivo.

Com a entrevista foi possível compreender de onde são obtidas as previsões de vendas, base para a construção do plano de produção. Durante a entrevista, o gerente explicou que essa previsão é fornecida pela equipe de vendas e de

marketing, e que elas são baseadas nas vendas programadas e em especulações de mercado. Eles possuem uma visão para os cinco anos futuros, analisada e aprovada pelos gerentes e diretores, mas que estão em constante atualização.

4.2.1.1. Plano de Produção

Quando a previsão de vendas chega à equipe da OLI, é possível começar a produção do plano de produção. Como observado durante a visita programada, cada colaborador tem uma responsabilidade dentro do processo, e alguns softwares são utilizados, além das planilhas Excel, para auxiliar nas suas funções. O principal programa utilizado pela empresa, fonte de todos os dados necessários para executar os trabalhos, é o SAP.

Dentre as explicações feitas pelo gerente, foi dito que o plano de produção é feito para o prazo de um ano e que ele é composto pela quantidade de cada aço que será produzido mensalmente naquele período. Essa informação serve de base para a orçamentação anual feita pela empresa, nomeado como *Budget*. Quando aprovado pelo nível estratégico, os dados se tornam fixos para servir de base em análises futuras.

4.2.1.2. Forecast

Além do plano de produção, o planejamento semestral, feito pelo setor, foi apresentado durante a visita à área. Nomeado como *Forecast*, ele é composto pela quantidade de cada aço que será produzida mensalmente no período. Diferente do *Budget*, ele é atualizado mensalmente, apresentando sempre a produção do mês atual e dos próximos cinco meses, com o intuito da previsão estar sempre mais próxima do real.

Na Tabela 1 podemos ver o *Forecast* enviado no mês de janeiro de 2019 à área de Suprimentos pela área OLI. Nela é representada a quantidade de aços que serão produzidos mensalmente, de janeiro a junho, separados de acordo com classificação dos mesmos. São quatro modelos de aços produzidos pela empresa, sendo que o Aço 1, de maior demanda, é dividido em mais nove grupos. O nome dos aços foi modificado a fim de preservar as informações da empresa estudada.

Tabela 1: *Forecast - janeiro/2019*

Janeiro/2019	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19
TOTAL	68692	61228	66148	64423	66756	62439
AÇO 1	38210	30015	35741	32202	35112	32571
Aço 1 – a	14020	13946	13736	12442	14074	12659
Aço 1 – b	1020	1174	1064	1250	1526	793
Aço 1 - c	900	450	825	984	900	900
Aço 1 - d	960	960	960	960	1183	1039
Aço 1 - e	5175	3263	5288	3150	2534	3954
Aço 1 - f	8400	4799	6340	6546	7944	7224
Aço 1 - g	1120	1840	1120	2600	1385	1136
Aço 1 - h	5175	3263	5288	3150	5078	4357
Aço 1 - i	1440	320	1120	1120	488	509
AÇO 2	3033	5902	6067	6068	6000	6000
AÇO 3	13121	11561	9628	7463	14233	8263
AÇO 4	14328	13750	14712	18690	11411	15605

Fonte: Dados de pesquisa (2019)

4.2.2. Gerência de Suprimento de Matérias Primas

Para obter maior conhecimento sobre o setor, foram realizadas entrevistas não estruturadas com os quatro integrantes, apresentados na Figura 3, em especial com o analista sênior e o gerente executivo, por terem um histórico de mais de 30 anos de trabalho na empresa. Dessa forma, foi possível obter as seguintes informações sobre o atual modelo de previsão de demanda.

4.2.2.1. Budget

Em entrevistas não estruturadas com o analista sênior do setor de suprimentos, foi apresentado como são feitos os cálculos para o orçamento anual, nomeado como *Budget*. Através do plano de produção, fornecido pelo setor da OLI, são feitas análises qualitativas e quantitativas em cima da quantidade de aço que será produzida, com o intuito de definir os volumes de compra de matérias primas no período. Para isso, é utilizada a ferramenta Planilhas Google e a experiência de mercado dos compradores.

Diante da pesquisa de campo, foi possível observar que a responsabilidade de realizar essa previsão se concentra nos dois analistas do setor, cada um com as suas designadas matérias primas. O papel do gerente nesse contexto é analisar as informações propostas e dar sua aprovação ou não, antes de divulgar para o nível estratégico da empresa.

Sobre a Planilha Google utilizada, pode ser entendido que ela segue um padrão, repetida todos os anos. É um arquivo único e online, gerado anteriormente por outro departamento, que é alimentada por cada um dos compradores de acordo com as suas análises, seguindo o seu modelo de cálculo e sua experiência de mercado. É importante ressaltar que o resultado encontrado por meio dos cálculos matemáticos nem sempre é o mesmo utilizado, devido ao conhecimento mercadológico dos envolvidos, o que se enquadra no modelo qualitativo apresentado por Moreira (1998) e Tubino (2000).

No final do processo, o arquivo gerado é apresentado para os integrantes do nível estratégico e, quando aprovados, serve de base para planejamentos de longo, médio e curto prazo.

4.2.2.2. Previsão Mensal

Através de pesquisas de campo, foi possível observar que, paralelo ao orçamento, todos os meses é apresentado pela equipe da logística interna o *forecast*, com a previsão de produção para o mês atual mais cinco meses seguintes. Através dessa previsão, ferramentas como o Planilhas Google e o Excel são alimentadas para calcular a necessidade de matérias primas no tempo proposto. O resultado encontrado serve de base para fechar acordos com fornecedores e iniciar os procedimentos de compra.

Como existe uma divisão pré-estabelecida sobre a designação de responsabilidade sobre cada grupo de matérias primas, representado na figura 3, o foco deste trabalho se torna os materiais do grupo de Ferro Ligas, mais especificamente os importados. Com isso, se inicia uma análise do processo de previsão de demanda dos mesmos para melhor entender como é feito o planejamento atualmente na empresa.

4.2.2.3. Materiais Importados

Apresentando as observações obtidas por meio de pesquisas de campo, os materiais importados pela empresa que servirão de base para o trabalho são:

- Ligas de Manganês:
 - Ferro Manganês Alto Carbono;

- Ferro Silício Manganês;
- Ligas de Titânio:
 - Titânio Esponja;
 - Ferro Titânio Pedra;

Os mesmos foram escolhidos por suas gestões serem responsáveis do estagiário do setor (Figura 3) e por possuírem maior disponibilidade de dados. Segue então a apresentação mais detalhada dos principais dados encontrados sobre cada um desses materiais.

4.2.2.3.1. Ligas de Manganês

As observações revelaram que dois materiais são classificados como Ligas de Manganês, o ferro manganês alto carbono (FeMn AC) e o ferro silício manganês (FeSiMn).

Para o ferro manganês são apresentados dois fornecedores, um nacional e outro internacional, mas para o presente trabalho trata apenas do segundo. Existe atualmente um contrato firmado com o mesmo, válido durante um ano (até junho de 2020), podendo ser renegociado e prorrogado a partir do seu término para mais um ano. O acordo foi firmado em parceria com a equipe de suprimentos de outra planta da empresa, seguindo a estratégia de compra compartilhada, com o objetivo de aumentar o volume e diminuir os custos. No contrato foi declarada uma quantidade para fornecimento que deve ser distribuída uniformemente entre os meses ao longo do período. Esse valor pode variar para mais ou para menos 20% da quantidade total acordada para o período, seguindo a necessidade de cada uma das partes envolvidas (empresa e fornecedor).

Sobre o ferro silício manganês, as observações revelaram que o material possui apenas um fornecedor internacional. Em entrevista com o analista sênior, foi observado que os compradores do setor não participam da negociação do material. Toda ela é feita pela equipe de suprimentos de outra planta, também com o objetivo de aumentar o volume de produção e diminuir os custos.

Para calcular o prazo médio de entrega de ambos os materiais, representados nas Tabelas 2 e 3, foram tidas como base as compras realizadas no ano de 2019. As

datas consideradas como “Saída” são os dias em que o material sai do porto do país de origem, registradas no conhecimento de embarque (ou *Bill of landing*, BL), e as datas consideradas como “Chegada” são os dias que são registrados no sistema SAP a entrada do material no depósito da planta em Timóteo. O prazo médio para a entrega do ferro manganês e de ferro silício manganês é de 43 dias e 61 dias, respectivamente (Tabelas 2 e 3). Vale ressaltar que em nenhum dos casos ocorreram anormalidades no processo.

Tabela 2: Cálculo do tempo de entrega - FeMn AC

Mês/Ano de Referência	SAÍDA	CHEGADA	TEMPO DE ENTREGA
Janeiro/2019	12/02/2019	01/04/2019	48
Fevereiro/2019	26/02/2019	12/04/2019	45
Março/2019	02/04/2019	22/05/2019	50
Abril/2019	28/04/2019	07/06/2019	40
Mai/2019	30/05/2019	08/07/2019	39
Junho/2019	22/06/2019	01/08/2019	40
Agosto/2019	13/09/2019	21/10/2019	38
MÉDIA			43

Fonte: Autor

Tabela 3: Cálculo do tempo de entrega - FeSiMn

Mês/Ano de Referência	SAÍDA	CHEGADA	TEMPO DE ENTREGA
Janeiro/2019	27/01/2019	28/03/2019	60
Fevereiro/2019	01/03/2019	23/04/2019	53
Março/2019	15/03/2019	26/05/2019	72
Abril/2019	30/04/2019	01/07/2019	62
Mai/2019	31/05/2019	06/08/2019	67
Junho/2019	28/06/2019	29/08/2019	62
Agosto/2019	18/08/2019	10/10/2019	53
MÉDIA			61

Fonte: Autor

Na Tabela 4 é possível identificar a quantidade mensal que será produzida durante o ano de 2019 de cada um dos aços filtrados dos *forecasts*, enviados até o mês de novembro, considerando que o consumo apresentado de dezembro também foi enviado no nesse mês já que dezembro ainda não tinha acontecido até a data de finalização deste trabalho. O Aço 1-a está dividido em dois por utilizar ambas as ligas em sua produção. O valor encontrado é multiplicado pelo consumo específico do material para a produção do aço, destacado na segunda coluna (Tabela 4). É realizado o somatório dos volumes gastos de cada tipo de material e o resultado

encontrado é identificado nas duas últimas linhas da Tabela 4, considerando-os como a previsão de consumo dos mesmos durante os meses do ano de 2019, representados nas Tabelas 5 e 6 como consumo esperado.

