

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

PROPOSTA DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA OS FUNDENTES NA ACIARIA
DE UMA USINA SIDERÚRGICA

CAMILA GONZAGA MOURA

JOÃO MONLEVADE

Julho, 2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção



CAMILA GONZAGA MOURA

**PROPOSTA DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA OS FUNDENTES NA ACIARIA
DE UMA USINA 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.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva.

Coorientador: Helton Jackson Costa

João Monlevade

Julho, 2019



M929p

Moura, Camila Gonzaga.

Proposta de gestão de estoques para os fundentes na aciaria de uma usina siderúrgica [manuscrito] / Camila Gonzaga Moura. - 2019.

65f.: il.: color; graf.; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva.

Coorientador: Prof. MSc. Helton Jackson Costa.

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

1. Controle de estoque. 2. Usina siderúrgica. 3. Aço - Indústria. I. Silva, Sérgio Evangelista. II. Costa, Helton Jackson. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 658.5

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br



ATA DE DEFESA

Aos 12 dia do mês de JULHO de 2019, às 13:00 horas, na sala 4303 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção pelo (a) aluno (a) CAMILA GONZAGA MOURA sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Sérgio Evangelista Silva (ORIENTADOR), Edson Jackson Costa (Co-orientador), Alana Deusilan Sester Pereira, Isabela de Carvalho Moraes. O (a) aluno (a) apresentou o trabalho intitulado: PROPOSTA DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA OS FUNDENTES NA ACIARIA DE UMA USINA SIDERÚRGICA.

A comissão examinadora deliberou, pela:

Aprovação

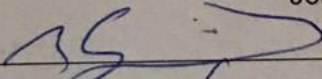
Aprovação com Ressalva - Prazo concedido para as correções:

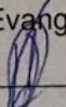
Reprovação com Ressalva - Prazo para marcação da nova banca:

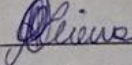
Reprovação

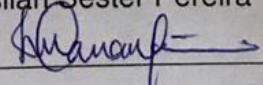
do(a) aluno(a), com a nota 9,5. Na forma regulamentar e seguindo as determinações da resolução COEP 04/2017 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo (a) aluno(a).

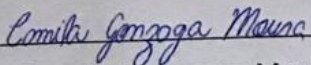
João Monlevade, 12 de Julho de 2019


Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva (Orientador)


Eng. Helton Jackson Costa (Co-orientador)


Profa. Dra. Alana Deusilan Sester Pereira (Membro da Banca)


Profa. Dra. Isabela Carvalho de Moraes (Membro da Banca)


Camila Gonzaga Moura (Discente)



AGRADECIMENTOS

O trabalho de conclusão de curso marca o início do fim de cinco anos de graduação.

Agradeço a todos aqueles que foram presentes nessa trajetória, aos que me transformaram em uma versão melhor e aos que trouxeram felicidade instantânea pelo companheirismo e amizade.

Aos meus pais, Willer e Emília, pelo apoio e amor incondicional, por sempre estarem presentes e serem meu lar, aonde quer que eu esteja. Ao meu irmão Tiago pela parceria e descontração diária

A minha avó Neném, tios, tias, primos e primas pela compreensão e amparo.

Ao Thiago Laia por toda ajuda, incentivo e paciência. A Lola e a Lis por serem motivação e alegria.

Aos meus eternos amigos e aos que a UFOP me presenteou e que dividiram comigo histórias e sonhos.

Em especial a Isabela Avellar que me ensinou tanto sobre amizade e evolução, gratidão por todos os momentos compartilhados.

Agradeço a Universidade Federal de Ouro Preto por ter me proporcionado experiências inesquecíveis durante a minha formação acadêmica e que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. A todos os mestres pelos ensinamentos. Ao meu orientador Sérgio e ao meu coorientador Helton Costa, por toda a motivação e suporte.

Ao meu período de estágio na usina e a todos os profissionais que convivi e que foram professores e amigos. Em especial, Thiago Santos e Alexandre Bornacki.

Caminho em direção a novas experiências e conquistas e sigo com a certeza de que: “O progresso é simultâneo ao processo, basta estarmos atentos ao aqui e agora.”

RESUMO

As companhias siderúrgicas brasileiras viram o padrão de concorrência se alterar ao longo dos anos em decorrência de influências no mercado internacional, que as impulsionaram a buscarem vantagens competitivas e destaque no mercado. A siderurgia é considerada indústria de base e possui uma situação de alta complexidade do ponto de vista de gestão de estoques. O presente trabalho aborda o gerenciamento dos recursos fundentes no contexto da aciaria de uma empresa siderúrgica, tais recursos apresentam demandas regulares e são estocados em diversos silos sem planejamento efetivo quanto à priorização, análise de perecibilidade e proximidade. A partir da elaboração de uma proposta para um novo método de gestão de estoque para os principais fundentes do refino primário pretende-se analisar os impactos que serão causados pela alteração no gerenciamento e armazenagem desses recursos. A pesquisa enquadra-se em um Estudo de Caso por meio de pesquisa aplicada com abordagem quali-quantitativa. Os possíveis benefícios da implementação de um novo sistema de gestão de estoques na empresa estudada foram mensurados através de ferramentas estatísticas e mostraram significativas melhorias no que diz respeito ao aproveitamento de fundentes e do sistema que os engloba, com uma redução de aproximadamente 8% mensal no total de perdas, além da possibilidade de melhor utilização do espaço e promoção da correta utilização dos tipos de materiais de forma a proporcionar um maior valor agregado.

Palavras-chave: Gestão de Estoques, Usina Siderúrgica, Fundentes, Layout.

ABSTRACT

The Brazilian steel companies saw the pattern of competition change over the years as a result of influences in the international market, which encouraged them to seek competitive advantages and market prominence. The steel industry is considered basic industry and has a situation of high complexity from the point of view of inventory management.

The present work deals with the management of the melting resources in the context of the steel mill of a steel company, such resources present regular demands and are stocked in several silos without effective planning as to the prioritization, analysis of perishability and proximity.

From the preparation of a proposal for a new stock management method for the main primary refining fluxes, we intend to analyze the impacts that will be caused by the change in the management and storage of these resources.

The research fits into a Case Study through applied research with a qualitative-quantitative approach. The possible benefits of the implementation of a new inventory management system in the company studied were measured using statistical tools and showed significant improvements in the use of fluxes and the system that encompasses them, with a reduction of approximately 8% per month in total losses, besides the possibility of better use of the space and promotion of the correct use of the types of materials in order to provide a greater added value.

Keywords: Inventory Management, Steel Mill, Fluxes, Layout.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo simplificado de Produção	25
Figura 2 – Composição de Equipamentos na Aciaria.....	28
Figura 3 – Layout Base do Processo.....	35
Figura 4 – Disposição dos Silos	37
Figura 5 – Esquema Espacial	41
Figura 6 – Configuração Atual dos Silos	49
Figura 7- Configuração Proposta dos Silos	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sintetização da Coleta de Dados	32
Tabela 2 - Representação da Tabela Mestre.....	43
Tabela 3 - Análise Comparativa das Situações	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- <i>Pareto</i> dos fundentes no ano de 2017	44
Gráfico 2 - <i>Pareto</i> dos fundentes no ano de 2018	44
Gráfico 3 - Utilização de calcítica e dolomítica em 2017	46
Gráfico 4 - Utilização de calcítica e dolomítica em 2018	46
Gráfico 5 - Comparativo do Recebimento e Consumo de calcítica em 2018	47
Gráfico 6 - Comparativo do Recebimento e Consumo de dolomítica em 2018.....	48
Gráfico 7 - Perdas dos Fundentes	55
Gráfico 8 - Perdas Atuais e Propostas.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

IBS – Instituto Brasileiro de Siderurgia

IABr – Instituto Aço Brasil

EAF – Eletric Arc Furnace

LD – Linz- Donawitz

BOF – Basic Oxygen Furnace

CaO – Óxido de Cálcio

MgO – Óxido de Magnésio

BDMEP – Bando de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	17
1.1.1	Objetivo geral.....	17
1.1.2	Objetivos específicos.....	17
1.2	Justificativa e relevância do trabalho.....	17
1.3	Estrutura do trabalho.....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	Gestão de Estoques	18
2.1.1	Controle de saída de estoque.....	20
2.1.2	Classificação ABC.....	21
2.1.3	Método FIFO	22
2.1.4	Layout de produção	22
2.1.5	Descrição Geral do sistema de produção do aço	24
2.1.5.1	Preparação da carga	25
2.1.5.2	Redução.....	25
2.1.6	Refino.....	25
2.1.6.1	Refino primário	26
2.1.6.2	Refino secundário	26
2.1.6.3	Lingotamento contínuo	26
2.1.7	Laminação	26
2.1.8	Fundentes	27
2.1.9	Sistema de transporte e armazenamento de fundentes.....	29
3	METODOLOGIA	29
3.1	Coleta de dados.....	34
3.2	Análise e Tratamento dos dados.....	34

4	DESENVOLVIMENTO.....	34
4.1	Objeto de estudo	34
4.1.1	Sistema Atual de Armazenamento de fundentes	34
4.1.2	Problemas Enfrentados	37
4.1.2.1	Umidade do Ar	38
4.1.2.2	Geração de Finos	38
4.1.2.3	Layout	39
4.1.2.4	Descarregamento de Carretas.....	39
4.1.2.5	Falta de Integração com a Logística e Suprimentos	43
4.2	Tratamento dos dados	42
4.2.1	Classificação ABC.....	42
4.2.2	Recebimento, Consumo e Perda de Fundentes	45
4.2.3	Proposta do Sistema de Armazenamento atual para o mais eficiente	48
4.2.4	Aplicação do Método FIFO.....	52
5	ANÁLISE DE RESULTADOS	54
5.1	Proposta para Problemas Enfrentados	53
5.2	Perdas dos Fundentes.....	54
5.3	Avaliação do Método FIFO.....	57
6	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A – Roteiro da Entrevista	61

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS,2005) as indústrias siderúrgicas representam um dos alicerces de um país desenvolvido. Constitui-se um segmento de base, ou seja, fornece produtos e equipamentos para todos os outros, sendo assim, de grande valor estratégico para o desenvolvimento de uma nação. Além de possuir uma situação de alta complexidade do ponto de vista de gestão de estoques.

De acordo com Lima e Pessoti (2011), o setor siderúrgico pode ser caracterizado como oligopólio. Entretanto, nos últimos anos o padrão de concorrência vem se alterando em decorrência de influências no mercado internacional que impulsionaram as empresas brasileiras a buscarem vantagens competitivas e destaque no mercado através de diferenciação em custo e atendimento das especificações individuais de seus clientes. Como principal produto deste setor tem-se o aço, que consiste basicamente em uma liga de ferro e carbono, sendo esses, dois elementos encontrados em abundância na natureza (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2015).

Para Gonçalves (2005) o processo de refino primário é o ponto inicial para se obter aço líquido e tal obtenção só é possível em escala industrial através da utilização de dois processos, que são o forno elétrico EAF (*Electric Arc Furnace*) e o LD (*Linz-Donawitz*), também denominado BOF (*Basic Oxygen Furnace*), que se diferenciam basicamente pelo tipo de matéria-prima e energia utilizada para o processamento.

A fabricação de aço líquido pelo processo LD trouxe vantagens sobre os processos tradicionais existentes, principalmente com relação a custos de investimentos operacionais e de capacidade produtiva. Os insumos e matérias-primas utilizadas no processo também sofreram grandes transformações ao longo do tempo, principalmente em relação aos pesos e composição química (BARÃO, 2014).

Segundo Faria e Soares (2014), as principais matérias-primas utilizadas no processo LD são o gusa líquido (liga de ferro e carbono) e a sucata, que constituem a carga metálica, além do oxigênio para a oxidação das impurezas. Outros materiais de suma importância para o processo são as ferroligas e os fundentes como a cal, cal dolomítica, dolomita crua e fluorita, que são fundamentais para a formação de escória, imprescindível para a qualidade final do aço, além de materiais refrigerantes como minério de ferro, que contribuem para o balanço térmico.

Os processos de armazenagem no setor siderúrgico são complexos, o posicionamento de estoques em diferentes estágios oferece altos potenciais de redução do ciclo de produção e o capital imobilizado em estoque é considerado uma fonte permanente de preocupação.

A análise minuciosa de milhares de itens em um estoque é uma tarefa extremamente trabalhosa e, na grande maioria das vezes, desnecessária. É conveniente que os itens mais importantes, segundo um ou mais critérios, tenham prioridade sobre os menos importantes. Dessa forma, economiza-se tempo e recursos (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002).

Segundo Dias (2010), algumas ferramentas podem dar suporte às empresas no controle e saída de materiais em estoque, tais como a FIFO (First In, First Out), LIFO (Last In, First Out) e FEFO (First Expire, First Out). Além da técnica conhecida como classificação ABC que, de acordo com Neves (2005), promove o aumento da produtividade em relação à separação de materiais quando estes são organizados conforme a frequência de saída.

No que tange á materiais perecíveis, o método FIFO é altamente eficiente porque de acordo com Pozo (2007), este método é baseado na cronologia das entradas e saídas. O problema em estudo aborda o gerenciamento dos recursos fundentes no contexto de uma empresa siderúrgica. Tais recursos apresentam demandas regulares e são estocados em diversos silos sem planejamento efetivo quanto à priorização, análise de perecibilidade e proximidade.

