UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FELIPE CUNHA DE GOUVÊA

RECONFIGURAÇÃO DO LAYOUT DE ESTOQUE PARA EMPREGO DE ENDEREÇAMENTO, POLÍTICAS DE PICKING E USO DO WMS.

JUIZ DE FORA
2018

FELIPE CUNHA DE GOUVÊA

RECONFIGURAÇÃO DO LAYOUT DE ESTOQUE PARA EMPREGO DE ENDEREÇAMENTO, POLÍTICAS DE PICKING E USO DO WMS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Engenheira, Renata Amaral Fonseca

Co-Orientador: D. Sc., Roberto Malheiros Moreira Filho

JUIZ DE FORA

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gouvêa, Felipe Cunha de.
Reconfiguração do layout de estoque para emprego de endereçamento, políticas de picking e uso do WMS. / Felipe Cunha de Gouvêa. -- 2018.
81 p.

Orientadora: Renata Amaral Fonseca
Coorientador: Roberto Malheiros Moreira Filho
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2018.

1. WMS. 2. Layout. 3. Estoque. I. Fonseca, Renata Amaral, orient. II. Filho, Roberto Malheiros Moreira, coorient. III. Título.

FELIPE CUNHA DE GOUVÊA

RECONFIGURAÇÃO DO LAYOUT DE ESTOQUE PARA EMPREGO DE ENDEREÇAMENTO, POLÍTICAS DE PICKING E USO DO WMS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovado em 26 de junho de 2018

BANCA EXAMINADORA

_____

Engenheira, Renata Amaral Fonseca

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

D. Sc., Roberto Malheiros Moreira Filho

Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Engenheiro, Luciano Azeredo Luiz

ArcelorMittal Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial minha mãe, Rita Maria, que sempre apoiou na minha formação acadêmica.

Agradeço ao Luciano, supervisor do meu estágio, por sempre acreditar no potencial do meu trabalho.

Agradeço a Deus, por trilhar meu caminho e me guiar sempre.

RESUMO

A administração do estoque se faz importante em diversas empresas que lidam com produtos físicos. Os estoques podem incorrer em diferencial estratégico principalmente em indústrias de grande porte que contam com altos níveis de estoque. Nesse sentido, o uso de sistemas de gerenciamento, como o WMS, é de extrema importância para garantir o bom funcionamento e controle das operações. Para uso efetivo do WMS, o alinhamento das operações com as informações computadas se faz necessários, sendo que as políticas de endereçamento, políticas de *picking* e a configuração de *layout* adequada favorecem esse alinhamento. Assim, o trabalho buscou estudar o *layout* a fim de entender como a configuração do *layout* impactava no endereçamento e *picking*, e como estes se refletiam no funcionamento do WMS. O trabalho consistiu em uma pesquisa descritiva de campo, com abordagem quantitativa e com natureza aplicada ao estoque externo de bobinas acabadas da ArcelorMittal Juiz de Fora. No fim do trabalho foi possível propor um modelo de *layout* que contribui-se para o uso do WMS e melhoria das operações de movimentação do estoque.

Palavras-chave: WMS, *layout*, estoque.

ABSTRACT

The stock administration becomes important in many companies that deal with physical products. The stocks may incur in strategic differential mainly in large industries that counts with high level of stocks. In this aspect, the use of management systems, like the WMS, is extremely important to insure the good functioning and control of the operations. For an effective use of the WMS, the alignment of the operations with the computed information becomes necessary, given that the proper addressing policy, picking policy and layout configuration support this alignment. So, the paper pursued studying the layout in order to understand how the layout configuration impacts the addressing and picking, e how those reflects in the functioning of the WMS. The paper consists in a field descriptive research, with quantitative approach and applied nature to the external stock of finished coils from ArcelorMittal Juiz de Fora. At the end of this work it was possible to propose a model of layout that contribute for the use of the WMS and improvement of the material movement.

Keywords: WMS, *layout*, stock.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uma definição de planejamento e controle de estoque. 21
Figura 2 - Fluxos típicos de produtos em um armazém 30
Figura 3 - Possibilidades de relação de movimentação de materiais 32
Figura 4 - Negócios da ArcelorMittal Brasil 38
Figura 5 - Usinas da ArcelorMittal no Brasil 40
Figura 6 - Produtos vendidos pela AMJF. 41
Figura 7 - Carregamento de bobinas com ponte rolante equipada com eletroímã 47
Figura 8 - Visão aérea da divisão de baias na área externa 3 49
Figura 9 - Baia grande confinando material - Vista aérea das áreas externas 1 e 2 ... 51
Figura 10 - Baia grande, confinando material - Vista do chão 51
Figura 11 - Histograma de volume de produção por OP (janeiro/2017) 53
Figura 12 - Reconfiguração da área externa 1 56
Figura 13 - Reconfiguração da área externa 2 57
Figura 14 - Reconfiguração da área externa 3 59
Figura 15 - Reconfiguração e divisão das baias do layout da área externa 2 61
Figura 16 - Placa de identificação da baia da área externa 2 62
Figura 17 - Configuração do *layout* original 69
Figura 18 - Destaque da área interna do *layout* 70
Figura 19 - Destaque da área externa 1 do layout 71
Figura 20 - Destaque da área externa 2 do *layout* 72
Figura 21 – Destaque da área externa 3 do *layout* 73
Figura 22 - Vista frontal da bobina 74
Figura 23 - Visão frontal da baia 74
Figura 24 - Distância recomendada entre baias 75
Figura 25 - Distância recomendada entre bobinas na baia 75
Figura 26 - Cálculo do número de bobinas na primeira camada 76
Figura 27 - Cálculo do número de bobinas na segunda e terceira camada 76
Figura 28 - Perda de capacidade de estocagem com divisão de baias 77
Figura 29 - Proposta de configuração do Layout do estoque 78
Figura 30 - Fluxograma da operação de estocagem de bobinas 79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Áreas de estocagem da expedição AMJF.....48
Tabela 2 – Comparação entre o modelo original e o proposto na área externa 1 57
Tabela 3 – Comparação entre o modelo original e o proposto na área externa 2 58
Tabela 4 – Comparação entre o modelo original e o proposto na área externa 3 59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AMJF - ArcelorMittal Juiz de Fora