Tabela 4: Consumo específico dos materiais

			CONSUMO ESPECIFICO E TOTAL (em toneladas)											
Matéria Prima	Aço	Consumo	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19
FeMn AC	Aço 1 - a	0.0175	8412	8161	6983	6776	8951	4505	5654	6929	4834	8152	7680	2190
FeSiMn	Aço 1 - a	0.0175	5608	5440	4655	4518	5967	3003	3769	4619	3223	5434	5120	1460
FeSiMn	Aço 1 - b	0.0185	1020	1174	842	942	1002	1056	815	932	2500	1600	1200	750
FeMn AC	Aço 1 - c	0.0250	900	450	450	450	900	900	1350	1500	600	450	450	0
FeMn AC	Aço 1 - i	0.0200	1440	1120	1120	1120	1040	640	1280	1120	720	1120	1120	0
		FeSiMn	117	117	97	96	123	72	81	98	103	125	112	39
		FeMn AC	210	185	165	161	208	119	169	190	120	185	177	38

Fonte: Autor

Os volumes de ambos os materiais solicitados dos seus respectivos fornecedores mensalmente se baseiam nas previsões de necessidade de matérias primas, e são representados como Compra Fornecedores Importados nas Tabelas 5 e 6, sendo somados ao valor do estoque inicial. Para isso, é filtrado do *Forecast* do mês atual, enviado pela equipe da OLI, o volume total de cada um dos aços que utilizam das ligas de manganês em sua produção.

O estoque de segurança, segundo Louise de Nittis (2017), se limita a uma necessidade calculada de matéria prima que garante o bom funcionamento da indústria. O mesmo também afirma que a maior dificuldade desse modelo de estoque é descobrir a quantidade ideal de material que deve ser mantida, sem correr o risco de falta. Com isso, durante a entrevista com o analista sênior, foi apresentado que o estoque de segurança dos materiais dessa liga são 400 toneladas, ou 60 dias, para o ferro manganês e 300 toneladas, ou 60 dias, para o ferro silício manganês, valores já calculados anteriormente. Através dessa informação é possível compará-la com o volume do estoque final encontrado nas Tabelas 5 e 6 e concluir qual volume do material deve ser comprado.

Em ambas as Tabelas 5 e 6 é levado em consideração que existe um estoque das matérias primas na empresa, por isso é subtraído desse volume o consumo real, retirado do sistema SAP, atualizado até o mês de outubro, e somado o valor de compra, resultando no estoque final. Por serem apresentados apenas valores inteiros, existe uma diferença no cálculo por questão de arredondamento. Para os meses considerados futuros, como é o caso de dezembro, o consumo real é

igualado ao consumo esperado, então o estoque final acaba se tornando uma previsão. Todos esses cálculos são realizados na ferramenta Planilhas Google e ficam disponíveis para análise dos compradores responsáveis pelo material. Todos os valores são representados em toneladas.

Tabela 5: Controle de Estoque - FeMn AC

	FeMn AC (em toneladas)											
	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19
Estoque Inicial	426	297	275	172	468	361	420	447	450	334	296	287
Consumo Esperado	210	185	165	161	208	119	169	190	120	185	177	38
Consumo Real	352	170	214	154	268	140	121	146	189	175	177	38
Compra Fornecedor Internacional	149	0	0	375	124	124	149	148	0	100	100	50
Compra Fornecedor Nacional	74	148	111	74	37	74	0	0	74	37	68	68
Estoque final	297	275	172	468	361	420	447	450	334	296	287	367

Estoque de Segurança: 60 dias
400 t

Fonte: Autor

Tabela 6: Controle de Estoque - FeSiMn

	FeSiMn (em toneladas)											
	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19
Estoque Inicial	325	301	356	365	385	390	332	287	342	248	231	219
Consumo Esperado	117	117	97	96	123	72	81	98	103	125	112	39
Consumo Real	75	45	87	80	96	57	95	94	95	117	112	39
Compra Fornecedor Internacional	50	100	96	100	100	0	50	150	0	100	100	50
Estoque final	301	356	365	385	390	332	287	342	248	231	219	229

Estoque de Segurança: 60 dias
300 t

Fonte: Autor

A representação em tons de vermelho no valor do estoque final está diretamente ligada ao estoque de segurança (Tabelas 5 e 6). Quanto mais intenso o tom do vermelho, mais abaixo do estoque mínimo está o material.

O processo de análise do estoque é refeito no final de cada trimestre com o intuito de prever a demanda do trimestre seguinte. Tendo um volume necessário para cada um dos meses, essa informação é repassada para o fornecedor poder confirmar o fornecimento. Assim que aprovado, o pedido de compra é registrado no sistema SAP e as instruções de embarque são encaminhadas para o fornecedor. A partir disso, se inicia o processo de importação.

4.2.2.3.2. Ligas de Titânio

Com as pesquisas de campo foi possível identificar que dois materiais são classificados como ligas de titânio, o titânio esponja e o ferro titânio (FeTi). Através

das mesmas pesquisas foi possível observar que o processo de escolha dos fornecedores se diferencia das ligas de manganês. O titânio esponja não possui um fornecedor fixo e para o FeTi existe apenas um fornecedor capaz de atender as necessidades empresa.

A particularidade do ferro titânio, observada durante as pesquisas de campo, é a dificuldade de encontrar fornecedores que consigam oferecer o material dentro das especificações exigidas pela empresa. Por esse motivo, atualmente, só existe um fornecedor. Além disso, pelo mesmo motivo, se torna necessário um controle mais frequente do estoque, pelo fato de o material apresentar alto risco de reprovação no momento da inspeção.

Foi observado que a gestão do estoque de ambos os materiais é feita de duas formas. A primeira é feita por inspeção, na qual o comprador visita o depósito da empresa e conta quantas bobinas (titânio esponja) e sacos (ferro titânio) existem em estoque para, a partir disso, através da previsão de demanda qualitativa, explicada por Moreira (1998) como baseada em conhecimentos e experiência, concluir se há necessidade de compra do material. E a segunda, utilizando a ferramenta Planilhas Google, onde são registradas informações do *Forecast* e do banco de dados do sistema SAP.

No desenvolvimento das Planilhas Google, com a pesquisa de campo, foi observado que é feito um filtro no *Forecast* mais atual dos aços que utilizam dessas ligas em sua produção, representados na Tabela 7, atualizado até o mês de novembro.

Tabela 7: Produção dos aços

Material	Aço	PRODUÇÃO (em toneladas)											
		Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19
Ferro Titânio	Aço 1 - e + Aço 1 - h	10350	6300	9526	7576	7350	8250	6750	8700	6900	7570	8776	0
Titânio Esponja	Aço 1 - c	0	0	0	320	320	320	320	320	320	320	320	320

Fonte: Autor

Os valores encontrados são divididos pela quantidade de aços produzidos por corrida, nome dado às remessas de produção, considerando 75 toneladas para os aços 1-e e 1-h, e 80 toneladas para o aço 1-c. O resultado encontrado dos dois grupos é somado, tendo por fim o número total de corridas de cada mês, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Número de corridas

Material	Aço	Nº CORRIDAS (em toneladas)											
		Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19
Ferro Titânio	Aço 1 - e + Aço 1 - h	138	84	127	101	98	110	90	116	92	101	117	0
Titânio Esponja	Aço 1 - c	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Total	138	84	127	105	102	114	94	120	96	105	121	4

Fonte: Autor

A partir do total de corridas, é feita a multiplicação pelo consumo específico de cada um dos materiais, considerado para todos os meses do ano de 2019 de 0,222 toneladas para o ferro titânio e 0,08 toneladas para o titânio esponja. O resultado obtido é classificado como consumo esperado nas Tabelas 9 e 10.

Durante a entrevista com o analista sênior, foi repassado que o estoque de segurança, considerado por Wernke et al. (2011) como uma forma de trabalhar com um estoque mínimo possibilitando o aumento do faturamento da empresa, do titânio esponja é de 30 toneladas, ou 90 dias, e o do ferro titânio é de 60 toneladas, ou 60 dias. Nas Tabelas 9 e 10 é levando em consideração que existe um estoque das matérias primas, então é subtraído desse volume o consumo real, obtido através dos dados registrados no sistema SAP, e somado o volume de compra, resultando em no estoque final. Comparando ambos os valores, é possível analisar se há necessidade de aquisição dos materiais, representados como compra fornecedor internacional nas Tabelas 9 e 10. Os valores apresentados são arredondados, justificando a não exatidão dos cálculos.

Também nas tabelas seguintes, atualizadas até o mês de outubro, nos meses considerados futuros, o consumo real é igualado ao consumo esperado, resultando então em um estoque final previsto. A representação em tons de vermelho nos valores de estoque final está diretamente ligada ao estoque de segurança, ficando mais intensos quanto mais abaixo do estoque mínimo previsto para o material.

Tabela 9: Controle de Estoque - Titânio Esponja

	TITÂNIO ESPONJA (em toneladas)											
	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19
Estoque Inicial	43	51	42	41	56	60	49	38	28	29	28	18
Consumo Esperado	11	7	10	8	8	9	8	10	8	8	10	0
Consumo Real	12	9	11	8	9	11	10	11	9	10	10	0
Compra Fornecedor Internacional	19	0	10	23	13	0	0	0	10	9	0	10
Estoque final	51	42	41	56	60	49	38	28	29	28	18	28

Estoque de Segurança: 90 dias
30 t

Fonte: Autor

Tabela 10: Controle de Estoque - Ferro Titânio

	FERRO TITÂNIO (em toneladas)											
	Jan/19	Fev/19	Mar/19	Abr/19	Mai/19	Jun/19	Jul/19	Ago/19	Set/19	Out/19	Nov/19	Dez/19
Estoque Inicial	173	173	184	159	144	201	178	199	171	155	155	144
Consumo Esperado	34	21	31	26	25	28	23	30	24	26	30	1
Consumo Real	24	19	25	15	20	22	18	28	16	19	30	1
Compra Fornecedor Internacional	19	29	0	0	76	0	38	0	0	19	19	0
Estoque final	173	184	159	144	201	178	199	171	155	155	144	143

Estoque de Segurança: 60 dias
60 t

Fonte: Autor

Para o cálculo do prazo médio de entrega desses materiais, foram utilizadas nas Tabelas 11 e 12, as compras realizadas no ano de 2019. As datas consideradas como “Saída” são os dias que o material sai do porto do país de origem, registradas no conhecimento de embarque (ou *Bill of landing*, BL), e as datas consideradas como “Chegada” são os dias que são registrados no sistema SAP a entrada do material no depósito da planta em Timóteo. Em nenhum caso houve anormalidade no processo de entrega. Os resultados médios encontrados para o titânio esponja e para o ferro titânio são 40 e 54 dias, respectivamente (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11: Cálculo do tempo de entrega - Titânio Esponja

Mês/Ano de Referência	SAÍDA	CHEGADA	TEMPO DE ENTREGA
Fevereiro/2019	25/02/2019	09/04/2019	43
Março/2019	04/03/2019	12/04/2019	39
Abril/2019	01/04/2019	15/05/2019	44
Agosto/2019	14/08/2019	20/09/2019	37
Setembro/2019	05/09/2019	10/10/2019	35
MÉDIA			40

Fonte: Autor

Tabela 12: Cálculo do tempo de entrega - Ferro Titânio

Mês/Ano de Referência	SAÍDA	CHEGADA	TEMPO DE ENTREGA
Março/2019	19/02/2019	02/05/2019	72
Abril/2019	28/03/2019	22/05/2019	55
Maio/2019	02/06/2019	17/07/2019	45
Agosto/2019	04/09/2019	16/10/2019	42
MÉDIA			54

Fonte: Autor

Todos os cálculos são realizados na ferramenta Planilhas Google e ficam disponíveis para análise dos compradores. O acompanhamento do estoque para

ambas as matérias primas é feito mensalmente, mas, para o ferro titânio, é tido uma maior atenção, devido ao risco de interdição do lote.