Dessa forma, o presente trabalho trata da elaboração de um novo método de gestão de estoque para os principais fundentes do refino primário em uma aciaria de uma usina siderúrgica por meio da utilização do método First in First Out (FIFO) e os possíveis impactos que serão causados pela alteração no gerenciamento e armazenagem desses recursos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Elaboração de uma proposta de um novo método para a gestão de estoques dos principais fundentes da aciaria de uma usina siderúrgica e análise dos seus impactos para um melhor gerenciamento de perdas, perecibilidade e manuseio de materiais.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Descrever o atual sistema de estocagem e armazenamento dos fundentes da aciaria de uma usina siderúrgica;
- ✓ Coletar e analisar os dados históricos de dois anos consecutivos referentes ao recebimento, movimentação e utilização de todos os insumos utilizados na aciaria;
- ✓ Estabelecer critérios para a priorização dos recursos através da classificação ABC baseando-se na criticidade para a operação e demanda anual em valor e consumo;
- ✓ Analisar o método FIFO no gerenciamento dos fundentes mais relevantes para o processo;
- ✓ Finalizar a pesquisa por meio da análise dos impactos e avaliação das perdas e utilização mensal dos fundentes após o novo gerenciamento de estoques e propostas de melhorias.

1.2 Justificativa e relevância do trabalho

Os estoques podem estar presentes em diferentes etapas do processo de fabricação de produtos e atendimento à demanda de uma organização. Revisões dos níveis de estoque, pontos de ressuprimento, localização e como controlar o sistema que o envolve são decisões estratégicas e fundamentais para o eficiente funcionamento de uma usina siderúrgica.

Todos os aspectos que envolvem uma previsão deficiente, perecibilidade de recursos, localização de insumos e o seu gerenciamento influenciam de forma significativa nos custos relacionados ao estoque, sejam eles de produção, manutenção ou de falta.

Analisando esses custos e a falta de controle sobre a perecibilidade e localização dos recursos na empresa estudada, percebeu-se uma necessidade da usina siderúrgica em questão o desenvolvimento de uma eficiente gestão de estoques que, no primeiro momento, fosse capaz de diagnosticar os principais insumos a serem reestruturados e o método para sua utilização.

Os possíveis benefícios da implementação de um novo sistema de gestão de estoques na empresa estudada são: a possibilidade de melhor utilização do espaço, a possibilidade de um satisfatório atendimento às demandas dos clientes, a promoção da correta utilização dos tipos de materiais e a redução dos tempos de movimentação nos armazéns de forma a proporcionar um maior valor agregado.

A eficiência da Aciaria LD é avaliada pela sua capacidade produtiva, rendimento, acerto de composição química e temperatura. Todos estes parâmetros estão diretamente relacionados com o custo de produção, que deve ser o menor possível. A necessidade da padronização se deve a grande variação apresentada pelas matérias-primas envolvidas no processo e a curta duração do refino no convertedor LD. Portanto, o uso das ferramentas de gestão de estoques para a padronização, checagem e ação sobre os principais itens de controle é fundamental para que se atinja a excelência no controle da operação.

No que tange as literaturas existentes direcionadas a gestão de estoques no setor siderúrgico encontram-se estudos sobre a gestão e evolução da armazenagem de produtos semiacabados em siderúrgicas utilizando simulação como abordagem, além de estudos sobre a previsão de demanda dos principais insumos ou avaliação do sistema de controles de estoques através da perspectiva logística e de processamento de pedidos. As pesquisas foram realizadas no banco de dados do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção e no Scielo. Nota-se que não há variedade de estudos com foco em estoque de insumos ou fundentes, bem como abordagens relacionadas a métodos de priorização de recursos em usinas siderúrgicas. Dessa forma, o presente tema apresenta-se relevante e visa contribuir para as lacunas existentes sobre os métodos de gestão de estoques nas literaturas do setor siderúrgico.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em seis seções. Na primeira seção tem-se a caracterização do setor siderúrgico, a introdução e contextualização do problema a ser discutido e o método utilizado para abordá-lo. Os objetivos pretendidos são apresentados, além da relevância e justificativa da pesquisa. A segunda seção evidencia o direcionamento do assunto, introduzindo os temas e ferramentas utilizadas durante o trabalho, contextualizando e fundamentando os conhecimentos sob a ótica das literaturas existentes. Na terceira seção expõe-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa. A quarta seção apresenta o desenvolvimento, onde é exposto o objeto de estudo, os métodos de coleta e tratamento de dados, assim como as ferramentas adotadas. A quinta seção exhibe as análises e os resultados obtidos. Por fim, na sexta seção é evidenciada a conclusão do trabalho, apresentando os impactos causados pelas alterações no processo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórica que funcionou como direcionamento para o desenvolvimento do trabalho. Uma revisão bibliográfica foi realizada abrangendo temas referentes à gestão de estoques e ao complexo setor siderúrgico e suas particularidades, abordando conceitos e definições sobre as etapas existentes no processo, e ressaltando o subsistema principal que será enfoque deste estudo. Além disso, será apresentada uma contextualização sobre as ferramentas e as metodologias utilizadas.

2.1 Gestão de Estoques

De acordo com Slack et al. (2009) estoque é a acumulação e armazenamento de matérias em um sistema de transformação. A estocagem de insumos é indispensável em virtude da incerteza do reabastecimento pelo fornecedor e da oscilação de demanda, todavia o gerenciamento de estoque deve levar em consideração custos de armazéns, mão de obra e transporte.

Segundo Giansi e Corrêa (2007), estoque pode ser definido como o acúmulo dos recursos existentes entre fases distintas de um processo de transformação, assim, de acordo

com o tipo de produto a ser produzido é necessária a alocação de volumes de insumos nas fases do seu processo. A utilização da política de estoque é fundamental dentro de uma organização, visto que podem ocorrer inúmeros problemas que impactam na produção. Pode-se citar a comunicação deficiente com o fornecedor, a entrega em prazos incorretos e os erros na quantidade de pedido pré-estabelecida, como situações que, conseqüentemente, afetam a produtividade e os lucros da empresa.

Na visão de Giansesi e Biazzini (2009), há três objetivos principais para a gestão de estoques: (1) maximizar o nível de serviço, ou maximizar o atendimento da demanda pela disponibilidade do material em estoque; (2) maximizar o giro de estoques ou minimizar o investimento em estoques e seus custos correspondentes; e (3) maximizar a eficiência operacional, minimizando os custos dos processos de aquisição, transferência ou produção de materiais.

Segundo Chambers (2002), não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde está seu posicionamento na operação, ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa entre fornecimento e demanda. Se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca necessitaria ser estocado. Quando a taxa de fornecimento excede a taxa de demanda, o estoque aumenta; quando a taxa de demanda excede a taxa de fornecimento, o estoque diminui. Torna-se evidente, portanto, que se uma operação realizar esforços para conciliar as taxas de fornecimentos e de demanda, haverá uma redução em seus níveis de estoque.

Conforme Vendrame (2008), as principais funções do estoque são a garantia do abastecimento de materiais à empresa, neutralizando os efeitos da demora ou atraso no fornecimento de materiais; Proporcionar economias de escala, através da compra ou produção em lotes econômicos além de flexibilidade do processo produtivo, pela rapidez e eficiência no atendimento às necessidades. Os estoques podem ser classificados segundo Vendrame (2008) em:

- Estoques de matérias-primas, constituídos por insumos e materiais básicos que ingressam no processo produtivo da empresa. São os itens iniciais para a produção dos produtos da empresa.
- Estoques de materiais em processamento ou em vias, são constituídos por materiais que

estão sendo processados ao longo de diversas seções que compõem o processo produtivo da empresa.

- Estoques de materiais semi-acabados referem-se aos materiais parcialmente acabados, cujo processamento encontra-se em algum estágio intermediário de acabamento e que se encontram também ao longo das diversas seções que compõem o processo produtivo.
- Estoques de materiais acabados ou componentes são constituídos por peças isoladas ou componentes já acabados e prontos para serem anexados ao produto. São, na realidade, partes prontas ou montadas que, quando associadas, constituirão o produto acabado.
- Estoque de produtos acabados refere-se aos produtos já prontos e acabados para vendas, cujo processamento foi completado inteiramente e definitivo. Constitui o estágio final do processo produtivo.

Por conseguinte, Vendrame (2008) define que a gestão de estoque constitui uma série de ações que permitem ao administrador verificar se os estoques estão sendo bem utilizados, bem localizados em relação aos setores que deles utilizam, bem manuseados e bem controlados.

2.1.1 Controle de saída de estoque

Segundo Chiavenato (2005), planejar e controlar os estoques tem por objetivo mantê-los em níveis adequados de dimensionamento ou reduzi-los, sem afetar o processo produtivo ou aumentar os custos para que não haja desperdícios e capital imobilizado na organização.

Conforme Dias (2010), a administração de estoques tem como foco aperfeiçoar o investimento em estoques, aumentando o uso eficiente dos meios internos da organização e minimizando a quantidade de capital investido. Entretanto, é decisão de cada organização adotar a metodologia de estoque que seja mais adequada, com o intuito de registrar, fiscalizar e gerir a entrada e saída de matérias-primas, mercadorias compradas ou vendidas.

De acordo com Dias (2010), existem diversas ferramentas que podem auxiliar as empresas no controle e saída de materiais em estoque, tais como a FIFO (First In, First Out), LIFO (Last In, First Out) e FEFO (First Expire, First Out) e são usualmente empregadas nas organizações considerando suas especificidades e segmento de mercado.

Stark (2010) ressalta que pelo método FIFO, também denominado PEPS (Primeiro que entra, Primeiro que sai), as últimas unidades que entrarem no estoque serão o saldo final do período atual, e serão também o saldo inicial do próximo período.

Pelo método LIFO ou UEPS (Último que entra, Primeiro que sai), o saldo de estoque será valorado pelos custos mais antigos, ou seja, as quantidades na coluna saldo serão controladas de acordo com o custo de compras. As últimas unidades que entrarem serão as primeiras unidades vendidas (RIBEIRO, 2017).

O método FEFO (Primeiro que vence, Primeiro que sai) faz com que o produto gire antes de tornar-se impróprio para consumo. Há maior possibilidade de controle, evitando desperdícios com materiais vencidos (FOCO LOGÍSTICO, 2014).

Além dessas ferramentas, segundo Pinto (2002), a curva ABC é muito utilizada para a administração de estoques e também pode ser utilizada para a definição de políticas de vendas, para o estabelecimento de prioridades e para a programação de produção.

2.1.2 Classificação ABC

O sistema de classificação ABC trata-se de um método que divide os itens a serem analisados em três principais classes, levando em consideração o volume monetário ou importância dos mesmos para identificar aqueles que merecem um monitoramento gerencial mais cuidadoso (DAVIS; AQUILANO & CHASE, 2001).

De acordo com Giansi e Corrêa (2007), a utilização da técnica de classificação ABC permite identificar os itens com maior grau de relevância a gestores, baseado em seu custo total anual de uso. Para tanto, é fundamental a definição de grupos com o intuito de utilizar o estoque mais adequado para cada item. A curva ABC conhecida como curva “80/20” define os 20% de itens Classe A que representam 80% do valor total do estoque. Os itens Classe B são aqueles de valor médio, comumente os 30% dos itens que representam cerca de 10% do valor total. Por sua vez, Classe C, são aqueles itens de baixo valor que, apesar de compreender cerca de 50% do total de itens estocados, representam cerca de 10% do valor total.

Classicamente, uma análise ABC consiste na separação dos itens de estoque em três grupos de acordo com o valor de consumo anual quando se tratarem de produtos em processo ou matérias-primas e insumos.

Existem fatores que afetam a importância de um item e que podem ser utilizados como critérios qualificadores numa análise ABC, conforme Dias (1995). Os itens são: Cuidados de armazenagem para um item; custos de falta de material; mudanças de engenharia (layout).

Conforme Martins (2006), a construção da curva ABC compreende três fases distintas, elaboração da Tabela mestra, construção do gráfico e interpretação do gráfico, com identificação plena de percentuais e quantidades de itens envolvidos em cada classe.

A partir da Tabela Mestra deve-se ordenar o total do consumo por ordem decrescente de valor e obter o total do consumo acumulado. Posteriormente, determinam-se as percentagens com relação ao valor total do consumo acumulado.

Na construção do gráfico o eixo das ordenadas explicita o percentual de valores representado por cada item e o eixo das abscissas o percentual da quantidade dos itens.

2.1.3 Método FIFO

Segundo Francischini (2004) o FIFO (First In, First Out) também conhecido como PEPS (Primeiro que entra, Primeiro que sai), geralmente é utilizado em estoques de giro mediano ou de produtos com prazo de validade. O PEPS prioriza a ordem cronológica das entradas, respeitando o primeiro material que entrou no estoque.

Almeida (2010) menciona que neste método as mercadorias que saem primeiro do estoque são valorizadas de acordo com sua primeira entrada, dessa forma, os itens que permanecem armazenados são valorizados de acordo com a sua última entrada.

2.1.4 Layout de produção

Segundo Dias (2010), os sistemas de controles de estoques têm a função de dimensionar e controlar os volumes de estoques. É uma preocupação constante e crescente dos gestores descobrirem fórmulas para reduzir estoques sem comprometer o processo produtivo e sem o aumento dos custos.

Segundo Darú (2005), uma decisão inerente ao posicionamento da produção é sua política de estoque com relação aos seus itens armazenados.

Segundo Trein e Amaral (2001), o arranjo físico permite que os materiais, o pessoal e as informações fluam de uma forma eficiente e segura podendo auxiliar o alinhamento da

estratégia de produto com a administração de materiais. Segundo a Associação Empresarial de Portugal (2004), pensando na produtividade, verifica-se muitas vezes que nas instalações ocorrem fatos que promovem a perda de eficiência e de produtividade, como: excesso de movimentação de pessoas e matérias-primas; estoques em processo e produtos acabados, causando transtornos diversos e aumentando os riscos de acidentes, além de custos e de tempo de produção.

De acordo com Canem e Williamson (1998), o planejamento do layout é imprescindível, pois normalmente envolve os maiores e mais caros recursos da organização. Assim, a localização e disposição física dos equipamentos no chão de fábrica têm significativos impactos em aspectos como nível de estoque em processo, tamanho dos lotes de transferência, dificuldade no gerenciamento das atividades, movimentação de pessoas e produtos. (SILVA e RENTES, 2012).

O projeto do layout é uma etapa fundamental do planejamento do sistema produtivo. Segundo Muther (1976), o tempo despendido para o planejamento do arranjo físico antes de sua implementação evita que as perdas sejam grandes e possibilita que as modificações necessárias se integrem de forma global e coerente, além de facilitá-las.

Segundo Corrêa e Corrêa (2004, p.235), “[...] um bom projeto de arranjo físico pode visar tanto eliminar as atividades que não agregam valor como enfatizar atividades que agregam, como minimizar os custos de manuseio e movimentação interna de materiais, utilizar o espaço físico disponível de forma eficiente, apoiar o uso eficiente da mão de obra de forma a evitar movimentações desnecessárias, facilitar a entrada, saída e movimentação de pessoas e materiais, além de facilitar a manutenção dos recursos com garantia de um acesso facilitado.”

Para a determinação de seu posicionamento logístico, uma empresa deve tomar decisões relativas ao dimensionamento da rede de instalações e à alocação dos estoques nessa rede (Fleury, Wanke e Figueiredo, 2000).

As decisões referentes ao layout de estoques devem contemplar a minimização das rotas de depósito e de coleta, segundo a variedade da demanda dos clientes, otimizando o uso dos recursos de movimentação e minimizando o tempo até o embarque (LING-FENG e LIHUI, 2006; SHIAU, J. e LEE, 2010).

2.1.5 Descrição geral do sistema de produção do aço

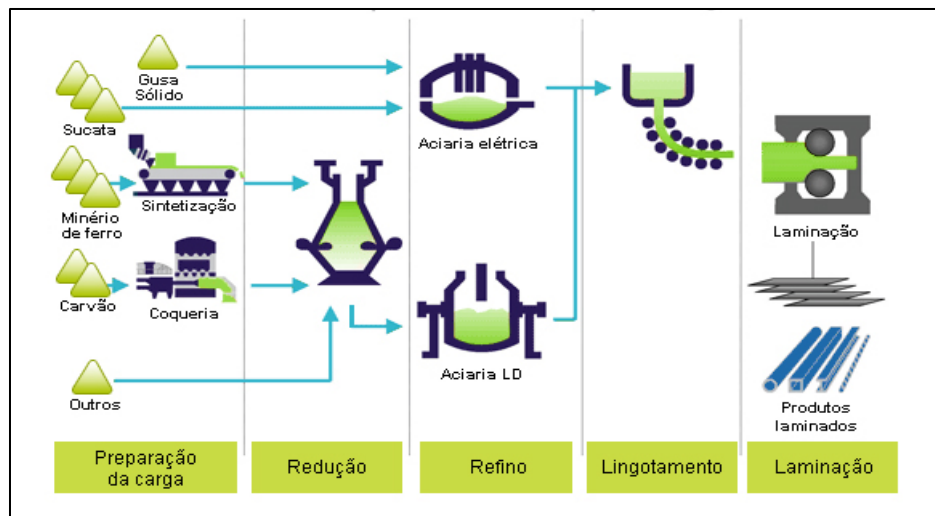
Segundo o Instituto Aço Brasil (2015), o aço é constituído basicamente por uma liga de ferro carbono, elementos abundantes ao longo de toda a crosta terrestre.

A composição química dos aços é constituída por menos de 2% de carbono, o que lhes fornece particularidades como boa resistência, possibilidade de ser forjado, laminado, moldado, perfurado e modificado em suas propriedades por meio de tratamentos térmicos, mecânicos e químicos (ARAÚJO, 1997).

Para a produção de aço, existem duas rotas tecnológicas alternativas denominadas usinas integradas e semi-integradas. As usinas integradas consistem na transformação do minério de ferro em aço e deste em produtos finais laminados. Tem como principal característica a operação em três fases básicas, a redução, refino e laminação. Ou seja, participam de todo o processo produtivo. Já as usinas semi-integradas operam nas fases do refino e da laminação, iniciando seu processo na aciaria elétrica e utilizando sucata ferrosa como insumo básico (IABr, 2015).

Dado que todo o desenvolvimento da pesquisa será realizado em uma usina integrada o detalhamento do processo produtivo levará em consideração a rota tecnológica específica para esse tipo de organização, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxo simplificado de Produção



Fonte: Instituto Aço Brasil (2015)

De acordo com o IABr (2015) as quatro etapas da fabricação do aço são classificadas em preparação da carga, redução, refino e laminação.

2.1.5.1 Preparação da Carga

A etapa de preparação da carga é responsável por preparar o carvão mineral, o minério e outros materiais para alimentarem os altos-fornos, onde é realizada a redução do minério, que fornece uniformidade a carga e conseqüentemente aumenta o rendimento do processo. O processo comumente utilizado é chamado de sinterização, realizado a alta temperatura, em torno de 1200°C, que aglomera finos (micropartículas) de minério de ferro, finos de coque, fundentes e adições, gerando o sinter, que é um material sólido, poroso e com granulometria necessária para os altos-fornos (ARAÚJO, 1997).

Segundo Araújo (1997) o escopo dessa etapa de preparação de materiais é aumentar a permeabilidade da carga metálica e o contato entre os sólidos e o gás redutor, além do aumento da velocidade de redução.

2.1.5.2 Redução

Ribeiro (2010) descreve o processo de redução como responsável pela geração do ferro gusa através da redução do minério de ferro e separação do metal das impurezas que ocorre nos altos fornos. As matérias primas são adicionadas pela parte superior do alto forno, que promove a redução dos minérios dando origem ao ferro gusa. Após a redução, saem do alto forno o ferro gusa e a escória, ambos no estado líquido e são separados por diferença de densidade (SCHEID, 2010)

Barão (2014) acrescenta que, visando à composição ideal do ferro gusa proveniente do alto forno, é necessário que o mesmo passe por um processo intermediário denominado dessulfuração.

2.1.6 Refino

O refino engloba três subprocessos denominados refino primário, refino secundário e o processo de lingotamento contínuo.

2.1.6.1 Refino primário

O processo de refino primário é o precursor para a obtenção do aço líquido. Barão (2014) conceitua essa etapa do processo produtivo como sendo a transformação da carga metálica constituída por ferro gusa e sucata em aço líquido, através da injeção de oxigênio na superfície do banho metálico dentro do convertedor (BARÃO, 2014). O convertedor LD é constituído por uma carcaça de aço com revestimento especial de tijolos refratários. O vaso é fechado no fundo e aberto no topo, possuindo mecanismo de basculamento que permite colocá-lo em diferentes posições para carregamento, sopro e vazamento (JÚNIOR, 2013).

2.1.6.2 Refino secundário

Um processo de agitação do aço na panela que propõe a homogeneização da composição química e temperatura. (BARÃO, 2014).

O refino secundário tem contribuído significativamente na melhora da produtividade e qualidade das aciarias. Segundo Araújo (1997) vários são os objetivos do refino secundário, como a adição de ligas para ajuste de composição química dentro da faixa especificada ainda durante o vazamento do aço do convertedor para a panela além da separação da escória, objetivando a realização de vazamento sem passagem de escória para a panela. Vários tratamentos podem ser feitos individualmente ou combinados, dependendo do grau do aço e/ou o destino final de seu uso.

2.1.6.3 Lingotamento contínuo

O aço é lingotado continuamente em moldes através da troca sequencial de panelas em uma torre giratória. Existe um distribuidor de aço para os diversos veios por onde flui o produto e um seguimento de rolos que tem o papel de orientar e desempenar o aço que começa a ser solidificado. (FARIA e SOARES, 2014).

2.1.7 Laminação

Durante a laminação à quente, inicialmente os aços são reaquecidos até temperaturas elevadas, para posteriormente serem submetidos a sequências de deformações, que

envolvem as etapas de desbaste e de acabamento, e finalmente resfriados até a temperatura ambiente (REGONE, 2001).

2.1.8 Fundentes

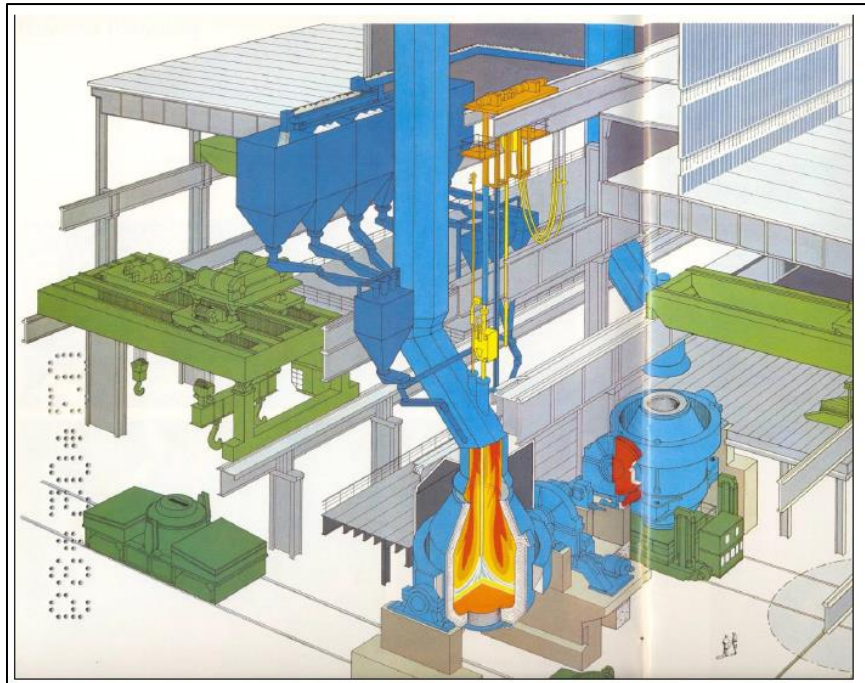
A formação de escória no processo LD é de fundamental importância para as reações de refino e para a estabilidade do sopro. Para isto são utilizados como principais fundentes a cal calcítica, cal dolomítica, escória recirculada e fluorita. O minério de ferro ou calcário dolomítico são utilizados como materiais refrigerantes (FARIA e SOARES, 2014)

A cal calcítica, cal dolomítica e o calcário dolomítico são fontes de CaO, necessário à estabilização do fósforo e enxofre na escória. As dolomitas são também fontes de MgO, para melhorar o desempenho do revestimento refratário. A fluorita é utilizada como fluxante para se obter uma escória líquida e reativa ao longo de todo o refino e assim obter boas taxas de desfosforação e dessulfuração. Por sua vez, o minério de ferro é utilizado para o fechamento do balanço térmico (FARIA *et al.* 1993). Para a utilização dos fundentes é realizado o controle da granulometria e análise química. Os materiais devem estar em uma faixa granulométrica específica, que varia entre 10 a 50 mm para que não sejam succionados pelo sistema de exaustão. Em relação a análise química, deve ser feito o controle de impurezas nos materiais. (FARIA e SOARES, 2014)

Ainda segundo Faria e Soares (2014), as adições dos fundentes são previstas para serem realizadas de forma contínua. Em alguns casos podem ser feitas por bateladas, para as aciarias que não dispõem de alimentadores. Nesse caso, é necessário velocidade de vibração controlada na saída dos silos aéreos.

No que tange a adição de fundentes, os pesos de cal, cal dolomítica, calcário dolomítico e fluorita são calculados com base na basicidade prevista para a escória, teor de silício do gusa e teor de MgO de saturação na escória de fim de sopro. A configuração dos equipamentos na Aciaria podem ser visualizados pela Figura 2.

Figura 2 – Composição de equipamentos na Aciaria



Fonte: Adaptado de Barão (2014)

Cal é o termo genérico aplicado frequentemente a cal calcítica, ao calcário e a cal hidratada, embora estes recursos sejam quimicamente diferentes, devido a processamentos e tratamentos (LHOIST, 2015). A cal calcítica tem como função a formação da escória, auxiliando na remoção do fósforo e do enxofre do gusa e neutralizando a sílica proveniente do silício do gusa de modo a reduzir o consumo de refratário. (LINO, 2014). Seu consumo mensal é cerca de 3000 toneladas e seu preço médio por tonelada é R\$343,00 (Agência Nacional de Mineração, 2014).

Por sua vez, a cal dolomítica atua na proteção do material refratário e possui ação favorável sobre a dissolução da cal. É capaz de favorecer e ampliar o tempo de vida dos revestimentos refratários e consequentemente favorecer a produção pela diminuição de paradas por troca de refratários, além de proporcionar um maior controle da geometria do forno, o que implica em melhor controle do posicionamento da lança de oxigênio. (LINO, 2014). Seu consumo mensal é cerca de 2500 toneladas e seu preço médio por tonelada é R\$333,00 (Agência Nacional de Mineração, 2014).

2.1.9 Sistema de transporte e armazenamento de fundentes

De acordo com a Companhia Siderúrgica de Tubarão (2003), o calcário advém de um processo de britagem para especificação de sua granulometria, em seguida ocorre a calcinação, transformando o Carbonato de Cálcio CaCO_3 em Óxido de Cálcio (CaO). A composição química do calcário é variável de acordo com a região de extração, podendo ser denominado calcário calcítico ou calcário dolomítico.

O acondicionamento da cal é de suma importância desde o carregamento, o transporte e o armazenamento após a descarga. No manuseio da cal através de correias transportadoras é realizado o peneiramento da mesma, a fim de reter os finos que geram partículas em suspensão e sobrecarregam exaustores e sistemas de despoeiramentos (LINO, 2014).

Quanto às particularidades, a cal calcítica possui uma reatividade maior do que a cal dolomítica, sendo necessário um maior cuidado e menor tempo de circulação nos silos para diminuir a deterioração do material. A umidade do ar é extremamente agravante para esses fundentes, visto que o contato com a hidratação da cal intensifica o seu deterioramento (LHOIST, 2015).