Para a decisão de compra de ferro titânio é necessário informar ao fornecedor o volume desejado e a expectativa para data de embarque, assim cabe a ele confirmar a possibilidade de fornecimento. Já para o titânio esponja é necessário cotar preços com três empresas, já pré-determinadas. Essa cotação pode ser feita pela equipe de suprimentos de outra planta ou pelos compradores da PSM. Para isso, são enviadas para os fornecedores por e-mail as especificações do produto, o volume de compra e a semana esperada para envio do material. Tendo uma resposta dos três, o que oferecer o melhor preço é escolhido e a compra é confirmada.

Em seguida, para ambos os materiais, assim que confirmado o fornecimento, é registrado o pedido de compra no sistema SAP e enviadas as instruções de embarque. A partir disso, se inicia o processo de importação.

4.3. Análise dos dados

Convivendo com o setor de Gerência de Suprimentos de Matérias Primas através da pesquisa de campo e conversando com os integrantes da área através das entrevistas não estruturadas, foi destacado um ponto importante a ser analisado mais profundamente, importante para a previsão de demanda, que é o planejamento do *Budget* juntamente com o do *Forecast* para a produção dos aços. A seguir serão apresentados os dados encontrados a partir desta análise.

4.3.1. Análise do Budget e do Forecast

O primeiro planejamento de produção enviado pela equipe de logística interna para a equipe de suprimentos é o *budget*, uma planilha em Excel que contém os volumes de produção de todos os aços previstos para o ano seguinte. De acordo com os integrantes da OLI, para esse planejamento, é levado em consideração a expectativa de venda dos aços e especulações do mercado, desenvolvidas pela equipe de vendas e de marketing, respectivamente.

Para tentar se aproximar mais do real, todos os meses é desenvolvido um planejamento nomeado como *Forecast*, com a produção do mês atual mais a previsão para os próximos cinco meses. Seguindo então as atualizações, os valores

apresentados são utilizados para atualizar a planilha de controle das matérias primas importadas e novos volumes de demanda dos materiais são encontrados.

A partir dessa informação foi iniciado um controle das previsões de produção através do cálculo da média absoluta percentual dos erros (MAPE) e da média absoluta dos erros (MAD).

4.3.1.1. Média Absoluta Percentual dos Erros de Previsão

Para analisar a variação percentual nas previsões, fornecidas pelo departamento de logística interna, os volumes totais de produção de todos os aços foram inseridos na Tabela 13 para serem comparados. Na segunda linha estão os valores previstos pelo *budget*, e nas demais, estão os valores previstos pelos *forecasts*, identificados mês a mês, com exceção do mês de dezembro, que ainda não existia dados computados até o fim da pesquisa, justificando o resultado “#DIV/0” na vigésima quinta coluna da Tabela 13.

O cálculo da metodologia da média absoluta dos erros, apresentado por Khoury (2011), foi utilizado para chegar nos resultados. Nas colunas identificadas como % é comparado o valor enviado no último *forecast* de cada mês, considerado como produção real, com as previsões anteriores. Em especial, na última coluna identificada como %, é feito o cálculo MAPE comparando a previsão total do *budget* com o total produzido, de janeiro a novembro, e também, na última linha, a média dos erros entre o último e o penúltimo volume de produção, enviados através dos *forecasts*. O resultado ideal para todos os casos seria estar o mais próximo de zero, garantindo a acurácia da previsão.

Na última linha, identificada como MAPE, desconsiderando as duas últimas células, foi calculada a média de todas as porcentagens do mês. Na penúltima coluna, identificada como Total, tem-se a soma dos volumes de produção de janeiro a novembro, calculada pelo *budget*; a soma dos últimos volumes considerados como produção real de janeiro a novembro; e o resultado MAPE, fazendo uma média de todas as médias mensais, de janeiro a novembro, com o objetivo de considerar todos os erros de previsão.

Estão identificados de vermelho todos os resultados que demonstram uma variação no volume de produção. A intensidade da cor vai variar dependendo de quão grande é a variação entre os números.

Tabela 13: Cálculo MAPE para os Totais de produção

TOTAL	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%	
BUGET	66225		59841		64634		64422		66756		61440		67112		66934		64385		65733		64196		43671		711678		
%		3.59%		0.72%		3.75%		1.27%		9.37%		28.31%															
Jan/19	68692		61228		66148		64423		66756		62439																
%				1.59%		6.18%		1.27%		9.37%		30.40%		13.59%													
Fev/19			60272		66070		62972		65756		60438		66113														
%						6.05%		1.01%		7.73%		26.22%		11.90%		2.70%											
Mar/19					62299		64163		64342		58729		67113		66934												
%								0.86%		5.42%		22.65%		13.59%		2.70%		27.11%									
Abr/19							63614		62980		56333		64774		68611		70077										
%										3.19%		17.65%		9.64%		5.27%		38.35%		0.74%							
Mai/19									61036		53306		64201		70111		69377		71904								
%											11.33%		8.67%		7.57%		36.97%		8.58%		0.39%			#DIV/0!			
Jun/19											47883		58897		61559		61781		67880		65997			34645			
%														1.38%		5.55%		21.97%		2.50%		2.40%			#DIV/0!		
Jul/19													59081		67900		59981		67880		65497			35445			
%															4.18%		18.42%		2.50%		1.63%				#DIV/0!		
Ago/19															65175		53813		66549		64947			34145			
%																	6.24%		0.49%		0.77%				#DIV/0!		
Set/19																	50653		65087		63586			34316			
%																			1.72%		1.34%				#DIV/0!		
Out/19																			66224		66086			35316			
%																					2.54%					#DIV/0!	
Nov/19																					64449			33989			
%																										#DIV/0!	
Dez/19																									669378		
%																										6.32%	
MAPE		3.59%		1.15%		5.33%		1.10%		7.02%		22.76%		9.80%		4.66%		24.84%		2.75%		1.51%		#DIV/0!	7.68%	3.88%	

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Na Tabela 13 são encontrados três resultados MAPE que possibilitam fazer três diferentes análises apresentadas a seguir.

O cálculo do MAPE para o volume total do *budget* com o volume total de aços produzidos nos mostra a eficiência da previsão do *budget*. Na situação apresentada na Tabela 13 o resultado encontrado é de 6,32%. Essa análise acaba não satisfazendo o objetivo do trabalho por não considerar a previsão dos *forecasts*, sendo então descartada.

A média dos erros entre o último e o penúltimo *forecast* mostra a eficiência da previsão para o mês seguinte. Na Tabela 13 o resultado encontrado é 3,88%. Para o presente trabalho essa informação acaba não contribuindo com o seu objetivo por analisar apenas uma visão de curto prazo.

A média das médias mensais, que na Tabela 13 resultou em 7,68%, evidencia o erro médio de todas as previsões dos meses de janeiro a novembro. Por esse motivo esse cálculo será escolhido para fazer a comparação de todos os aços já apresentados na Tabela 1, pois, diferente dos demais resultados apresentados anteriormente, esse nos permite analisar as informações de uma maneira geral. O objetivo é identificar se existe algum caso em que os erros de previsão são muito discrepantes dos demais, já que, analisando o valor total encontrado, não é possível chegar a essa conclusão.

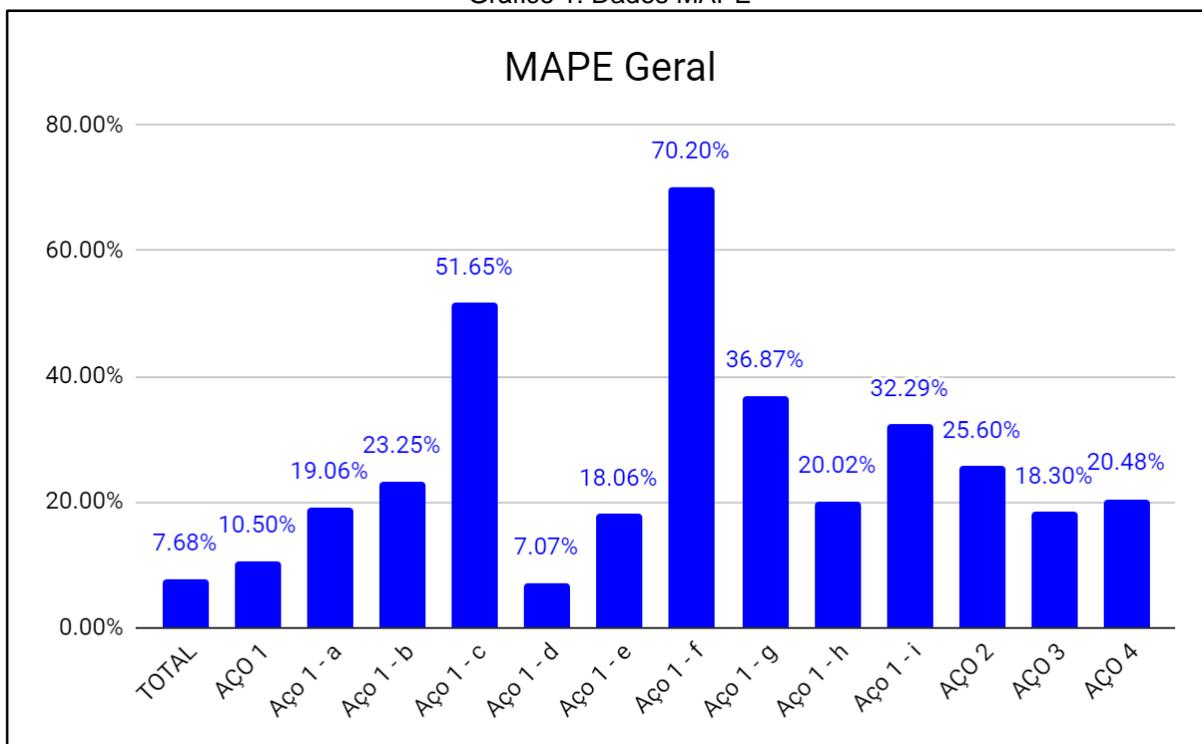
Realizando o mesmo procedimento feito na Tabela 13 para cada um dos grupos de aços da Tabela 1, apresentados nos Apêndice A ao M, foi possível encontrar os seguintes resultados da Tabela 14 e do Gráfico 1:

Tabela 14: Comparando os dados MAPE

	Esperado	Realizado	MAPE - Budget	MAPE - Forecast	MAPE Geral
TOTAL	711678	669378	6.32%	3.88%	7.68%
AÇO 1	378849	332035	14.10%	3.51%	10.50%
Aço 1 - a	158135	128393	23.16%	10.82%	19.06%
Aço 1 - b	13884	13083	6.12%	9.66%	23.25%
Aço 1 - c	12797	8400	52.35%	31.67%	51.65%
Aço 1 - d	10014	10560	5.17%	0.00%	7.07%
Aço 1 - e	29984	44024	31.89%	7.63%	18.06%
Aço 1 - f	79368	53549	48.22%	44.50%	70.20%
Aço 1 - g	14279	18162	21.38%	23.95%	36.87%
Aço 1 - h	52913	44024	20.19%	7.63%	20.02%
Aço 1 - i	7475	11840	36.87%	26.88%	32.29%
AÇO 2	59544	56730	4.96%	14.75%	25.60%
AÇO 3	124102	118795	4.47%	11.09%	18.30%
AÇO 4	149183	161818	7.81%	9.17%	20.48%

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Gráfico 1: Dados MAPE



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

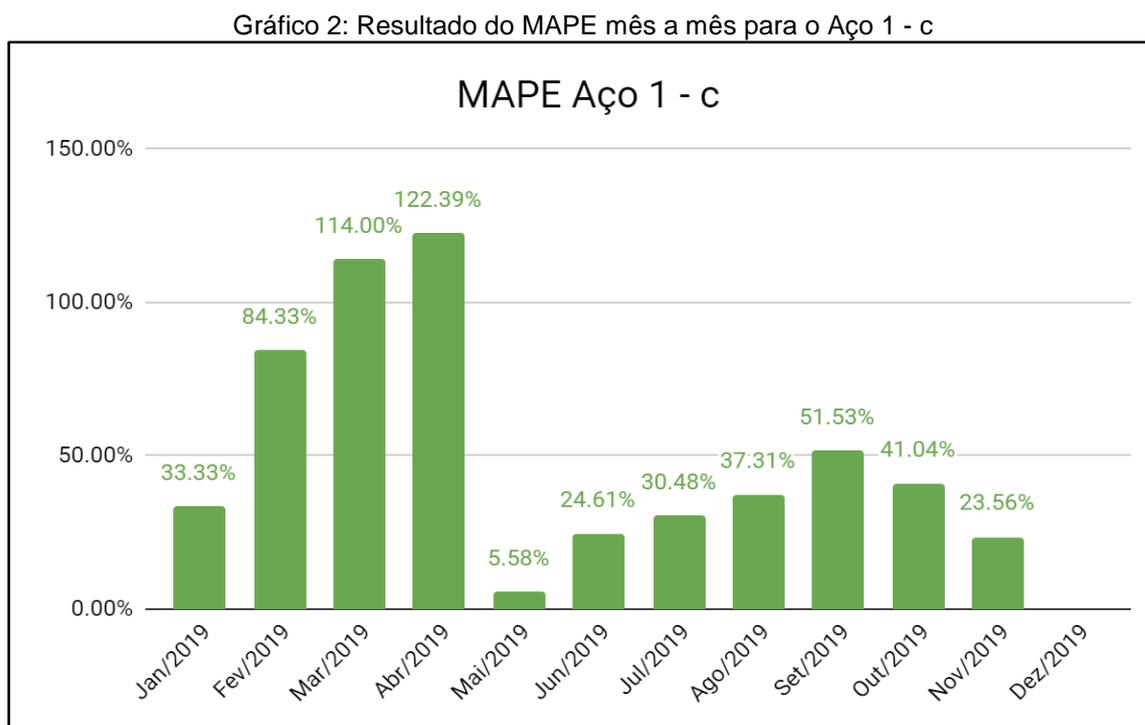
Na Tabela 14 estão apresentados os dados nas colunas da seguinte forma, considerando os meses de janeiro a novembro: primeiro, os grupos de aço produzidos pela empresa; segundo, o valor total de produção previsto pelo *budget* de todos os aços; terceiro, a soma de todos os últimos volumes apresentados em cada mês pelo *forecast*, considerados como produção real; quarto, a análise MAPE entre o *budget* e a produção real; quinto, a análise MAPE entre os últimos e os

penúltimos valores dos *forecasts* de cada mês; e sexta, a análise MAPE de todas as previsões comparadas com o volume real.

Destacados de azul, na primeira coluna, estão os aços que utilizam das ligas de manganês e titânio, já apresentadas neste trabalho, e destacado de vermelho, os valores MAPE que, quanto mais intensa a cor, mais distância de zero, valor ideal de acordo com Khoury (2011).

Através da Tabela 14 e do Gráfico 1 é possível observar a diferença entre as médias encontradas nos cálculos MAPE para cada aço. Com isso, os cinco aços com valores mais distantes de zero são, do maior para o menor, Aço 1-f, Aço 1-c, Aço 1-g, Aço 1-i, e Aço 2. Dentre esses cinco casos, dois deles utilizam das ligas de manganês e de titânio em sua produção, como é possível observar na Tabela 14.

Nos Gráficos 2 e 3 a seguir estão demonstradas as médias mensais dos erros de previsão calculadas de acordo com a metodologia MAPE, apresentada por Khoury (2011), dos Aços 1-c e 1-i. Os dados analisados foram retirados do *Budget* e dos *Forecasts* dos meses de janeiro a novembro.

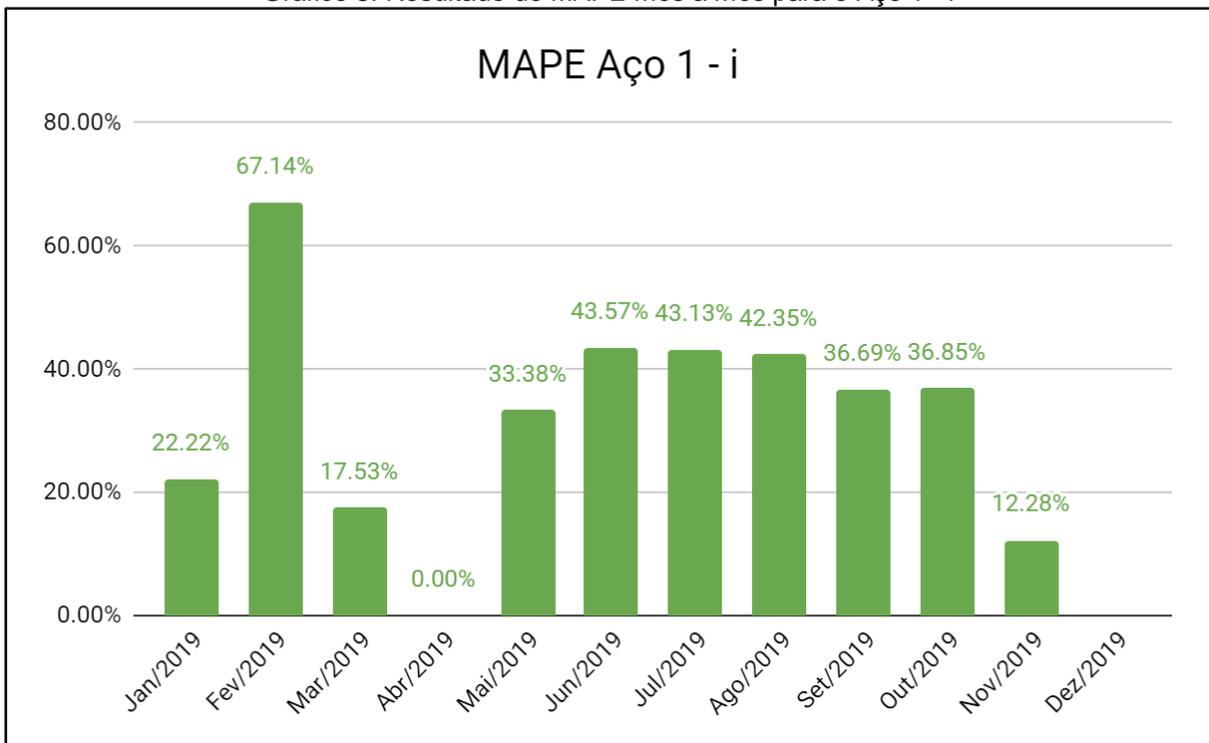


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O Aço 1 - c foi o aço que apresentou a segunda maior média nos erros de previsão, de acordo com a Tabela 14. Para sua produção, são utilizadas as ligas de

manganês, mais exatamente do ferro manganês alto carbono, e das ligas de titânio. Através do Gráfico 2 é possível perceber que, dentre os quatro primeiros meses do ano, estão os maiores erros de previsão, ultrapassando a margem de 100% nos meses de março e abril. Depois de uma queda drástica em maio, as porcentagens voltam a crescer, parando no mês de setembro, e em seguida, diminuem novamente.

Gráfico 3: Resultado do MAPE mês a mês para o Aço 1 - i



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O Aço 1 - i, quarto maior erro de acordo com a Tabela 14, utiliza o ferro manganês para sua produção. O maior erro de previsão, de acordo com o Gráfico 3, ocorre no primeiro trimestre do ano, no mês de fevereiro. Em abril é obtido um resultado totalmente satisfatório, uma média de 0%, indicando que o valor previsto inicialmente foi mantido e cumprido. Mas, no decorrer do ano, as médias voltam a aumentar, tendo uma diminuição significativa apenas em novembro.

Por fim, através das análises percentuais das médias foi possível entender melhor quais os aços apresentam os maiores erros em sua previsão. Tendo em vista quais matérias primas são utilizadas em sua produção, é necessário ter conhecimento do erro nas dimensões de volume. Para chegar a esses dados foram utilizados os cálculos MAD, apresentados por Khoury (2011).

4.3.1.2. Média Absoluta dos Erros de Previsão

Com o objetivo de analisar a diferença de volumes entre as previsões de produção dos aços tidos com maior média percentual absoluta de acordo com a Tabela 14, foi utilizada a metodologia MAD, apresentada por Khoury (2011). Para isso, é calculada a média do módulo do resultado da subtração entre os valores realizados e previstos.

Nas Tabela 15 e 16 são apresentados os valores encontrados no *budget* e nos *forecasts*, referente a produção dos Aços 1 - c e 1 - i, respectivamente. Na primeira linha estão as previsões de produção do *budget*, e nas demais, identificadas com os meses do ano de 2019, estão as previsões de produção dos *forecasts*. Nas colunas e linhas, identificadas como Dif, estão as diferenças entre os valores realizados e previstos, destacados na cor vermelha sendo intensificados nos maiores volumes.

Na última linha das mesmas tabelas, identificada como MAD, desconsiderando as duas últimas células, são apresentadas as médias absolutas dos erros mês a mês. Na penúltima coluna, identificada como Total, estão as somas das previsões do *budget* e das produções realizadas enviadas pelo *forecast*, ambas de janeiro a novembro. Nesta mesma coluna também começam a ser apresentados os resultados, como a média das médias mensais, na última linha. Por fim, na última coluna, estão apresentadas a diferença entre a previsão total do *budget* e do valor total de produção, de janeiro a novembro, e a média calculada da diferença entre as últimas e penúltimas previsões enviadas nos *forecasts*.

Tabela 15: MAD Aço 1 - c

Aço 1 - c	Jan/19	Dif.	Fev/19	Dif.	Mar/19	Dif.	Abr/19	Dif.	Mai/19	Dif.	Jun/19	Dif.	Jul/19	Dif.	Ago/19	Dif.	Set/19	Dif.	Out/19	Dif.	Nov/19	Dif.	Dez/19	Dif.	Total	Dif.
BUGET	1200		1209		1164		1285		1151		1179		1168		1142		1105		1108		1086		1201		12797	
Dif.		300		759		714		835		251		279														
Jan/19	900		450		825		984		900		900															
Dif.				0		375		534		0		0		182												
Fev/19			450		900		984		900		900		900													
Dif.						450		534		0		0		450		358										
Mar/19					450		750		900		750		900		900											
Dif.								300		0		150		450		600		505								
Abr/19							450		900		450		900		900		900									
Dif.									0		450		450		600		300		658							
Mai/19									900		450		863		900		900		900							
Dif.											450		487		600		300		450		636		1201			
Jun/19											900		900		900		900		450		450		0			
Dif.													450		600		300		0		0		0		0	
Jul/19													1350		900		900		450		450		0			
Dif.															600		300		0		0		0		0	
Ago/19															1500		450		450		450		0			
Dif.																	150		0		0		0		0	
Set/19																	600		450		450		0			
Dif.																			0		0		0		0	
Out/19																			450		450		0			
Dif.																					0		0		0	
Nov/19																					450		0			
Dif.																							0		0	
Dez/19																									8400	
MAD		300		380		513		551		50		222		412		560		309		185		106		172	326	245

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Tabela 16: MAD Aço 1 - i

Aço 1 - i	Jan/19	Dif.	Fev/19	Dif.	Mar/19	Dif.	Abr/19	Dif.	Mai/19	Dif.	Jun/19	Dif.	Jul/19	Dif.	Ago/19	Dif.	Set/19	Dif.	Out/19	Dif.	Nov/19	Dif.	Dez/19	Dif.	Total	Dif.
BUGET	1120		416		531		1120		488		509		796		647		785		544		519		1120		7475	
Dif.		320		704		589		0		552		131														
Jan/19	1440		320		1120		1120		488		509															
Dif.				800		0		0		552		131		484												
Fev/19			1120		1120		1120		488		509		796													
Dif.						0		0		552		131		484		473										
Mar/19					1120		1120		1120		1120		796		647											
Dif.								0		80		480		484		473		65								
Abr/19							1120		1040		1120		790		650		1120									
Dif.										0		480		490		470		400								
Mai/19									1040		320		790		650		1120		500							
Dif.											320		490		470		400								601	1120
Jun/19											640		400		640		480		480						0	
Dif.													880		480		240								32	0
Jul/19													1280		640		480		480						0	
Dif.																480		240							32	0
Ago/19															1120		480		1120						0	
Dif.																		240							0	0
Set/19																	720		1120						0	0
Dif.																									80	0
Out/19																			1120						0	0
Dif.																									80	0
Nov/19																				1120					0	0
Dif.																									0	4365
Dez/19																									11840	
MAD		320		752		196		0		347		279		552		474		264		413		138		160	340	284

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Através das Tabelas 15 e 16, apresentadas anteriormente, é possível encontrar os seguintes resultados: a média das médias mensais, 326 e 340 toneladas; a média das diferenças entre o último e o penúltimo *forecast*, 245 e 284 toneladas; e a diferença entre a soma das previsões do *budget* e a soma dos últimos valores do *forecast*, ambas de janeiro a novembro, 4397 e 3425.

Para melhor entender o impacto destas diferenças para os volumes de matérias primas, nas tabelas a seguir (Tabelas 17 a 22), foram multiplicados cada um dos resultados pelo consumo específico dos materiais para a produção dos aços. Além disso, nas mesmas tabelas, com o objetivo de visualizar o impacto econômico que o erro de previsão de produção pode provocar para a empresa, foi calculado o valor médio do custo de compra dessas matérias primas, retirados das faturas recebidas do ano de 2019, e multiplicado pela quantidade que seria consumida de cada um deles.

O custo médio para compra de cada uma das três matérias primas apresentadas segue o termo internacional de comércio (*Incoterms*), custo e frete, ou CFR (*Cost and Freight*). De acordo com o ministério da economia do governo brasileiro (2010), considerando transportes marítimos, isso significa que o fornecedor tem a responsabilidade e obrigação de arcar com todos os custos de importação até a chegada do material ao porto de destino, a partir disso os custos e riscos passam para o comprador. Com o objetivo de manter sigilo sobre o custo total do material importado, para o presente trabalho, foi considerado apenas o custo com fornecedor em dólares americanos, desconsiderando os outros custos envolvidos no processo.

Nas Tabelas 17 e 18 estão apresentados os impactos de consumo e custo das matérias primas, através da comparação do *budget* com o volume de produção real, dos meses de janeiro a novembro. Foi identificado o aço em questão, a quantidade diferida, a matéria prima, o seu consumo total, o custo da tonelada e o custo multiplicado, nessa ordem de colunas. O custo total destes materiais para produção deste aço é apresentado na última linha, destacada como total.

Tabela 17: Consumo e Custo - Budget - Aço 1-c

AÇO	DIF. (t)	MATÉRIA PRIMA	CONSUMO (t)	CUSTO p/ t (\$)	CUSTO CONSUMO (\$)
Aço 1 - c	4397	FeMn	87.94	\$1,111.51	\$97,746.41
		FeTi	12.20	\$5,034.23	\$61,425.99
		Ti Esponja	4.40	\$8,290.00	\$36,451.13
		TOTAL			\$195,623.53

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Tabela 18: Consumo e Custo - Budget - Aço 1-i

AÇO	DIF. (t)	MATÉRIA PRIMA	CONSUMO (t)	CUSTO p/ t (\$)	CUSTO CONSUMO (\$)
Aço 1 - i	3245	FeMn	64.90	\$1,111.51	\$72,137.16
		FeTi	9.00	\$5,034.23	\$45,332.58
		Ti Esponja	3.25	\$8,290.00	\$26,901.05
		TOTAL			\$144,370.79

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A soma dos dois valores totais para a produção de ambos os aços utilizando as três matérias primas de acordo com a diferença do previsto pelo *budget* para o real é \$339.994,32.

Nas Tabelas 19 e 20 estão apresentados os impactos de consumo e custo das matérias primas, através da comparação do último e penúltimo valor enviado pelos *forecasts*, dos meses de janeiro a novembro. A ordem das informações nas colunas das tabelas segue a mesma distribuição já apresentada para as Tabelas 18 e 19.

Tabela 19: Consumo e Custo - Forecast - Aço 1-c

AÇO	DIF. (t)	MATÉRIA PRIMA	CONSUMO (t)	CUSTO (\$)	CUSTO CONSUMO (\$)
Aço 1 - c	245	FeMn	4.91	\$1,111.51	\$5,456.52
		FeTi	0.68	\$5,034.23	\$3,428.99
		Ti Esponja	0.25	\$8,290.00	\$2,034.82
		TOTAL			\$10,920.33

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Tabela 20: Consumo e Custo - Forecast - Aço 1-i

AÇO	DIF. (t)	MATÉRIA PRIMA	CONSUMO (t)	CUSTO (\$)	CUSTO CONSUMO (\$)
Aço 1 - i	284	FeMn	5.67	\$1,111.51	\$6,305.31
		FeTi	0.79	\$5,034.23	\$3,962.39
		Ti Esponja	0.28	\$8,290.00	\$2,351.35
		TOTAL			\$12,619.05

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A soma dos dois valores totais para a produção de ambos os aços utilizando as três matérias primas de acordo com a diferença dos *forecasts* é \$23.539,37.

Nas Tabelas 21 e 22 estão apresentados os impactos de consumo e custo das matérias primas, através do cálculo da média das médias dos meses de janeiro a novembro. A ordem das informações nas colunas das tabelas também segue a mesma distribuição já apresentada para as Tabelas 17 e 18.

Tabela 21: Consumo e Custo - Média das médias - Aço 1-c

AÇO	DIF. (t)	MATÉRIA PRIMA	CONSUMO (t)	CUSTO (\$)	CUSTO CONSUMO (\$)
Aço 1 - c	326	FeMn	6.52	\$1,111.51	\$7,246.96
		FeTi	0.90	\$5,034.23	\$4,554.15
		Ti Esponja	0.33	\$8,290.00	\$2,702.50
TOTAL					\$14,503.61

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Tabela 22: Consumo e Custo - Média das médias - Aço 1-i

AÇO	DIF. (t)	MATÉRIA PRIMA	CONSUMO (t)	CUSTO (\$)	CUSTO CONSUMO (\$)
Aço 1 - i	340	FeMn	6.79	\$1,111.51	\$7,548.25
		FeTi	0.94	\$5,034.23	\$4,743.48
		Ti Esponja	0.34	\$8,290.00	\$2,814.86
TOTAL					\$15,106.59

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A soma dos dois valores totais para a produção de ambos os aços utilizando as três matérias primas de acordo com a média das médias mensais é \$29.610,20.

Diante dos dados apresentados, é necessário questionar se o método utilizado atualmente pela empresa para a previsão de demanda de compra de matérias primas está sendo satisfatório e se existe na literatura outros métodos que poderiam auxiliar nessa previsão.

5. CONCLUSÃO

De acordo com Lemos (2016), a previsão de demanda é muito importante para a tomada de decisões em nível gerencial, pois ela fornece informações básicas para o planejamento e controle da organização. Ainda segundo o autor, ela tem como papel principal avaliar as incertezas e os riscos do mercado. Com isso, fica claro a importância de avaliar o método utilizado atualmente pela empresa para entender se o mesmo está cumprindo com o objetivo da organização, de manter o menor estoque sem comprometer o bom funcionamento dos processos.

Para buscar as bases de dados do trabalho foram realizadas pesquisas de campo, pesquisas bibliográficas e entrevistas não estruturadas com integrantes de duas equipes da empresa, com o objetivo de melhor entender o desenvolvimento da previsão de demanda. No decorrer do processo foram encontradas limitações para propor projetos, por não ter apoio de softwares especializados, para obter informações, por envolver dois departamentos diferentes que não estão totalmente interligados e ter uma base de literatura, por não encontrar um estudo que faça as previsões de acordo com o modelo proposto pela empresa em questão. Tendo essas considerações, todas as observações foram documentadas para, posteriormente, poderem ser analisadas.

A análise do modelo de previsão de demanda de matérias primas, praticada atualmente na empresa, nos apresentou, de forma macro, que o erro de previsão está relativamente baixo. Mas, quando analisamos cada um dos grupos de aços produzidos, é possível perceber que dentre eles existem casos em que a média dos erros entre os valores pode chegar em até 70% de diferença. Nos casos mais críticos foram aprofundadas as análises fazendo ligação com as matérias primas tidas como foco deste trabalho.