O sistema de silos recebe a matéria-prima, que é transportada desde a sua unidade de preparação até o respectivo silo intermediário por meio de transporte rodoviário. Após ser descarregado nos silos intermediários os fundentes são manuseados através de correias transportadoras até os silos de adições da aciaria para serem utilizados nos convertedores LD (Companhia Siderúrgica de Tubarão, 2003).

3 METODOLOGIA

O estudo desenvolvido visa a compreensão dos impactos da proposta de gestão de estoques dos fundentes da aciaria de uma usina siderúrgica integrada baseada no método FIFO. Ou seja, há a intenção de obter dados referentes aos impactos na utilização e manuseio de materiais, além de uma análise crítica sobre o gerenciamento de perdas dos principais insumos.

Por se tratar de uma aplicação prática de métodos onde os resultados são informações que serão utilizadas para analisar e resolver eventos reais e específicos, esse

tipo de pesquisa pode ser classificada baseado em Turrioni e Melo (2012) e Silva (2005) como pesquisa aplicada.

A pesquisa enquadra-se na tipologia Estudo de Caso, pela possibilidade de estudar em profundidade aspectos de um problema dentro de um período de tempo limitado (YIN, 1994). O estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas (YIN, 1994). Trata-se de uma análise aprofundada de um ou mais objetos, de modo que permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1996; BERTO; NAKANO, 2000).

Quanto à sua abordagem a pesquisa pode ser classificada como quali-quantitativa, pois segundo Flick (2004), a convergência dos métodos qualitativos e quantitativos proporciona legitimidade aos resultados, além de uma visão de totalidade e não de reducionismo da realidade. Creswell (2007) afirma que o método combinado entre as abordagens qualitativa e quantitativa gera maior integração dos dados e das informações, evitando distorções de análises e configurando uma visão de universalidade do elemento investigado.

3.1. Coleta de dados

Mattar (1997) propõe uma classificação para os dados a serem coletados e analisados em pesquisa aplicada como primários e secundários. Para a coleta de informações primárias realizou-se seis entrevistas semiestruturadas, observação participante e quatro visitas nas áreas, englobando os silos de fundentes e as estações de estocagem existentes na usina e para a obtenção de dados secundários realizou-se pesquisa bibliográfica e documental. A consecução foi realizada em quatro fases: definição dos instrumentos de pesquisa; obtenção dos dados secundários; obtenção dos dados primários; tratamento e análise dos dados.

Os dados secundários foram coletados através de uma ampla e profunda pesquisa bibliográfica e documental, através do sistema de controle de dados do processo, contrato dos fornecedores e planos de ação realizados para o sistema de armazenamento e transporte de fundentes. A observação participante é realizada em contato direto, frequente e prolongada do investigador, com os atores sociais, nos seus contextos culturais, sendo o

próprio investigador instrumento de pesquisa. Requer a necessidade de eliminar deformações subjetivas para que possa haver a compreensão de fatos e de interações entre sujeitos em observação, no seu contexto. (SPRADLEY, 1980)

Podemos considerar que a Observação constitui uma técnica de investigação, que usualmente se complementa com a entrevista semiestruturada além de outras técnicas como análise documental.

A coleta de dados primários foi realizada por meio de entrevistas abertas, em que as respostas foram fornecidas livremente pelos entrevistados. Para a condução do processo, foi elaborado previamente um roteiro, apoiado em fatores proporcionados pela revisão bibliográfica, tendo os principais tópicos previamente selecionados, permitindo-se, no entanto, a extrapolação para outras discussões relevantes que fossem pertinentes sobre a área em estudo.

As entrevistas foram conduzidas de março a dezembro do ano de 2018 com os principais responsáveis pelas áreas de armazenamento de fundentes. Foram entrevistados também técnicos de produção com experiência no setor e em sua área de atuação. Para facilitar a obtenção de informações mais restritas e viabilizar a análise e validação dos dados primários e secundários coletados, foram conduzidas duas reuniões com os representantes das empresas fornecedoras de fundentes e responsáveis pela programação, controle de quantidade e qualidade física dos materiais.

A sintetização da coleta de dados pode ser analisada através da Tabela 1:

Tabela 1 – Sintetização da Coleta de Dados

Coleta de Dados		
Período 03/2018 a 12/2018		
Entrevistados	Visitas Realizadas	Documentos Analisados
Gestor responsável pela área	Silos externos de fundentes (Descarga de Carretas)	Sistema de Controle de Dados do Processo
Técnico de produção responsável pela área	Estações de Estocagem da Usina	Contrato dos Fornecedores
Fornecedor 1 de fundentes	Silos Internos	Planos de Ação realizados
Fornecedor 2 de fundentes	Cabine Central de Controle	Sistema de Gerenciamento Integrado
Terceiro responsável pelas descargas	-	Procedimentos e Normas de descarga
Terceiro responsável pelo armazenamento	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

3.2. Análise e Tratamento dos dados

Nesta pesquisa aplicada, foi realizado um tratamento qualitativo dos dados primários e secundários obtidos, mediante sua redação, organização, classificação, análise e descrição, através do armazenamento em pastas contendo o título, data e subtema.

A utilização de procedimentos estatísticos, visou, dentre vários objetivos, identificar se existiam padrões de comportamento e tendências dominantes como respostas a cada uma das questões básicas da pesquisa. Procurou-se estudar as relações entre um grande número de variáveis e evidenciar os aspectos particulares de cada uma.

No que se refere a análise documental, os sistemas de informação da siderúrgica foram essenciais.

Todas as fontes de dados utilizados são válidas e confiáveis, sendo as mesmas integrantes dos próprios sistemas de produção, automação e gerenciamento da Usina.

Laudon e Laudon (1996) definem os sistemas de informação como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem informações com a finalidade de dar suporte à tomada de decisões e controle em uma organização, além de auxiliar gerentes e trabalhadores a analisar problemas, a visualizar formas complexas e a criar novos produtos.

O sistema de controle de dados de processo possibilita a geração e exportação de dados relativos ao número de cada silo abastecido por qual insumo, a quantidade prevista e real em Kilograma de cada material utilizado, além da quantidade em Kg/t de cada fundente por aço produzido. Para acessar os dados basta solicitar o período desejado no sistema.

Para viabilizar a estratégia de escolha dos principais insumos a serem priorizados pela classificação ABC foi realizado o levantamento e a avaliação dos dados históricos de dois anos consecutivos da utilização em kg/tonelada de todos os fundentes existentes na aciaria a fim de analisar seu comportamento e demanda durante esse período. Os dados foram exportados do sistema de controle de processos de dados, armazenados em pastas com título e data para facilitar a compreensão e aplicação das ferramentas estatísticas. Assim, conduzir uma análise ABC é frequentemente um ponto bastante útil no projeto de um programa de ação para melhorar a performance dos estoques, reduzindo tanto o capital investido em estoques como os custos operacionais (DIAS, 2010).

É importante destacar que a organização autorizou e estava ciente de todas as etapas de coleta e tratamento dos dados primários e secundários, possibilitando a visita nas áreas, entrevistas e reuniões, além de fornecer apoio integral para todo e qualquer dado relevante.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Objeto de estudo

O foco deste trabalho é a elaboração de uma nova proposta de gestão de estoques para os principais fundentes na aciaria de uma usina siderúrgica

A siderúrgica em estudo está presente em mais de 60 países na Ásia, África, Europa e Américas. Nas Américas Central e do Sul, a organização aposta no desenvolvimento de soluções em aços longos e aços planos que satisfaçam às rigorosas exigências de qualidade,

eficiência e sustentabilidade para atender as indústrias automobilística, naval, de energia, construção civil, eletrodomésticos e agronegócio.

Presente no Brasil desde a primeira metade do século XX a organização é considerada uma usina integrada e possui mais de 1000 funcionários do quadro próprio e ao longo de toda a planta produtiva há colaboradores de empresas terceiras prestadoras de serviços.

A siderúrgica subdivide-se em inúmeras áreas, setores, gerências, células e sub-processos. O objeto de estudo engloba a área de suprimentos e atividades logísticas, responsáveis pela descarga, armazenamento e manuseio de insumos para a aciaria.

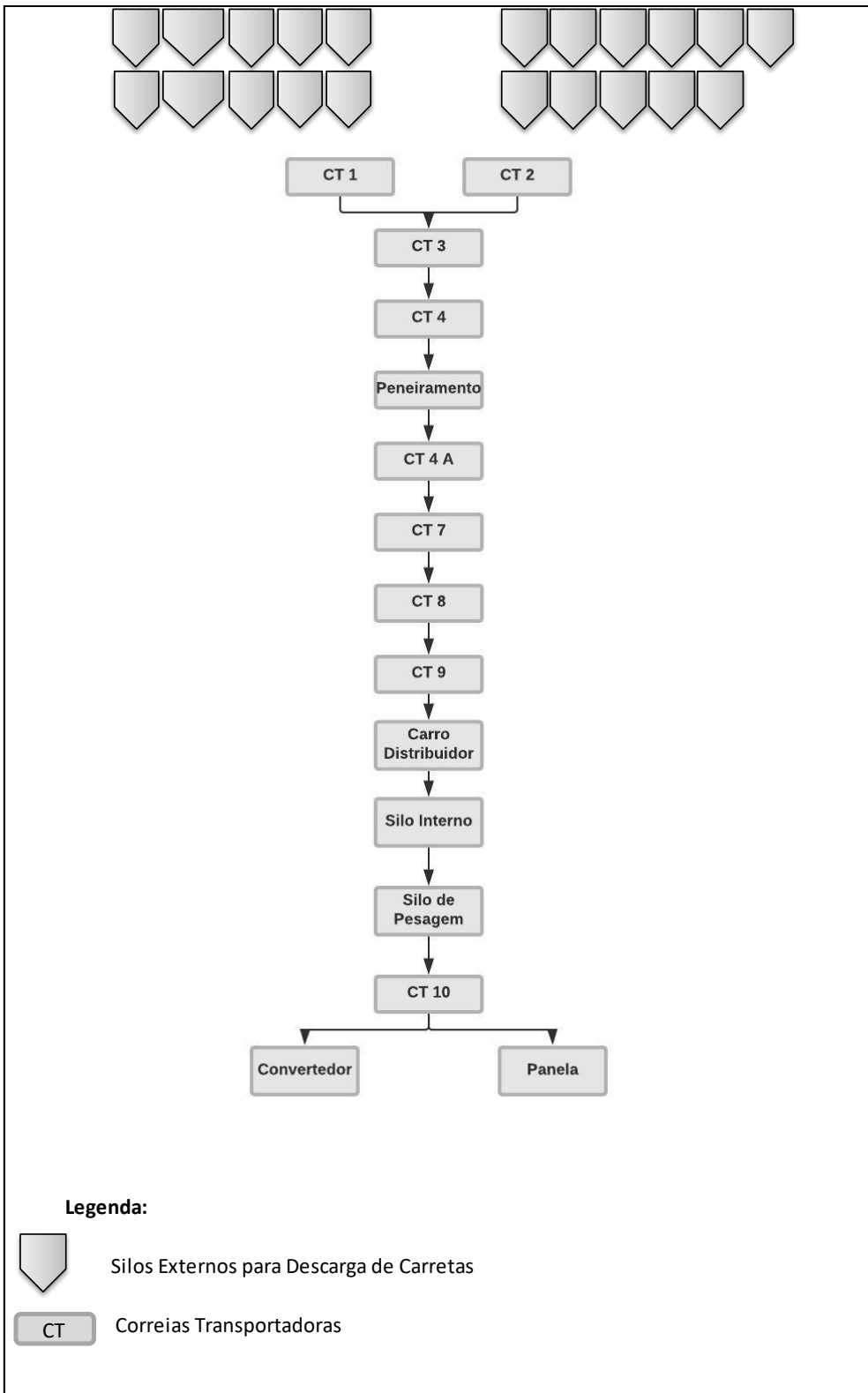
O conceito da cadeia de suprimentos refere-se às redes internas de processo, bem como às redes externas de suprimentos. Qualquer falha individual da operação, em qualquer um destes objetivos, pode se multiplicar por toda a cadeia de suprimentos. (SLACK *et al.*, 2008)

4.1.1 Sistema Atual de Armazenamento de Fundentes

Os sistemas de armazenagem e adição de materiais nos convertedores são compostos de silos térreos abastecidos por caminhões, que servem para estocagem das matérias primas e de silos aéreos, localizados acima dos convertedores. Correias transportadoras realizam as transferências dos materiais dos silos térreos para os aéreos. No topo da correia está o carro que abastece os silos e nesta posição existe um sistema de captação de pós desta operação.

O transporte interno dos insumos ocorre através de um sistema de correias e vibradores, que são regulados pela pressão que os materiais exercem sobre eles. Cada silo possui dois vibradores. A partir do instante que o material é acionado nos vibradores ele será destinado a CT1 (correia transportadora) ou CT2, correias independentes e paralelas e posteriormente percorrerá um extenso caminho até seu destino final na aciaria. O *layout* do processo está representado pela Figura 3.