Para os cinco grupos de aço que apresentaram maiores erros de previsão foram selecionados dois que utilizam das matérias primas apresentadas em sua produção. A partir disso, foram identificadas as taxas dos erros mês a mês, os volumes médios que diferenciam o valor previsto do valor real, a quantidade de matéria prima que esse volume representa e a visão contábil dessa quantidade de material. Em todos os casos foi possível obter três visões diferentes sobre os dados apresentados.

Considerando os valores contábeis encontrados a partir do custo CFR médio do ano de 2019 para a compra dos materiais, encontramos três valores totais que, inicialmente, comparando com o faturamento do ano de 2018 divulgados pela empresa em suas redes sociais, parece não muito relevante. Mas vale destacar que nesta análise estão sendo considerados apenas dois grupos de ligas utilizadas como matéria prima pela empresa. O que pode significar que, como uma análise geral, podem ser encontrados valores mais importantes.

Wernke et al. (2011) consideram que a gestão de suprimentos permite avaliar os níveis de insumos, proporcionando uma possível economia financeira. Tendo o autor como base, é possível afirmar que é responsabilidade do setor de Gerência de Matérias Primas (PSM) buscar por formas de reduzir o custo com as compras realizadas. Através das pesquisas na literatura foi possível encontrar casos como o do autor Mancuzo (2003) que utiliza de softwares para fazer a previsão de demanda.

Khoury (2011) apresenta em seu trabalho uma lista com 20 programas que podem auxiliar no processo de previsão de demanda. Os softwares apresentados por ele, em sua maioria, analisam todo o histórico de compra, comparam os diversos modelos encontrados na literatura e, por fim, apresentam a melhor previsão de demanda de acordo com o prazo proposto. Vale lembrar que, para trabalhar com esses programas, é necessário um investimento financeiro da organização.

Então, como possibilidade de estudos futuros, é proposto um estudo mais aprofundado, envolvendo todas as matérias primas, do modelo atual de previsão de demanda de matérias para concluir se o investimento é realmente necessário e satisfatório para a indústria em questão.

REFERÊNCIAS

ALONSO JUNIOR, N.; EVANGELISTA, A. A.; RAMOS, A. L.; ALONSO, V. L. C.; BRAGA JUNIOR, S. - A Importância do Pcp na Gestão da Pme - In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 8., 2011. São Paulo: UNINOVE; UNIP; UMC, 2011.

Aperam no mundo - Disponível em: <<http://brasil.aperam.com/institucional/aperam/aperam-no-mundo/>> .

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AÇO INOXIDÁVEL (ABINOX). **ABC do Aço Inox**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.abinox.org.br/site/aco-inox-abc-do-aco-inox.php>.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª. ed. [S. l.]: Bookman, 2006.

CARVALHO, P. S. L.; MESQUITA, P. P. D.; ARAÚJO, E. D. G. Sustentabilidade da siderurgia brasileira: eficiência energética, emissões e competitividade. BNDES Setorial, v. 41, p. 181-236, 2015

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro - Planejamento, programação e controle da produção: 5. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007.

DE MARI, Gustavo. **Previsão de demanda: O Guia Definitivo**. [S. l.], 21 fev. 2017. Disponível em: <https://www.providentia.com.br/blog/previsao-de-demanda-o-guia-definitivo/>.

DIAS, M.A.P, Administração de Materiais: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

D'NITTIS, Louise - Vantagens e desvantagens de manter o estoque mínimo - 29 de Maio de 2017 - Disponível em:<<https://www.erpflex.com.br/blog/estoque-minimo>>.

D'SANTOS, G. Q. V.; MARQUES JÚNIOR, J. A.; BERNARDO, Y. N. S. - Previsão de demanda: revisão bibliográfica e análise acadêmica atual - In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. Minas Gerais: UNIFEI, 2015.

FAGUNDES, Luiz Antônio - Título: Administração de materiais: indústria, comércio e pública: teoria e prática: 1. ed. Coronel Fabriciano - MG: AG - Artes Gráficas, 1996.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo - Métodos de pesquisa - 1. Ed., Editora da UFRGS - Porto Alegre: UAB/UFRGS, 2009.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GÜNTHER, Hartmut - Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão? - Psicologia: Teoria e Pesquisa - Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Processo Siderúrgico**: Introdução. 2015. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/processo.html>. Acesso em: 27 nov. 2019.

KHOURY, F. K. C. B. **Minimização de custos de produção via programação inteira mista: estudo de caso de planejamento de produção de luminárias**. Orientador: Profa. Fernanda Maria Pereira Raupp. 2011. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.

KOTLER, Philip – Administração de Marketing – 10. Ed., 7. reimpressão – Tradução: Bazán Tecnologia e Lingüística; revisão técnica: Arão Sapiro. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KRAJEWSKI, LEE J. *et al.* **Administração de Produção e Operações**. 8ª. ed.: Pearson Education do Brasil, 2009.

LE MOS, Fernando de Oliveira - A importância da Previsão de Demanda no processo de tomada de decisão, 2015 - Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=3370#.XRkGwetKjIU>>. Rio Grande do Sul: PUCRS.

LOPES, Christian Botelho; D'SILVA, Renan Henrique; ROCHA, Willian Afonso. Sistemas de produção MRP & MRP II - In: Congresso de Pesquisa Científica: Inovação, Ética e Sustentabilidade, 2.- Anais de Trabalhos Premiados. Garça/SP: FATEC.

MACANGNIN, THIAGO. **Aprenda usar as técnicas de forecasting para à tomada de decisões gerenciais**: Descubra agora quais os conhecimentos e habilidades são necessários para você conseguir implementar o forecasting dentro da sua empresa. 2 set. 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/forecasting>.

MANCUZO, Fernando. **Análise e previsão de Demanda: Estudo de caso em uma empresa distribuidora de rolamentos**. Orientador: Professor Dr. Leonardo Rocha de Oliveira. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestre em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Incoterms 2010. **Aprendendo a exportar**: CFR. 2010. Disponível em: <http://www.aprendendoaexportar.gov.br/index.php/43-como-exportar/negociando-com-o-importador/incoterms/625-cfr>.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 1996.

PASCOAL, Geremias de Oliveira; RIBEIRO JUNIOR, José Ivo - Determinações dos estoques de segurança para os diferentes tipos de bobinas utilizadas na produção de armários de cozinha de aço - SAEPRO: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, 9., 2014. Viçosa/MG: UFV, 2014.

PEIXOTO, E. C.; PINTO, R. - Gerenciamento de estoques via previsão de vendas agregadas utilizando simulação. Produção, v. 16, n. 3, p. 569-581, 2006.

FRANCISCHINI, Paulino G.; GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração de Materiais e do Patrimônio**. Pioneira Thomson, 2002.

RUSSOMANO, Victor Henrique. PCP: Planejamento e controle da produção. 6.ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SANTOS, Ana Carolina Lopes; D'OLIVEIRA NETO, Mario Santos - Análise e previsão de demanda como ferramenta para controle de estoque: estudo de caso em indústria de equipamentos para piscinas e spas - Centro Universitário Serra dos Órgãos, Teresópolis. Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação, 4., 2018.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. – São Paulo Atlas, 2000.

VARGAS, Rodrigo - MRP – Manufacturing Resources Planning. Planejando materiais e programando produção através do sistema. 2009-2019 - Disponível em: <<https://gestaoindustrial.com/mrp-manufacturing-resources-planning/>>.

VIANA, J. J. Administração de materiais: um enfoque prático. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Visão geral das atividades do PC - Programação e controle da produção para casos especiais: fluxo de informação, 2016 - Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317562456_Programacao_e_controle_da_producao_para_casos_especiais_fluxo_de_informacao>.

WERNKE, Rodney; LEMBECK, Marluce; NASCIMENTO, Fábio de Araújo. Gestão financeira de estoques: estudo de caso em indústria têxtil de médio porte. Revista brasileira de contabilidade. Rio de Janeiro, v.40, nº 190, p.65-75 p., 2011.

APENDICE A - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1

AÇO 1	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	38070		33763		39332		32201		37112		31572		34234		32374		38306		31479		30406		28719		378849	
%		0.37%		12.71%		20.59%		5.85%		29.90%		43.81%														
Jan/19	38210		30015		35741		32202		35112		32571															
%				0.20%		9.58%		5.85%		22.90%		48.38%		19.46%												
Fev/19			29955		33807		31201		30485		28438		30481													
%						3.65%		2.56%		6.70%		29.53%		6.38%		3.63%										
Mar/19					32616		29900		29500		28370		31481		32374											
%							1.72%		3.26%		29.22%		9.85%		3.63%											
Abr/19							30422		29601		26501		29947		33301		39028									
%									3.61%		20.71%		4.50%		6.60%		51.50%			2.38%						
Mai/19									28570		23908		29392		34301		34528		34950							
%											8.90%		2.56%		9.80%		34.03%		8.38%		6.16%		#DIV/0!			
Jun/19											21954		26040		26319		31094		33188		31960		8712			
%													9.14%		15.75%		20.70%		2.91%		1.36%		#DIV/0!			
Jul/19													28658		32000		27094		33188		31960		8712			
%															2.43%		5.17%		2.91%		1.36%		#DIV/0!			
Ago/19															31240		26569		31630		30675		8712			
%																		3.14%		1.92%		5.33%		#DIV/0!		
Set/19																	25761		31630		30752		8920			
%																				1.92%		5.09%		#DIV/0!		
Out/19																			32248		31252		8920			
%																						3.55%		#DIV/0!		
Nov/19																					32401		8373			
%																							#DIV/0!			
Dez/19																							#DIV/0!			
																							#DIV/0!		332035	
MAPE		0.37%		6.46%		11.27%		3.99%		13.27%		30.09%		8.64%		6.97%		27.21%		3.40%		3.81%		#DIV/0!	10.50%	3.51%

APENDICE B - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - A

Aço 1 - a	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	12780		15617		15772		12141		15323		12380		13582		14578		15637		15291		15036		6324		158135	
%		8.84%		14.82%		35.52%		7.50%		2.71%		64.89%														
Jan/19	14020		13946		13736		12442		14074		12659															
%				2.54%		18.03%		10.16%		5.66%		88.61%		44.14%												
Fev/19			13601		11598		11750		12598		10395		11792													
%						0.34%		4.04%		15.55%		38.45%		25.14%		26.22%										
Mar/19					11638		12131		12074		11469		11792		14819											
%							7.41%		19.06%		52.76%		25.14%		28.33%		94.08%									
Abr/19						11294		12669		11744		11792		14819		13000										
%								15.08%		56.42%		25.14%		28.33%		61.35%		12.55%								
Mai/19								14918		9930		11433		14819		12000		15500								
%										32.26%		21.33%		28.33%		48.94%		14.09%				17.47%		#DIV/0!		
Jun/19										7508		9865		11468		10060		13872		12857		3580				
%												4.66%		0.69%		24.86%		2.11%			0.45%			#DIV/0!		
Jul/19												9423		12268		10060		13872		12857		3580				
%														6.23%		24.86%		2.11%			0.45%			#DIV/0!		
Ago/19														11548		10283		12872		13038		3580				
%																27.63%		5.26%			1.86%			#DIV/0!		
Set/19																8057		12580		13170		3790				
%																		7.40%			2.89%			#DIV/0!		
Out/19																		13586		13640		3790				
%																					6.56%			#DIV/0!		
Nov/19																				12800		3650				
%																								#DIV/0!		
Dez/19																								#DIV/0!		
MAPE		8.84%		8.68%		17.96%		7.28%		11.61%		52.23%		24.26%		19.66%		46.95%		7.25%		4.95%		#DIV/0!	19.06%	10.82%