Figura 3- *Layout* base do processo



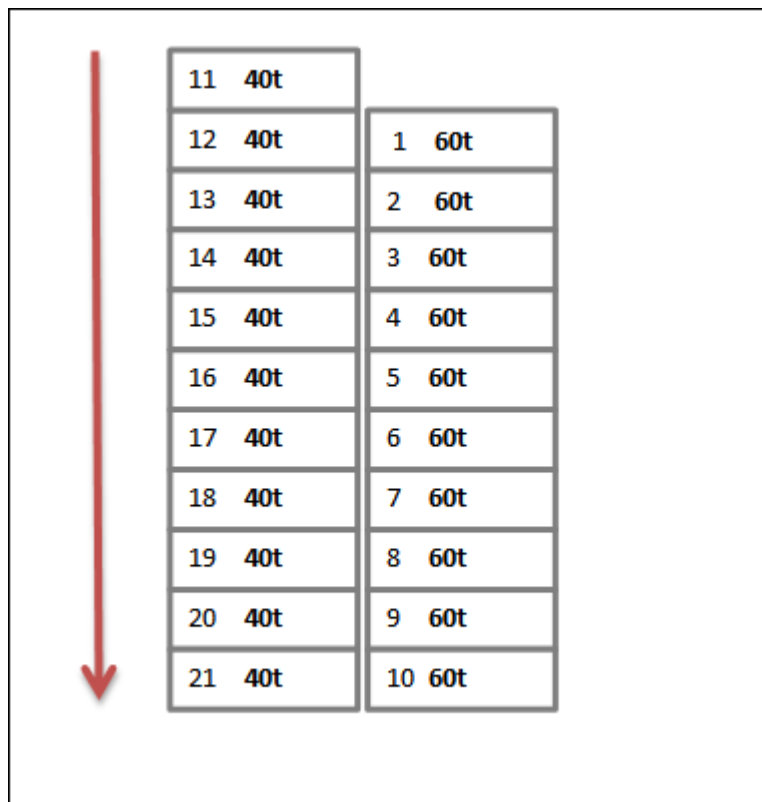
Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Em todo o ciclo do processo produtivo são verificados diversos locais com potenciais de emissão de particulados, principalmente nas atividades envolvendo carga, descarga, transferência, manuseio e transformação dos diversos insumos e matérias primas. O peneiramento da cal, antes do abastecimento dos silos tem sido uma prática adotada pela maioria das Aciarias. A eliminação dos finos (micropartículas) visa diminuir a adição no convertedor, já que são carreados pela exaustão dos gases, reduzindo assim o consumo de material utilizado para controle de dureza da água de lavagem de gás, melhora do processo de sopro do aço e diminuição da moagem de cal bitolada para a sinterização. A partir da implantação dos sistemas de despoeiramento nas Aciarias, são obtidos finos (sistemas de despoeiramento a seco), que possuem elevado teor de ferro, da ordem de 75% a 80%.

Como a organização em estudo dispõe da unidade de Sinterização, procuram reciclar este resíduo em substituição ao minério de ferro, o que contribui para redução de custo do sinter, além de minimizar o impacto no meio ambiente e os custos de deposição.

No que se refere ao processo de armazenamento são ao todo 21 silos térreos e as suas capacidades possuem variações de acordo com a densidade de cada material. A Figura 4 demonstra as especificações de capacidade por silo, simulando que eles estejam abastecidos com CaO que possui a densidade entre $1,4 \text{ g/cm}^3$ a $1,6 \text{ g/cm}^3$. De maneira geral, os silos são posicionados em sequência e o sistema de armazenamento é composto pela região superior, onde estão localizados os silos 1 ao 10 e pela região inferior, onde estão os silos 11 ao 21. As capacidades são variáveis e os silos da esfera superior possuem a capacidade total acrescida de 20 toneladas em relação aos silos inferiores. O sentido ideal de abastecimento compreende o eixo norte-sul e pode ser visualizado pela Figura 4 através da seta.

Figura 4- Disposição dos silos



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4.1.2 Problemas Enfrentados

O atual sistema de armazenamento dos fundentes possui alguns obstáculos para seu eficiente funcionamento. Os principais problemas englobam a falta de coordenação entre logística, programação e suprimentos, além de deficiências no layout, na entrada de umidade do ar e na descarga de materiais. A seguir serão expostas às principais defasagens do processo.

4.1.2.1 Umidade do ar

A umidade relativa do ar é um indicador que mede o quanto de água na forma de vapor existe na atmosfera em dado momento em relação ao total máximo que poderia existir naquela temperatura (BDMEP, 2016).

A cal é naturalmente altamente hidróscópica, propriedade que certos materiais possuem de absorver água, ou seja, a CaO não é estável em condições atmosféricas e deteriora-se em presença de umidade do ar, acarretando problemas de estocagem. Dessa forma, é imprescindível que os fundentes derivados da cal sejam armazenados em locais secos, impermeáveis e protegidos, para que não recebam umidade. Além disso devem ser armazenados sobre estrados e em locais de fácil acesso à inspeção e identificação. A umidade relativa do ar varia durante os meses do ano e nos períodos em que as taxas são mais elevadas torna-se mais desafiante o armazenamento e manuseio dos fundentes.

4.1.2.2 Geração de Finos

Finos é a definição dada a micropartículas de cal, também denominada cal micro ou cal micro pulverizada. A geração de finos é inerente ao processo e a especificação permitida pela usina é a de 10% de finos para granulometrias abaixo de 10mm e para maiores que 40 mm até 50 mm. Há uma grande quantidade de finos proveniente da quebra dos insumos que ocorre no momento da descarga e das quedas que ocorrem no manuseio de materiais através das correias transportadoras até o seu destino final. As quedas das correias e aquelas após peneiramento dos insumos variam entre 2 a 3 metros de altura e causam imediata ruptura do material.

Como não há nenhum sistema de absorção de impacto para a cal, esses procedimentos agravam-se sem a aplicação das medidas preventivas adequadas.

Além disso, o descarregamento ideal é realizado quando os silos estão carregados até a metade de sua capacidade, para que a queda da carga seja amortecida. Porém, comumente os silos são abastecidos estando vazios, promovendo um impacto muito maior nos materiais, aumentando a geração de micro partículas de cal.

O controle dos finos é prejudicado nos meses com umidade do ar mais alta e dificulta o manuseio dos insumos, visto que os finos nesses períodos aumentam drasticamente.

Ademais, a cal que é retirada pelo sistema de peneiramento quando proveniente da hidratação ocasionada pela umidade do ar tem seu aproveitamento na sinterização comprometido, visto que não terá reatividade eficiente e prejudicará no ganho de temperatura do síter, tornando inviável seu aproveitamento.

4.1.2.3 Layout

Na cadeia produtiva do aço, as unidades armazenadoras dos insumos devem se apresentar adequadamente projetadas, estruturadas e gerenciadas para a recepção, manuseio e estocagem de materiais. O layout da área de armazenamento dos fundentes apresenta algumas barreiras que dificultam a eficácia do sistema. Há janelas quebradas que permitem a entrada de umidade, além dos silos mais próximos da fachada estarem mais expostos ao sereno, ventos e chuvas, por falta de bloqueio eficiente.

Por sua vez, o maior problema referente ao layout refere-se a má distribuição e posicionamento dos silos, onde não são considerados a proximidade entre os insumos semelhantes, bem como a distribuição quanto à perecibilidade e à frequência de demanda. Nem sequer a posição relativa de insumos mais vulneráveis à umidade para armazenamento mais eficiente. Ou seja, não há um controle rígido nem programação de posicionamento eficaz para ser cumprido.

4.1.2.4 Descarregamento das Carretas

As carretas que realizam o descarregamento dos fundentes podem ser carretas graneleiras ls com capacidade para 27 toneladas ou vanderleia com 33 toneladas. Elas não possuem diferenças significativas, apenas nos custos de frete e podem variar em relação a disponibilidade.

O carregamento deve ser realizado da forma mais impermeável possível, sendo que antes do início dessa atividade deve haver uma avaliação criteriosa quanto à presença de furos nas lonas ou desgastes na caçamba que permitam entrada de umidade. É imprescindível que todos os aspectos verificados estejam em conformidade para que não ocorra hidratação da cal durante o transporte, o que poderia provocar derretimento de lonas além de colocar o motorista em perigo.

A descarga dos insumos é uma etapa crítica, o descarregamento é realizado por uma empresa terceira que não se preocupa em seguir a programação específica à risca.

Comumente, abastece os silos em sentido contrário ao ideal, abastecendo primeiramente os silos do frente, bloqueando os silos posteriores e promovendo a geração de montes, situação altamente prejudicial porque faz com que os silos abastecidos acima da grade tenham que ser utilizados de maneira imediata para que seja desobstruído o caminho para abastecimento dos silos da retaguarda e dessa forma prejudica os materiais que já estavam deteriorando, ocasionando a perda significativa das propriedades químicas do material e a grande geração de finos.

Nota-se a falta de controle efetivo na descarga dos insumos e de multas em caso de descumprimento de procedimentos, além de não haver funcionários do quadro próprio responsáveis pela fiscalização diária da rotina dessa atividade.

4.1.2.5 Falta de Integração com a Logística e Suprimentos

No que diz respeito à rotatividade de materiais é de grande importância a cooperação entre logística, descarga e suprimentos. Não há atualmente um eficiente alinhamento e programação entre esses setores.

As carretas de cal dolomítica demoram cerca de oito horas para chegar ao destino final enquanto as de cal calcítica demoram no máximo três horas. Por essa razão, normalmente recebe-se para descarregamento cinco carretas de dolomítica e quatro de calcítica, mas esse número varia de acordo com a programação de aços a ser produzida e às condições de refratamento do convertedor.

Faz-se necessário um estoque mínimo para dois a três dias de todos os fundentes. Os silos não conseguem suportar o estoque para mais do que três dias de produção sem ocasionar danos aos materiais. Entretanto, o setor de suprimentos esporadicamente deseja enviar insumos para cinco dias de produção, o que provoca a geração de montes, ou seja, acúmulo de materiais acima das grades limites, ocasionando a perda e deterioração de insumos.

Além disso, não há a possibilidade de manter uma programação fixa de recebimento de insumos, pois variabilidades quanto ao mix de produção, demanda de insumos e capacidade dos estoques influenciam nas descargas. Há restrições de dias específicos da semana para descarga de determinados materiais, assim como há variações no número de carretas para descargas diariamente.

Dessa forma, a sinergia entre os setores é fundamental para que todas as partes interessadas sejam atendidas, se tornem mais produtivas, haja maior comunicação e integração, além de promover a redução de desperdícios e perdas em custos.

Alguns pontos principais foram sintetizados através do esquema espacial apresentado pela Figura 5. É possível perceber os locais e o sentido da entrada de umidade do ar, o layout do sistema de armazenamento, diferenciando a entrada dos silos superiores e inferiores, este, por sua vez, não possui portão de proteção/entrada.

Figura 5- Esquema Espacial



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

4.2 Tratamento dos dados

Essa etapa busca compreender de forma mais eficiente todo o sistema por meio de uma descrição estatística dos dados. O tratamento das informações obtidas requer a realização de análises descritivas que permitam conhecer as características da distribuição desses dados através de estatísticas descritivas e comportamento gráfico. A utilização dessas ferramentas visa expor de forma mais visual as características intrínsecas a cada etapa.

4.2.1 Classificação ABC

Trata-se de classificação estatística de materiais, baseada no princípio de Pareto, em que se considera a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor. O diagrama de Pareto (Gráfico de colunas que ordena as frequências das ocorrências) demonstra a importância relativa das variáveis de um problema. Através deste diagrama é possível analisar a indicação de quanto cada uma destas variáveis representa, em termos percentuais, do problema geral. Classicamente uma análise ABC consiste na separação dos itens de estoque em três grupos de acordo com o valor de consumo anual quando se tratarem de produtos em processo ou matérias-primas e insumos.

Para o desenvolvimento do trabalho, a tabela mestra foi fornecida pelo sistema de informação da usina siderúrgica e um modelo simplificado dos dados é demonstrado pela Tabela 2:

Tabela 2 - Representação da Tabela Mestra

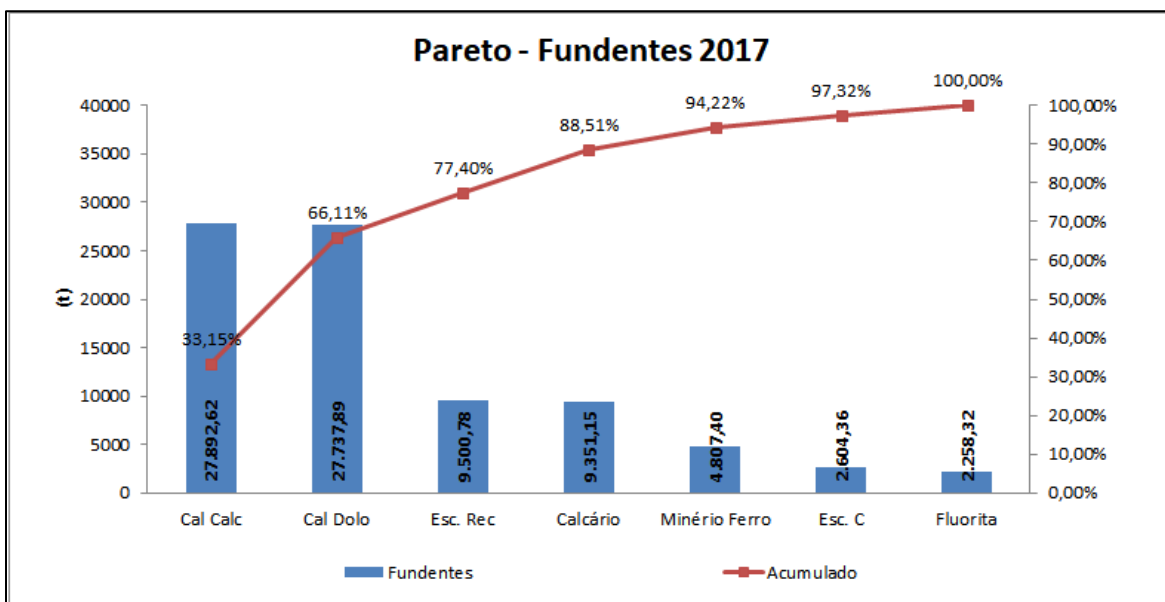
Aço	Gusa (t)	Aço Líq. (t)	Turma	Silo	Material	Real (Kg)	Kg/t	Hora Adição
ABXXX	118,5	125,5	D	1	Cal Calc.	1981	15,78	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	9	Cal Calc.	2026	16,14	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	3	Cal Dolo.	2343	18,67	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	7	Cal Dolo.	1922	15,31	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	6	Calcáreo	183	1,46	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	6	Calcáreo	892	7,11	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	4	Esc. Rec	688	5,48	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	4	Esc. Rec	1054	8,4	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	8	Fluorita	351	2,8	01/01/2018 00:35
ABXXX	118,5	125,5	D	2	Min. Ferro	2276	18,14	01/01/2018 00:35

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Na Tabela 2 nota-se que o banco de dados que contém a utilização dos fundentes possui diversas outras informações sobre o processo em estudo. Dessa forma, foi necessária a obtenção do total do consumo acumulado por ano e a determinação do percentual por fundente em relação ao valor total do consumo, além da classificação em ordem decrescente por utilização. Os dados exportados são relativos à utilização de fundentes durante dois anos consecutivos, para melhor visualização e assertividade.

A representação descrita pelo Gráfico 1, explicita o conceito utilizado pelo cálculo da curva ABC e demonstra através do eixo horizontal os fundentes utilizados na Aciaria nos anos de 2017 e 2018 e o seu valor em toneladas dado pelo eixo vertical. O eixo secundário expressa os percentuais que podem ser melhor observados pela análise da curva ABC.

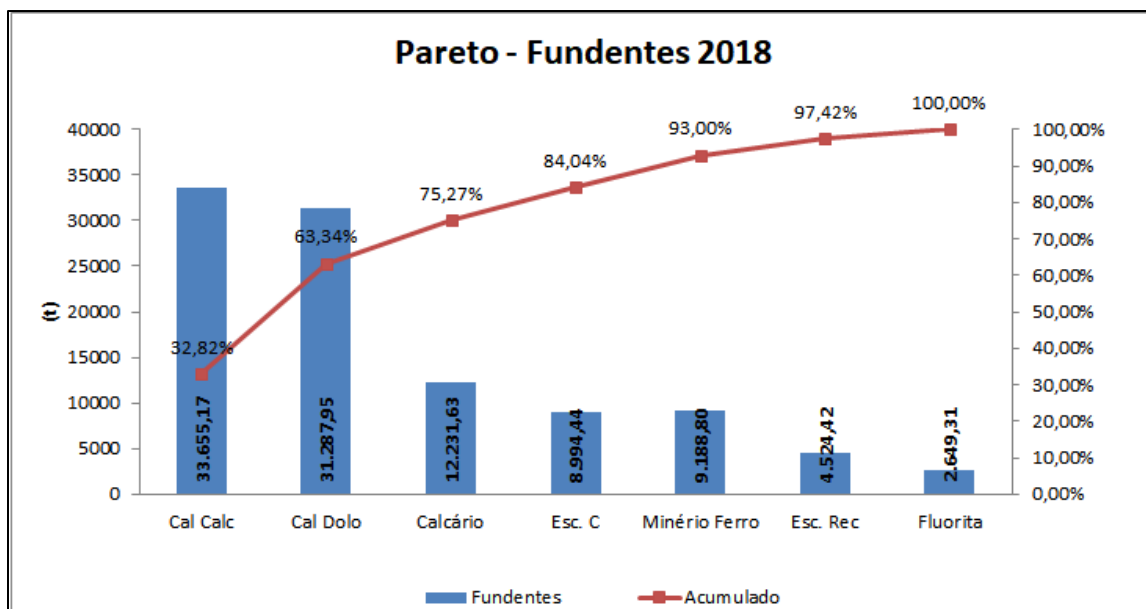
Gráfico 1- Pareto dos fundentes no ano de 2017



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

As divergências relativas à utilização de determinados fundentes no comparativo entre os anos de 2017 e 2018 são justificadas pelo mix de aços produzidos e por mudanças de fornecedores. O Gráfico 2 apresenta o Pareto dos fundentes no ano de 2018 e pode ser visualizado a seguir:

Gráfico 2- Pareto dos fundentes no ano de 2018



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

A análise de Pareto dos anos em estudo demonstram que o somatório dos insumos Cal calcítica e Cal dolomítica englobam os itens Classe A e Classe B na Curva ABC, porque somam juntos mais de 60% de todas as matérias-primas consumidas no ano. Os demais fundentes compreendem a Classe C.

Do exposto acima, decorre que os materiais considerados como classe A merecem um tratamento administrativo preferencial no que diz respeito à aplicação de políticas de controle de estoques. Em contrapartida, os itens tidos como classe C não justificam a introdução de controles muito precisos, devendo receber tratamento administrativo mais simples.

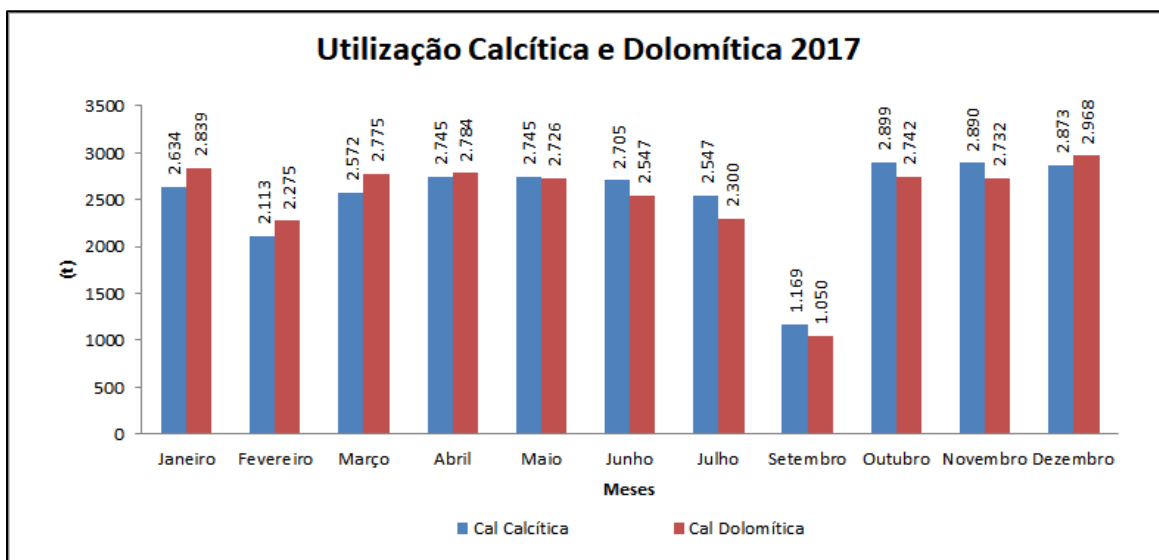
Nesta pesquisa, os itens Classe A e B, ou seja, os fundentes Cal Calcítica e Cal Dolomítica foram priorizados pela proposta de gestão de estoques em função de suas similaridades e características específicas.

4.2.1.1 Recebimento, Consumo e Perda de Fundentes

Uma análise mais minuciosa da utilização dos fundentes em estudo possibilita a compreensão e abrangência dos aspectos particulares e das oportunidades de melhoria no recebimento, armazenamento, consumo e desperdício desses recursos.

A utilização de cal calcítica e da cal dolomítica nos anos de 2017 e 2018 podem ser visualizadas pelos Gráficos 3 e 4, a seguir:

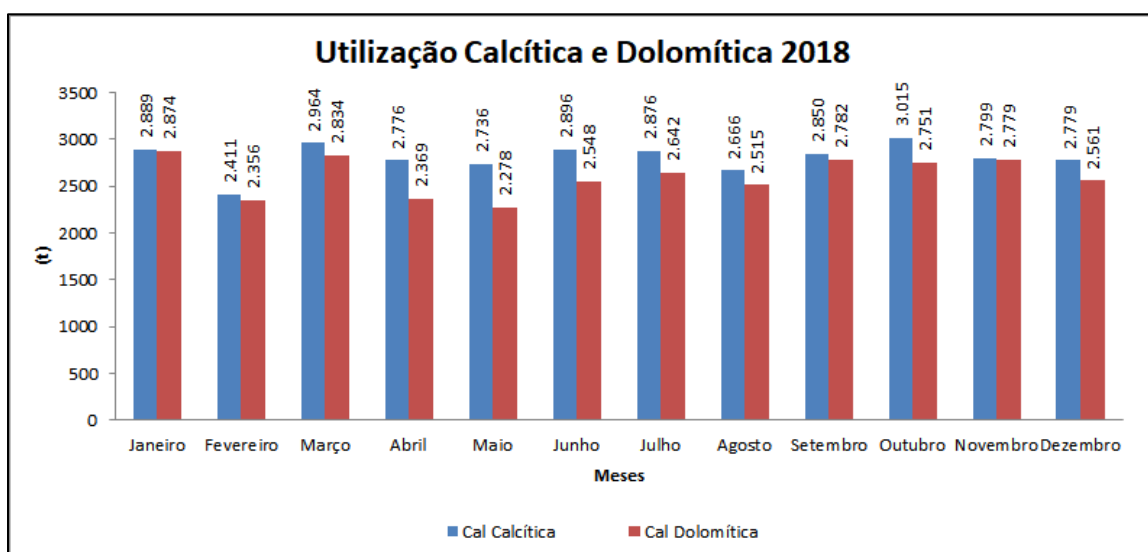
Gráfico 3- Utilização de calcítica e dolomítica em 2017



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

O ano de 2017 possui peculiaridades na produção do aço. Durante o mês de agosto e a primeira quinzena de setembro, houve um período de obras e parada programada na usina e, em função disso, não houve produção nesse intervalo. O mês de Setembro retornou a produção de forma gradativa. Por sua vez, o ano de 2018 representa um ano ordinário para análise da utilização de fundentes.

Gráfico 4- Utilização de calcítica e dolomítica em 2018

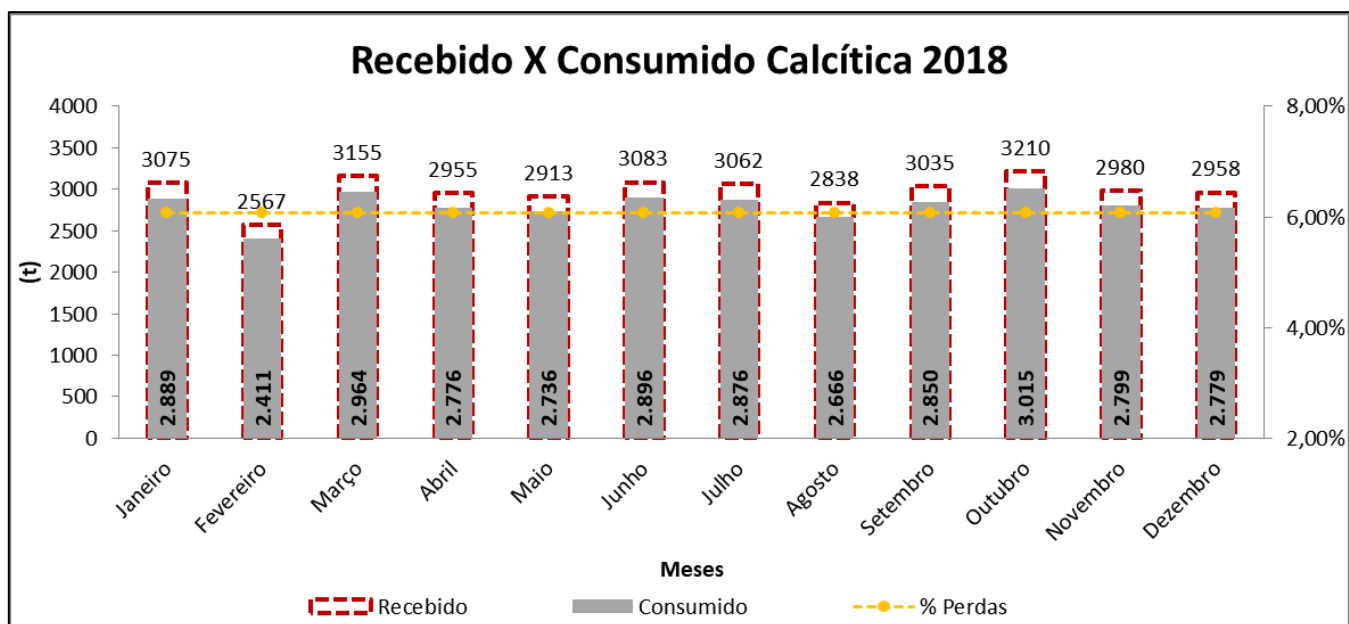


Fonte: Elaborado pela autora (2019)

A utilização mensal de calcítica é ligeiramente maior do que a utilização de dolomítica durante todo o ano.

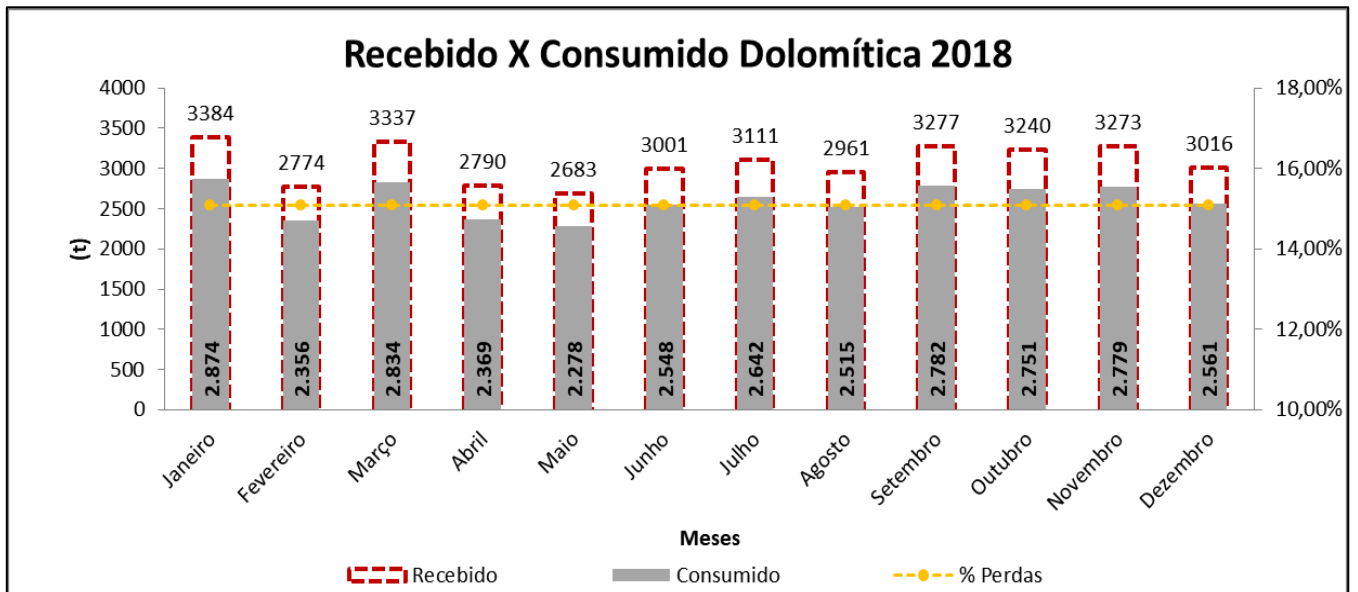
Em função das particularidades do ano de 2017, apenas o ano de 2018 foi avaliado quanto ao recebimento em toneladas dos fundentes em estudo. Há discordâncias no que se refere ao recebimento de materiais e seu respectivo consumo, demonstrando um percentual de perda. Esse déficit é expresso em toneladas e o valor percentual está demonstrado pelo eixo secundário conforme é possível análise através dos Gráficos 5 e 6.