APENDICE C - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - B

Aço 1 - b	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	1020		1174		1084		1250		1526		793		742		1576		1259		1802		1878		1250		13884	
%		0.00%		0.00%	26.37%		32.70%		52.30%		24.91%															
Jan/19	1020		1174		1084		1250		1526		793															
%				0.00%	26.37%		32.70%		52.30%		24.91%		8.98%													
Fev/19			1174		842		942		1002		1056		1300													
%					0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		59.51%		69.10%											
Mar/19					842		942		1002		1056		1300		1576											
%							0.00%		0.00%		0.00%		59.51%		69.10%		49.64%									
Abr/19							942		1002		1056		1300		1576		1200									
%									0.00%		0.00%		59.51%		69.10%		52.00%		0.13%							
Mai/19									1002		1056		1300		1576		1200		1800							
%											0.00%		59.51%		69.10%		52.00%		0.00%		56.50%		#DIV/0!			
Jun/19											1056		815		932		980		1008		983		750			
%													0.00%		0.00%		60.80%		37.00%		18.08%		#DIV/0!			
Jul/19												815		932		980		1008		1008		983		750		
%															0.00%		60.80%		37.00%		18.08%		#DIV/0!			
Ago/19															932		980		1008		983		750			
%																	60.80%		37.00%		18.08%		#DIV/0!			
Set/19																	2500		1300		850		750			
%																			18.75%		29.17%		#DIV/0!			
Out/19																			1600		880		750			
%																					26.67%		#DIV/0!			
Nov/19																					1200		750			
%																							#DIV/0!			
Dez/19																										
%																										
MAPE		0.00%		0.00%		17.58%		16.35%		20.92%		8.30%		41.17%		46.07%		56.01%		21.66%		27.76%		#DIV/0!		23.25%
																										9.66%

APENDICE D - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - C

Aço 1 - C	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%	
BUGET	1200		1209		1164		1285		1151		1179		1168		1142		1105		1108		1088		1201		12797		
%		33.33%		168.67%		158.67%		185.56%		27.89%		31.00%															
Jan/19	900		450	0.00%	825	83.33%	984	118.87%	900	0.00%	900	0.00%	900	13.48%													
%																											
Fev/19			450		900	100.00%	984	118.87%	900	0.00%	900	0.00%	900	33.33%	900	23.87%											
%																											
Mar/19					450		750	66.67%	900	0.00%	750	16.67%	900	33.33%	900	40.00%	900	84.17%									
%																											
Abr/19							450		900	0.00%	450	50.00%	900	33.33%	900	40.00%	900	50.00%	900	146.22%							
%																											
Mai/19								900		450	50.00%	863	36.07%	900	40.00%	900	50.00%	900	100.00%	900	141.33%			#DIV/0!			
%																											
Jun/19									900		900		900	33.33%	900	40.00%	900	50.00%	450	0.00%	450	0.00%	0	0	#DIV/0!		
%																											
Jul/19												1350		900	40.00%	900	50.00%	450	0.00%	450	0.00%	450	0.00%	0	0	#DIV/0!	
%																											
Ago/19															1500	40.00%	450	25.00%	450	0.00%	450	0.00%	0	0	#DIV/0!		
%																											
Set/19																	600		450	0.00%	450	0.00%	0	0	#DIV/0!		
%																											
Out/19																			450	0.00%	450	0.00%	0	0	#DIV/0!		
%																											
Nov/19																					450	0.00%	0	0	#DIV/0!		
%																											
Dez/19																									8400	52.35%	
%																											
MAPE		33.33%		84.33%		114.00%		122.39%		5.58%		24.61%		30.48%		37.31%		51.53%		41.04%		23.56%		#DIV/0!	51.65%	31.67%	

APENDICE E - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - D

Aço 1 - d	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%	
BUGET	960		932		1025		960		1183		1039		1128		1069		991		418		409		960		10014		
%		0.00%		2.92%		6.77%		0.00%		23.23%		8.23%															
Jan/19	960		960		960		960		1183		1039																
%				0.00%		0.00%		0.00%		23.23%		8.23%		17.50%													
Fev/19			960		960		960		1183		1039		1128														
%						0.00%		0.00%		23.23%		8.23%		17.50%		11.35%											
Mar/19					960		960		1120		960		1128		1069												
%								0.00%		16.67%		0.00%		17.50%		11.35%		7.19%									
Abr/19							960		960		960		1120		1060		900										
%										0.00%		0.00%		16.67%		10.42%		6.25%		56.46%							
Mai/19								960		960		1120		1060		900				450							
%										0.00%		0.00%		16.67%		10.42%		6.25%		53.13%		57.40%		#DIV/0!			
Jun/19											960		960		960		960		960		960		960		0		
%													0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0	#DIV/0!	
Jul/19												960		960		960		960		960		960		960		0	#DIV/0!
%															0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0	#DIV/0!	
Ago/19														960		960		960		960		960		960		0	#DIV/0!
%																0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0	#DIV/0!
Set/19																960		960		960		960		960		0	#DIV/0!
%																	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		0	#DIV/0!	
Out/19																			960		960		960		0	#DIV/0!	
%																				0.00%		0.00%		0	#DIV/0!		
Nov/19																					960		960		0	#DIV/0!	
%																							0	#DIV/0!			
Dez/19																								0	#DIV/0!		
%																								0	#DIV/0!		
MAPE		0.00%		1.46%		2.26%		0.00%		17.27%		4.11%		14.31%		7.26%		3.28%		18.26%		9.57%		#DIV/0!	10560	5.17%	
																									10560	0.00%	

APENDICE F - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - E

Aço 1 - e	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	6075		2604		2910		3150		2534		2954		3501		2393		1728		1092		1043		2100		29984	
%		17.39%		17.33%		38.90%		16.84%		31.05%		28.39%														
Jan/19	5175		3263		5288		3150		2534		3954															
%				3.59%		11.02%		16.84%		31.05%		4.15%		3.73%												
Fev/19			3150		5288		3650		2534		2954		3501													
%						11.02%		3.64%		31.05%		28.39%		3.73%		44.99%										
Mar/19					4763		3928		3870		4349		3501		2392											
%								3.70%		5.31%		5.43%		3.73%		45.01%		49.91%								
Abr/19							3788		3835		3800		4090		3050		4000									
%									1.09%		7.88%		21.19%		29.89%		15.94%				71.15%					
Mai/19									3675		3563		4013		3050		4000		3050							
%											13.62%		18.90%		29.89%		15.94%		19.42%				76.23%		#DIV/0!	
Jun/19											4125		3450		3933		3757		4988		4988		0			
%													2.22%		9.59%		8.90%		31.78%				0			#DIV/0!
Jul/19													3375		3450		3757		4988		4988		0			
%															20.69%		8.90%		31.78%				0			#DIV/0!
Ago/19															4350		3428		4090		5088		0			
%																	0.64%		8.06%				0			#DIV/0!
Set/19																	3450		3840		4013		0			
%																			1.45%				0			#DIV/0!
Out/19																			3785		4013		0			
%																							0			#DIV/0!
Nov/19																					4388		0			
%																							0			#DIV/0!
Dez/19																									44024	
MAPE		17.39%		10.46%		20.32%		10.26%		19.91%		14.64%		8.92%		30.01%		16.71%		27.27%		22.76%		#DIV/0!	18.06%	7.63%

APENDICE G - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - F

Aço 1 - f	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	6600		6482		6819		6545		8444		7224		7493		6256		9418		6104		5003		13664		79368	
%		21.43%		57.23%		41.08%		10.56%		402.62%		375.26%														
Jan/19	8400		4799		6340		6548		7944		7224															
%				16.76%		8.91%		10.57%		372.86%		375.26%		30.09%												
Fev/19			4110		6691		5545		5317		6090		5240													
%						3.86%		6.33%		216.49%		300.86%		9.03%		47.55%										
Mar/19					6960		3857		4215		3197		6240		6256											
%							34.85%		150.89%		110.33%		8.33%		47.55%		120.87%									
Abr/19							5920		4640		2451		4740		7256		10518									
%									176.19%		61.25%		17.71%		71.13%		146.67%		4.48%							
Mai/19								1680		2946		4740		8256		7018		9100								
%										93.82%		17.71%		94.72%		64.59%		55.77%		3.09%			#DIV/0!			
Jun/19											1520		3960		2980		9080		5320		3342		4382			
%												31.25%		29.72%		112.95%		8.94%		31.14%		4382		#DIV/0!		
Jul/19												5760		7800		5080		5320		3342		4382		#DIV/0!		
%															83.96%		19.14%		8.94%		31.14%		#DIV/0!			
Ago/19														4240		4760		5920		2384		4382		#DIV/0!		
%																	11.63%		1.34%		50.88%		#DIV/0!			
Set/19																4264		6420		5136		4380		#DIV/0!		
%																		9.89%		5.83%		#DIV/0!				
Out/19																		5842		5136		4380		#DIV/0!		
%																				5.83%		#DIV/0!				
Nov/19																				4853		3973		#DIV/0!		
%																						#DIV/0!				
Dez/19																									53549	
MAPE		21.43%		37.00%		17.95%		15.56%		263.81%		219.43%		19.02%		62.44%		79.31%		14.89%		21.32%		#DIV/0!	70.20%	44.60%