Gráfico 5- Comparativo do Recebimento e Consumo de Calcítica em 2018



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Gráfico 6- Comparativo do Recebimento e Consumo de Dolomítica em 2018



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

É possível notar que as divergências de recebimento e consumo da cal dolomítica são maiores do que as da cal calcítica, isso se deve ao maior tempo de exposição desse insumo em função da elevada quantidade estocada pela distância da sua origem até a usina e por sua resistência mecânica ser menor do que a da calcítica, o que implica em maior geração de finos por quebra de material.

4.2.2 Proposta do Sistema de Armazenamento atual para o mais eficiente

A distribuição dos fundentes e seus respectivos posicionamentos nos silos não leva em consideração a proximidade entre insumos similares, frequência de demanda e vulnerabilidade dos materiais. Por essas razões torna-se crucial sua reestruturação.

O posicionamento atual possui inconformidades no que diz respeito a silos obstruídos, ou seja, os silos 1, 2 e 12 estão sem utilização, gerando um menor número total de silos que deveriam ser destinados aos fundentes cal calcítica e cal dolomítica. Há falta de lógica no posicionamento de insumos com menor demanda e consumo, como o Coque e a Fluorita.





Além disso, defasagens são encontradas no que se refere a proximidade entre a calcítica e a dolomítica.

Um ponto altamente crítico nessa configuração, diz respeito à geração de montes nos silos. Essa situação promove o impedimento do descarregamento de carretas para os silos posteriores por se tratarem de fundentes com propriedades químicas totalmente diferentes além da possibilidade de contaminação.

Do mesmo modo, o posicionamento do silo 21 implica em maior exposição à umidade por ser o silo do fronte e por não existir portão de proteção, demonstrando novamente o equívoco e falta de lógica na escolha dos insumos para cada silo. A configuração atual pode ser visualizada pela Figura 6 a seguir:

Figura 6- Configuração Atual dos Silos

11 Escória	
12 Parado	1 Parado
13 Coque	2 Parado
14 Calcário	3 Calcítica
15 Dolomítica	4 Calcítica
16 Dolomítica	5 Calcítica
17 Dolomítica	6 Calcítica
18 Minério	7 Calcítica
19 Escória C	8 Dolomítica
20 Fluorita	9 Dolomítica
21 Dolomítica	10 Dolomítica





Legenda: Silos Obstruídos 
 Silos Cal Calcítica 
 Silos Cal dolomítica 
 Demais Fundentes 

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

A proposta para distribuição dos silos em uma configuração mais eficiente leva em consideração aspectos como a desobstrução dos silos 1 e 2 e não utilização do silo 12, por envolver aspectos orçamentários mais relevantes para sua completa desobstrução. Abastecimento dos silos 1 e 2, com Coque e Fluorita, respectivamente, por se tratarem dos fundentes com menor utilização e pela possibilidade de abastecimento dos mesmos apenas a cada três semanas. A cal calcítica seria armazenada em seis silos da parte de cima, do 3 ao 8 visando um posicionamento eficaz e sobretudo, menor exposição à umidade. O redimensionamento dos silos de cal dolomítica visam a proximidade com os silos de calcítica, além de estarem estrategicamente posicionados em sequência nos silos 11 ao 17 para que, em caso de criação de montes por aumento dos estoques não haja contaminação em silos abastecidos por outros insumos, e nem interferência na descarga de outros materiais. A escolha do calcário para ser armazenado no silo 21 foi decorrente ao fato desse insumo ter alta utilização e não ser sensível a umidade. A configuração proposta é explicitada pela Figura 7:

Figura 7- Configuração Proposta dos Silos

11 Dolomítica	
12 Parado	1 Coque
13 Dolomítica	2 Fluorita
14 Dolomítica	3 Calcítica
15 Dolomítica	4 Calcítica
16 Dolomítica	5 Calcítica
17 Dolomítica	6 Calcítica
18 Minério	7 Calcítica
19 Escória C	8 Calcítica
20 Escória	9 Dolomítica
21 Calcário	10 Dolomítica

Legenda: Silos Obstruídos 
 Silos Cal Calcítica 
 Silos Cal dolomítica 
 Demais Fundentes 

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Uma análise comparativa dos principais tópicos que sintetizam a maior eficiência da proposta pode ser visualizada através da Tabela 3:

Tabela 3 – Análise Comparativa das Situações

Tópicos	Situação Atual	Situação Proposta
Quantidade de Silos Obstruídos	3	1
Silos destinados a Cal calcítica	5	6
Silos destinados a Cal dolomítica	7	8
Silo mais afetado pela umidade abastecido por insumo não hidrofóbico	NÃO	SIM
Silos mais afastados abastecidos por insumos de menor demanda	NÃO	SIM
Insumos semelhantes armazenados em silos sequenciais	NÃO	SIM
Interferência na descarga de outros insumos em caso de geração de montes de cal dolomítica	SIM	NÃO

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

4.2.3 Aplicação do Método FIFO

Para que o método FIFO fosse efetivamente implantado, o primeiro passo seria o alinhamento da programação com a logística, visando uma média semanal baseada no mix de produção para a determinação do número de carretas a serem descarregadas. Após o alinhamento com a programação, alterações no layout básico do sistema precisam ser realizadas, os silos necessitam ser vedados através de uma coifa sanfonada horizontal que seriam implantadas acima dos silos.

A partir do cálculo base da quantidade de insumos a serem consumidos por semana às descargas ocorreriam às segundas-feiras e quintas-feiras. No cenário atual como base, a requisição seria de 12 carretas de cal dolomítica e 12 de calcítica. No dia específico do

descarregamento todos silos seriam abastecidos e a vedação sanfonada seria fechada e somente retornaria sua abertura no próximo dia especificado para descarregamento da segunda demanda. Dessa forma, o silo só ficaria exposto nesses dois dias para descarga de material.

A utilização dos insumos nos respectivos silos seguiria o sentido ideal de abastecimento e seriam consumidos de maneira equivalente de acordo com seu posicionamento.

Assim, haveria utilização de todos os silos e a circulação dos insumos seria eficiente.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Proposta para Problemas Enfrentados

O sistema de armazenamento é capaz de ter melhoras significativas em desempenho e controle se os bloqueios do processo fossem resolvidos.

No que se refere aos problemas derivados da umidade do ar a armazenagem eficiente e o investimento em locais secos, impermeáveis e protegidos se faz fundamental.

Visando o aperfeiçoamento do layout devem ser providenciados o conserto das janelas quebradas e a implantação de bloqueios eficientes que impeçam a entrada de umidade e exposição excessiva dos fundentes.

Quanto à geração de finos, visto que os sistemas de correias transportadoras são altamente arcaicos e promove quedas de materiais a alternativa mais eficiente é a substituição do método para um mais moderno, além da elaboração de um processo de absorção de impacto para a cal, que promoveria benefícios diversos. Ademais, é indispensável uma programação rigorosa para descarregamento apenas quando os silos estiverem abastecidos em metade de sua capacidade, visando a diminuição da ruptura de materiais pelo impacto na queda.

Tendo em consideração o descarregamento das carretas o contrato com a empresa terceira deve ser reavaliado e multas devem ser aplicadas na falta de cumprimento aos procedimentos de descarga de fundentes, além de fiscalização diária dessa atividade por funcionário do quadro próprio.

No que concerne às decisões relativas ao estoque mínimo, à programação e ao alinhamento estratégico, a comunicação efetiva e a sinergia entre os setores da logística e suprimentos, mostra-se essencial para todo o funcionamento do sistema de armazenagem de insumos.

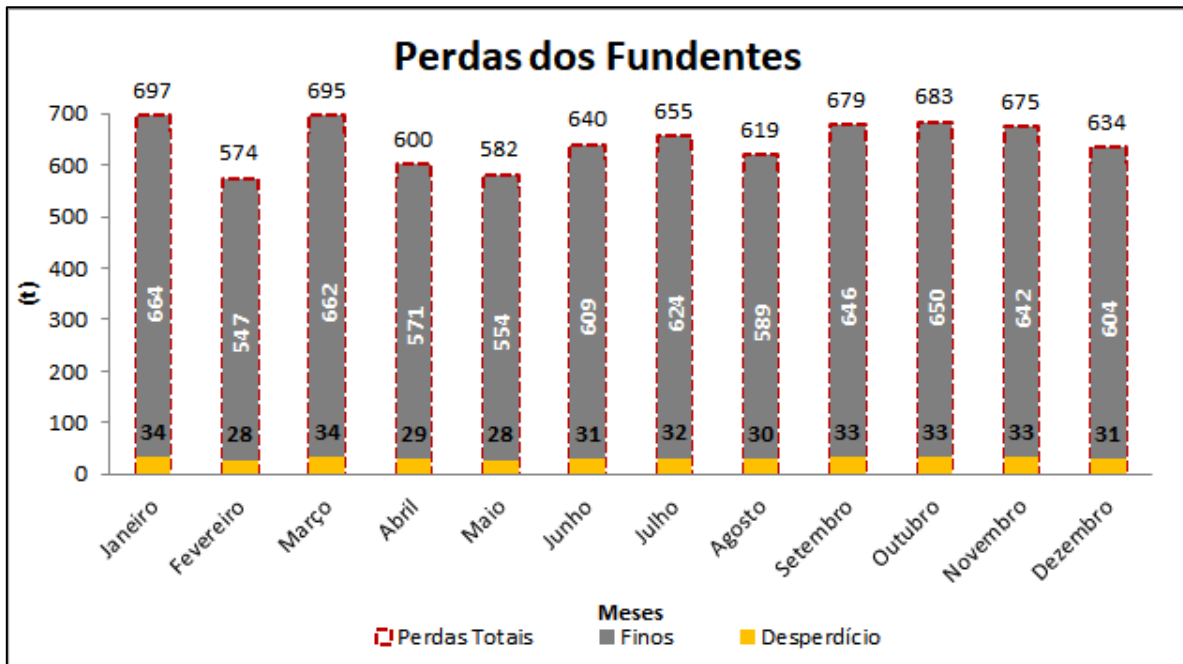
Todas as alternativas de melhorias expostas anteriormente foram entregues em forma de propostas para a usina siderúrgica e serão avaliadas e orçadas para futura implantação.

5.2 Perdas dos Fundentes

Caracteriza-se perda toda diferença entre a quantidade de material prevista, ou recebida e a quantidade efetivamente consumida em um certo período. A distribuição mensal relativa ao ano de 2018 pode ser visualizada pelo Gráfico 7. É importante salientar que no que tange a totalidade de perdas, atualmente não é realizada a separação entre cal calcítica e cal dolomítica, portanto a análise será simultânea. As perdas mensais variam entre 500 a 700 toneladas e este total pode ser subdividido entre geração de finos e desperdício. A maior proporção das perdas é derivada dos finos gerados, os quais são provenientes da ruptura dos materiais ou tempo excessivo de exposição sem utilização. A parcela referente aos finos é encaminhada para a sinterização para tentativa de reaproveitamento.

A porção relativa ao desperdício refere-se às perdas de materiais na área, por transbordamento ou vazão nas correias transportadoras, além de material em suspensão sugado pelo sistema de despoeiramento.

Gráfico 7- Perdas dos Fundentes



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Considerando o cenário atual de perdas, bem como a análise do gráfico é possível mensurar que a perda mensal é de aproximadamente 11% dos insumos recebidos, o que equivale em média a 644 toneladas, visto que a variação mensal é de 500 a 700 toneladas.