APENDICE H - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - G

Aço 1 - g	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	2240		1084		1139		2600		1385		1137		1140		937		1161		799		657		0		14279	
%		100.00%		51.61%		1.70%		20.37%		92.36%		1.52%														
Jan/19	1120		1840		1120		2600		1385		1136															
%				17.86%		0.00%		20.37%		92.36%		1.43%		50.86%												
Fev/19			2240		1120		2600		1385		1136		1140													
%					0.00%		20.37%		92.36%		1.43%		50.86%		58.17%											
Mar/19					1120		2284		1329		1120		1140		937											
%							5.74%		84.58%		0.00%		50.86%		58.17%		34.03%									
Abr/19							2160		1120		1120		1125		940		890									
%									55.56%		0.00%		51.51%		58.04%		49.43%		28.66%							
Mai/19								720		1120		1120		1120		940		890		800						
%									0.00%		0.00%		51.72%		58.04%		49.43%		28.57%		70.70%		#DIV/0!			
Jun/19										1120		2240		1573		1120		1120		1120		2240		0		
%												3.45%		29.78%		36.36%		0.00%		0.00%	0.09%		#DIV/0!			
Jul/19												2320		1600		1120		1120		1120		2240		0		
%														28.57%		36.36%		0.00%		0.00%	0.09%		#DIV/0!			
Ago/19														2240		1800		1120		1120		1568		0		
%																2.27%		0.00%		0.00%	30.06%		#DIV/0!			
Set/19																1760		1120		1120		1120		0		
%																	0.00%		0.00%		50.04%		#DIV/0!			
Out/19																		1120		1120		1120		0		
%																					60.04%		#DIV/0!			
Nov/19																					2242		0			
%																							#DIV/0!			
Dez/19																							0			
%																							#DIV/0!		18162	
MAPE		100.00%		34.73%		0.57%		16.71%		83.44%		0.73%		43.21%		48.46%		34.65%		9.54%		33.50%		#DIV/0!	36.87%	23.95%

APENDICE I - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - H

Aço 1 - h	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	6075		4265		6908		3150		5078		4357		4684		3778		6322		4521		4775		2100		52913	
%		17.39%		35.40%		24.04%		16.84%		38.18%		5.62%														
Jan/19	5175		3263		5288		3150		5078		4357															
%				3.59%		11.02%		16.84%		38.18%		5.62%		38.79%												
Fev/19			3150		5288		3650		5078		4357		4684													
%						11.02%		3.64%		38.18%		5.62%		38.79%		13.15%										
Mar/19					4763		3928		3870		4349		4684		3778											
%								3.70%		5.31%		5.43%		38.79%		13.15%		83.25%								
Abr/19							3788		3835		3800		4090		3050		6500									
%										1.09%		7.88%		21.19%		29.89%		88.41%		19.45%						
Mai/19									3675		3563		4013		3050		6500		3050							
%												13.62%		18.90%		29.89%		88.41%		19.42%		8.82%		#DIV/0!		
Jun/19											4125		3450		2933		3757		4988		4988		0			
%														2.22%		32.57%		8.90%		31.78%		13.67%		#DIV/0!		
Jul/19													3375		3450		3757		4988		4988		0			
%																20.69%		8.90%		31.78%		13.67%		#DIV/0!		
Ago/19															4350		3428		4090		5088		0			
%																	0.64%		8.06%		15.91%		#DIV/0!			
Set/19																	3450		3840		4013		0			
%																			1.45%		8.55%		#DIV/0!			
Out/19																			3785		4013		0			
%																					8.55%		#DIV/0!			
Nov/19																					4388		0			
%																							#DIV/0!			
Dez/19																								#DIV/0!		
MAPE		17.39%		19.49%		15.36%		10.26%		24.19%		7.30%		26.44%		23.22%		46.42%		18.66%		11.53%		#DIV/0!	20.02%	7.63%

APENDICE J - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 1 - I

Aço 1 - i	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%	
BUGET	1120		416		531		1120		488		509		796		647		785		544		519		1120		7475		
%		22.22%		62.86%		52.59%		0.00%		53.08%		20.47%															
Jan/19	1440		320		1120		1120		488		509																
%				71.43%		0.00%		0.00%		53.08%		20.47%		37.81%													
Fev/19			1120		1120		1120		488		509		796														
%					0.00%		0.00%		53.08%		20.47%		37.81%		42.23%												
Mar/19					1120		1120		1120		1120		796		647												
%						0.00%		0.00%		7.69%		75.00%		37.81%		42.23%		9.03%									
Abr/19							1120		1040		1120		790		650		1120										
%								0.00%		0.00%		75.00%		38.28%		41.96%		55.56%		51.43%							
Mai/19								1040		320		790		650		1120		500									
%									50.00%		38.28%		41.96%		55.56%		55.56%		53.66%		53.66%		#DIV/0!				
Jun/19										640		400		640		480		480		1152		0		0			
%											68.75%		42.86%		33.33%		57.14%		2.86%		2.86%		#DIV/0!				
Jul/19											1280		640		480		480		480		1152		1152		0		
%												42.86%		33.33%		57.14%		2.86%		2.86%		2.86%		#DIV/0!			
Ago/19														1120		480		1120		1120		1120		0			
%															33.33%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%		#DIV/0!		
Set/19															720		1120		1120		1040		0				
%																0.00%		0.00%		7.14%		7.14%		0			
Out/19																	1120		1120		1040		0				
%																					7.14%		7.14%		0		
Nov/19																					1120		0				
%																							#DIV/0!				
Dez/19																							0				
%																							#DIV/0!				
MAPE		22.22%		67.14%		17.53%		0.00%		33.38%		43.57%		43.13%		42.35%		36.69%		36.85%		12.28%		#DIV/0!	32.29%	26.88%	

APENDICE K - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 2

AÇO 2	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	6000		3034		6000		6068		6000		6000		6000		6000		6000		5360		3082		3000		59544	
%		97.82%		43.92%		46.34%		12.92%		6.08%		52.48%														
Jan/19	3033		5902		6067		6068		6000		6000															
%			9.09%		47.98%		12.92%		6.08%		52.48%		14.33%													
Fev/19			5410		4345		7068		6000		6000		6000													
%					5.98%		1.44%		6.08%		52.48%		14.33%		1.12%											
Mar/19					4100		6968		6000		6065		6000		6000											
%							0.03%		6.08%		54.13%		14.33%		1.12%		7.60%									
Abr/19							6968		5500		6064		5500		6000		5000									
%									2.76%		54.10%		4.80%		1.12%		10.33%		11.65%							
Mai/19									5656		4960		4800		4800		4800		4860							
%											26.05%		8.54%		20.90%		13.92%		19.89%							
Jun/19											3935		5248		4800		5084		5655		6065		3000			
%													0.00%		20.90%		8.82%		6.79%							
Jul/19													5248		6149		5084		5655		6065		3000			
%															1.33%		8.82%		6.79%							
Ago/19															6068		5374		5658		6080		3000			
%																	3.62%		6.74%							
Set/19																	5576		5658		6080		3000			
%																			6.74%							
Out/19																			6067		5080		3000			
%																										
Nov/19																					4669		3000			
%																										
Dez/19																										
%																										
MAPE		97.82%		26.51%		33.43%		6.82%		5.42%		48.62%		9.39%		7.75%		8.85%		9.77%		27.17%		#DIV/0!	25.60%	14.75%

APENDICE L - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 3

AÇO 3	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	9665		13143		7512		9463		14233		8263		14375		12940		13527		8560		12421		3611		124102	
%		26.34%		19.69%		21.41%		22.23%		18.51%		18.61%														
Jan/19	13121		11561		9628		7463		14233		8263															
%				5.28%		0.72%		3.60%		18.51%		18.61%		73.30%												
Fev/19			10981		11139		6963		14233		8263		14375													
%						16.53%		10.06%		18.51%		18.61%		73.30%		21.33%										
Mar/19					9559		9159		11981		8328		14375		12940											
%							18.30%		0.24%		17.97%		73.30%		21.33%		38.06%									
Abr/19							7742		11850		9147		11375		10440		9527									
%								1.33%		9.90%		37.13%		2.11%		2.75%		37.37%								
Mai/19								12010		10012		11375		11440		11827		9760								
%									1.38%		37.13%		7.27%		20.73%		28.56%				3.01%		#DIV/0!			
Jun/19										10152		9954		10640		9770		9478			10766		10807			
%												20.00%		0.23%		0.27%		30.65%			15.94%		#DIV/0!			
Jul/19												8295		11040		10270		9478			10766		11607			
%														3.52%		4.84%		30.65%			15.94%		#DIV/0!			
Ago/19															10665		11000		12478		14466		8107			
%																	12.26%		8.70%		12.95%		#DIV/0!			
Set/19																	9796		12478		14466		8102			
%																			8.70%		12.95%		#DIV/0!			
Out/19																		13667			13866		8102			
%																						8.27%		#DIV/0!		
Nov/19																					12807		5428			
%																							#DIV/0!		4.47%	
Dez/19																							#DIV/0!		118766	
MAPE		26.34%		12.49%		12.89%		13.55%		11.42%		14.18%		52.36%		9.30%		13.16%		24.11%		11.51%		#DIV/0!	18.30%	11.09%

APENDICE M - CÁLCULO MAPE PARA O AÇO 4

AÇO 4	Jan/19	%	Fev/19	%	Mar/19	%	Abr/19	%	Mai/19	%	Jun/19	%	Jul/19	%	Ago/19	%	Set/19	%	Out/19	%	Nov/19	%	Dez/19	%	Total	%
BUGET	12490		9901		11790		16690		9411		15605		12503		15620		6552		20334		18287		8341		149183	
%		12.83%		28.90%		26.42%		9.70%		36.41%		31.78%														
Jan/19	14328		13750		14712		18690		11411		15605															
%				1.26%		8.19%		1.13%		22.90%		31.78%		25.93%												
Fev/19			13926		16779		17740		15038		17739		15257				15257									
%						4.71%		4.01%		1.61%		49.80%		9.61%		9.20%										
Mar/19					16024		18138		16881		15966		15257		15620											
%							1.86%		13.93%		34.83%		9.61%		9.20%		31.18%									
Abr/19							18482		16029		14621		17952		18870		16522									
%									8.30%		23.47%		6.35%		9.70%		73.55%				42.77%					
Mai/19									14800		14426		18634		19570		18222		22334							
%											21.82%		10.39%		13.77%		91.41%		56.82%		25.49%		#DIV/0!			
Jun/19											11842		18655		19800		15833		19561		17206		12126		12126	
%													10.52%		15.10%		66.31%		37.35%		18.08%		#DIV/0!		#DIV/0!	
Jul/19													16880		18711		17533		19561		16706		12126		12126	
%															8.77%		84.17%		37.35%		14.64%		#DIV/0!		#DIV/0!	
Ago/19															17202		10870		16783		13726		14326		14326	
%																	14.18%		17.84%		5.81%		#DIV/0!		#DIV/0!	
Set/19																	9520		15321		12288		14294		14294	
%																			7.58%		15.67%		#DIV/0!		#DIV/0!	
Out/19																			14242		15888		15294		15294	
%																					9.03%		#DIV/0!		#DIV/0!	
Nov/19																					14572		17188		17188	
%																							#DIV/0!		#DIV/0!	
Dez/19																									161818	
MAPE		12.83%		15.08%		13.11%		4.17%		16.63%		32.24%		12.07%		10.96%		60.13%		33.28%		14.76%		#DIV/0!	20.48%	9.17%

TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "ANÁLISE DE PREVISÃO DE DEMANDA DE MATÉRIA PRIMA PARA UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA" é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 03 de Dezembro de 2019

Leônidas Júnior Henriques Marques

Leônidas Júnior Henriques Marques