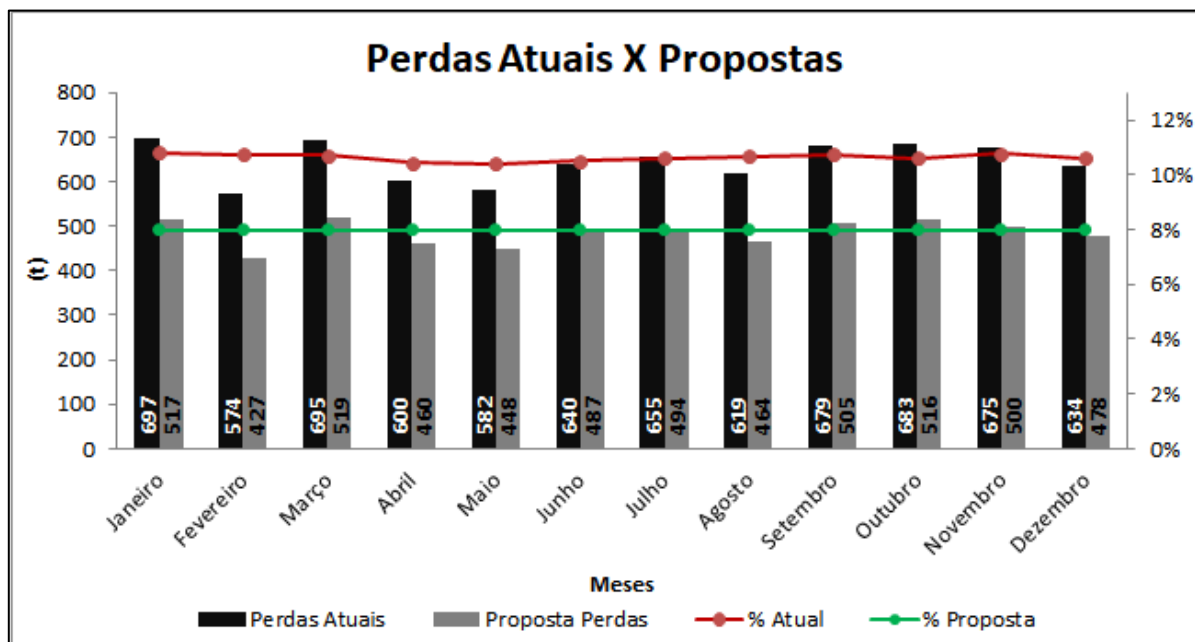
A partir de reuniões com os especialistas da área, os responsáveis técnicos e os fornecedores de fundentes, houve o estudo em conjunto sobre a viabilidade das propostas e da nova distribuição dos silos e melhorias básicas no sistema de armazenamento e transporte de fundentes e a partir das experiências dos membros foi determinado o valor satisfatório de redução para 8% mensais gerados a partir das seguintes mudanças propostas:

- Conserto de janelas quebradas, visando à drástica redução da entrada de umidade do ar e variações climáticas, por consequência, redução de finos;
- Reposicionamento dos silos afetados por maior umidade do ar, afastando o posicionamento dos insumos mais sensíveis da área de maior hidratação e abastecendo os silos da frente por insumo não hidrofóbico, acarretando em redução de finos;
- Redução do número de silos obstruídos;
- Aumento do número total de silos destinados à cal calcítica e dolomítica;

- Maior eficiência no sistema de descarga através da alteração no posicionamento dos insumos, mantendo os silos mais afastados abastecidos por insumos de menor demanda e a partir da não interferência na descarga de outros insumos em caso de geração de montes de cal dolomítica;
- Insumos semelhantes armazenados em silos sequenciais, facilitando a lógica das descargas e evitando a contaminação em caso de geração de montes por insumos com propriedades químicas totalmente diferentes;
- Melhoria na lógica de programação, promovendo as descargas quando os silos estiverem abastecidos até a metade da sua capacidade, visando à redução do impacto e quebra dos materiais.

Às melhorias na automação e na atualização do sistema foram desconsideradas para essa proposta, pois visou-se às principais mudanças a curto prazo. Ou seja, caso realizasse a implantação de todas as propostas sugeridas a redução seria ainda maior. A proposta de diminuição das perdas para 8% possibilita uma redução de 1921 toneladas por ano no comparativo com o cenário atual, equivalente a R\$649.298,00, considerando o preço médio dos fundentes por tonelada. O comparativo das perdas é demonstrado pelo Gráfico 8.

Gráfico 8- Comparativo das perdas Atuais e Propostas



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

5.3 Avaliação do método FIFO

Os benefícios mensuráveis a partir da implantação do método FIFO seria a redução do valor pago referente a diárias para às carretas, pois a atualização do sistema promoveria dias e quantidades específicas para descargas.

Vale ressaltar que atualmente o número de carretas não possui um controle eficiente, há inconsistências no planejamento de horários de chegadas e comumente diárias não previstas são pagas por extrapolação do horário possível para descargas.

Pontos negativos sobre a aplicação do método envolvem congestionamentos nas estradas ou a possibilidade de greve impedindo ou atrasando a chegada dos materiais.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi proposta uma nova gestão de estoques para os fundentes de uma usina siderúrgica visando a análise de alterações das etapas do processo produtivo, em que se buscou entender o contexto atual e a identificação das variáveis que impactam e promovem modificações para o processo em termos de capacidade produtiva. Por se tratar de uma indústria de base e de seus altos investimentos, a utilização de ferramentas estatísticas se mostrou adequada para realização deste tipo de análise de ganho potencial.

A pesquisa apresenta o fluxo convencional em uma aciaria, com foco no sistema de transporte e armazenamento de insumos. Outras características inerentes ao processo produtivo foram abordadas no trabalho, como layout do sistema, recebimento e consumo dos fundentes além de falhas de processo.

As alterações sugeridas no processo trariam ganhos significativos para o melhor aproveitamento dos fundentes e do sistema que os engloba, com uma redução aproximada de 8% mensal no total de perdas, além de aumentar as taxas de utilização do sistema de armazenamento e transporte de insumos, um dos principais sistemas para o processo de refino primário.

O desenvolvimento do trabalho proporcionou a geração e retenção de conhecimentos por manter os técnicos, fornecedores e a equipe do quadro próprio responsável pelo sistema envolvidos e participantes no desenvolvimento de melhorias propostas para o sistema, além da identificação e maior controle das variáveis para controle e monitoramento.

É válido ressaltar que a partir da implementação do método FIFO e das propostas sugeridas seria possível a redução de desperdícios, benefício tecnológico no que diz respeito ao sistema implantado com tecnologia mais moderna, essa atualização implicaria em maior vida útil além de eliminação de falhas, tornando o sistema mais robusto, aumentando sua eficiência e confiabilidade devido a sua importância e geração de valor corporativo.

Os resultados obtidos permitem concluir que a proposta se mostrou, sob os aspectos descritivo e explicativo, adequados à análise da indústria em questão possibilitando a aplicação das propostas em siderúrgicas e em organizações que possuem sistema de armazenamento de insumos perecíveis.

Ao longo da evolução deste estudo identificaram-se questões correlatas que permitiriam o desenvolvimento de outros estudos para ampliar o entendimento do fenômeno estudado ou para buscar confirmação empírica dos resultados obtidos.

Uma primeira sugestão para pesquisa futura é a análise dos dados de desempenho de um período posterior às propostas implantadas. Esta menção se faz devido ao fato que as estratégias adotadas demoram um tempo para produzir resultados. Além disso, sugere-se estudos para a análise mais minuciosa da implementação e viabilidade de outros métodos de gestão de estoques na empresa estudada.

As limitações da pesquisa envolvem, então, a delimitação do tempo, que não permitiu a análise dos resultados a longo prazo.

REFERÊNCIAS

AEP. **Manual de Formação: Produtividade e Inovação: Programa Formação PME.** Lisboa: Câmara de comércio e indústria, 2004.

Agência Nacional de Mineração. **Cal: Sumário Nacional**, 2014.

ALMEIDA, M. C.. **Auditoria: um curso moderno e completo.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ARAÚJO, L. A. **Manual de Siderurgia.** Arte & Ciência, 1997. v. 1

BARÃO, C. D. **Siderurgia para não siderurgistas**, ABM, São Paulo, SP, 2014.

BDMEP. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016.

BERTO, R.M.V.S. E NAKANO, D.N. **Métodos de Pesquisa na Engenharia de Produção.** CD ROM do XVIII ENEGEP, Niterói, 1998

CANEM, A. G.; WILLIAMSON, G. H. **Facility layout overview: towards competitive advantage.** *Facilities*, v. 16, n. 7-8, p. 198-203, 1998.

CHIAVENATO, I.; **Administração de materiais: uma abordagem introdutória.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2005 3ª reimpressão.

Companhia Siderúrgica de Tubarão . **A produção do calcário e subprodutos.** Espírito Santo, 2003

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica.** Editora Atlas, 2004.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II / ERP conceitos, uso e implantação, base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão.** 5 ed. São Paulo: Atlas. 2007.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J. e CHASE, R. B. (2001) - **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman.

DIAS, M. A. P. - **Administração de Materiais**: resumo da teoria, questões de revisão, exercícios, estudos de casos. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

DIAS, M.A.P. **Administração de Materiais: Uma Abordagem Logística**. 5ª ed. SP: Atlas, 2010.

FARIA, M. A. A.; SOARES, C. **Siderurgia para não siderurgistas**, ABM, São Paulo, SP, 2014.

FARIA, M.A.A.; VIANA, J.F.; PEREIRA, M. A - **Análise das reações de refino e formação de escória nos convertedores da Aciaria 2 da Usiminas** – XXV Seminário da ABM, Porto Alegre, Setembro de 1993.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FOCO LOGÍSTICO. **Em busca da melhor filosofia de estocagem**. Disponível em: <<http://focologistico.zip.net/>>. Acesso em maio de 2019.

FRANCISCHINI, G. P. **Administração de materiais e do patrimônio**. São Paulo: Thomson, 2004.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração de Materiais e do Patrimônio**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

GIANESI, I. G. N; BIAZZI, J. L. **Gestão Estratégica dos Estoques**, 2009. Artigo.

GONÇALVES, W. M. **Adequação do processo de fabricação de aço LD, utilizando ferro-gusa líquido com baixo teor de silício**. 2005. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas), Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2005.

IABr, Instituto Aço Brasil, **Processo de Produção**. 2015. Disponível em: <www.acobrasil.org.br/site2015/processo.html>. Acesso em: 20 out. 2018.

Instituto Brasileiro de Siderurgia. **Anuário Estatístico**. IBS, Rio de Janeiro, 2005.

JÚNIOR, E. C. F. **Desenvolvimento do sopro dinâmico e bloqueios de segurança usando a análise do gás on-line dos convertedores da AM Monlevade.** 2013. 80 p. (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas), Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2013.

LACERDA, L. **Armazenagem e localização das instalações.** In: FLEURY, P.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. Logística Empresarial: a perspectiva brasileira (Coleção COPPEAD de Administração). São Paulo: Atlas, 2000.

LAUDON, K.C. e LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação Gerenciais.** 1a. Edição. Pearson, 1996.

LHOIST. **Minerais e Produtor de cal.** 2015. Disponível em:<www.lhoist.com/br_br/market-segment/siderurgia >. Acesso em 09 abr.2019.

LIMA, A. S.; PESSOTI, G. C. **Análise do padrão de concorrência na indústria siderúrgica brasileira.** *Revista de Desenvolvimento Econômico*, Salvador, v. 13, n. 23, p. 53-64, jul. 2011.

LING-FENG, H.; LIHUI, T. **The optimum design of a warehouse system on order picking efficiency.** *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.28, n.5/6, p.626-637, 2006.

LINO, R. S. A. **Siderurgia para não siderurgistas**, ABM, São Paulo, SP, 2014.

MARTINS. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais** 2º Ed, editora Saraiva, São Paulo, 2006.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout: Sistema SLP.** Tradução Elizabeth de Moura Vieira; Jorge Aiub Hijjar; Miguel de Simoni. São Paulo: Edgard Blücher; 1976.

NEVES, M. A. O. (2005). **10 importantes dicas para uma separação de pedidos de mercadorias mais eficiente.** Disponível em: <<http://www.guialog.com.br/Y630.htm>>. Acesso em: 01/11/2018.

PINTO, C. V. - **Organização e Gestão da Manutenção**. 2. ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.

POZO, **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística**, 4º ed , São Paulo: Atlas, 2007;

REGONE, W. **Simulação da Laminação a Quente de um Aço Livre de Intersticiais (IF) Através de Ensaios de Torção**, Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 2001, 174 p.

RIBEIRO, M. M. **Material particulado da planta de sinterização de usina siderúrgica integrada em composição de massa de cerâmica vermelha**. 2010. 163 p. Tese (Doutor em Engenharia e ciências dos materiais), Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, 2010.

RIBEIRO, O. M. **Contabilidade Comercial**. São Paulo, BR: Editora Saraiva, 2017.

SCHEID, A. **A elaboração do Aço**. Tese (Doutor em Ciência dos Materiais), Universidade Federal do Paraná, 2010.

SILVA, A.L.; RENTES, A. F. 2012. **Um modelo de projeto de layout para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta**. Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI, Universidade de São Paulo

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação** / Edna Lúcia da Silva, Estera Muszkat Menezes. – 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N. et al. **Gerenciamento de Operações e de Processos: Princípios e Práticas de Impacto Estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 552 p

SPRADLEY, J. P. (1980). **Participant observation**. New York: Holt, Rinehart & Winston, INC

STARK, J. A. **Contabilidade de Custos**, Editora Prentice Hall, 2010.

TREIN, F. A.; AMARAL F. G. **A aplicação de técnicas sistemáticas para a análise e melhoria de layout de processo na indústria de beneficiamento de couro.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., Salvador. Anais... Salvador: ABEPRO, 2001.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. 2012. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção,** Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

VENDRAME, F. C. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais,** 2008. Apostila da Disciplina de Administração, Faculdades Salesianas de Lins.

YIN, R. (1994). **Case Study Research: Design and Methods (2ª Ed)** Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

APÊNDICE A – Roteiro da Entrevista

Data:
Nome:
Cargo:
Há quanto tempo atua nesse cargo?
Explique a sua rotina no sistema de transporte e armazenamento de fundentes?
Quais são os maiores desafios da área?
Quais são os principais gargalos do sistema?
Quais são os pontos positivos do sistema atual?
Quais são os principais problemas enfrentados pelo sistema atual?
Quais são as mudanças necessárias a curto prazo no sistema?

Quais são as vantagens de uma nova gestão de estoques?
Quais os pontos críticos da proposta?
Quais aspectos a proposta deve levar em consideração?
Quais os benefícios das propostas sugeridas?
Qual a redução nos custos em caso da implementação da proposta?
Quais os ganhos da implementação?
A proposta é viável financeiramente?
Quais os benefícios a longo prazo?