FEFO - *First Expired First Out*

FIFO - *First in First Out*

HIFO - *High First Out*

LHC - *Large Hadron Collider*

LIFO - *Last in First Out*

LOFO - *Low First Out*

OP - Ordem de Produção

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

RFID - *Radio Frenquency Identification*

SKU - *Stocking Keeping Units*

WMS - *Warehouse Management System*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 14
1.2 JUSTIFICATIVA 15
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 16
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 17
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 18
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 19

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 20

2.1 ESTOQUE 20
2.1.1 DEFINIÇÃO DE ESTOQUE 20
2.1.2 OBJETIVOS DO ESTOQUE 20
2.1.3 CATEGORIAS E TIPOS DE ESTOQUE 22
2.2 *WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM* – WMS 25
2.2.1 SURGIMENTO DO WMS 25
2.2.2 OBJETIVO E FUNCIONALIDADES DO WMS 26
2.3 ENDEREÇAMENTO – POLÍTICAS DE ALOCAÇÃO DE ESTOQUE 29
2.3.1 CONCEITUALIZAÇÃO 29
2.3.2 MÉTODOS DE ALOCAÇÃO DE ESTOQUE 29
2.4 POLÍTICAS DE *PICKING* 31
2.4.1 CONCEITUALIZAÇÃO 31
2.4.2 POLÍTICAS DE *PICKING* 31
2.5 *LAYOUT* DE ESTOQUE 34

3. A ARCELORMITTAL 36

3.1 ARCELORMITTAL MUNDO 36
3.2 ARCELORMITTAL É AÇO 36
3.3 ARCELORMITTAL BRASIL 37
3.3.1 MISSÃO, VISÃO E VALORES 38

3.3.2 ARCELORMITTAL BRASIL – AÇOS PLANOS 39
3.3.3 ARCELORMITTAL BRASIL – AÇOS LONGOS 39
3.4 ARCELORMITTAL JUIZ DE FORA 40

4. DESENVOLVIMENTO 43

4.1 GERÊNCIA TÉCNICA E LOGÍSTICA 43
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO DE ESTOQUE DA EMPRESA 43
4.2.1 ESTOQUE 43
4.2.2 ENDEREÇAMENTO 44
4.2.3 POLÍTICAS DE *PICKING* 45
4.3 DESCRIÇÃO DO *LAYOUT*, CONFIGURAÇÃO E OPERAÇÕES DA ÁREA DE EXPEDIÇÃO 45
4.4 UTILIZAÇÃO DO WMS NA EXPEDIÇÃO LOGÍSTICA 48
4.5 AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS 49
4.6 SOLUÇÕES PROPOSTAS 52
4.6.1 FALTA DE CONFIGURAÇÃO DE BAIAS E LIMITAÇÕES FÍSICAS 53
4.6.2 FALTA DE ESPAÇO DE ESTOCAGEM 53
4.6.3 FALTA DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE LOCALIZAÇÃO DO MATERIAL 54
4.6.4 CONFINAMENTO DE BOBINAS E *PICKING* LIFO 54
4.6.5 SUBUTILIZAÇÃO DO WMS 54
4.7 PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO 55
4.7.1 ÁREA EXTERNA 1 56
4.7.2 ÁREA EXTERNA 2 57
4.7.3 ÁREA EXTERNA 3 58
4.7.4 IMPACTOS NO WMS 59

5. RESULTADOS 61

6. CONCLUSÃO 64

7. BIBLIOGRAFIA 65

ANEXO A - LAYOUT DO ESTOQUE DE BOBINAS ACABADAS DA AMJF 69

ANEXO B - ÁREA INTERNA DO ESTOQUE **70**

ANEXO C - ÁREA EXTERNA 1 DO ESTOQUE **71**

ANEXO D - ÁREA EXTERNA 2 DO ESTOQUE **72**

ANEXO E - ÁREA EXTERNA 3 DO ESTOQUE **73**

ANEXO F – CÁLCULO DE ESPAÇO OCUPADO PELAS BOBINAS NA FORMAÇÃO DE BAIAS **74**

7.1 VISÃO FRONTAL DA BOBINA 74
7.2 VISÃO FRONTAL DA BAIA 74
7.3 DISTÂNCIA RECOMENDADA ENTRE BAIAS 75
7.4 DISTÂNCIA RECOMENDADA ENTRE BOBINAS NA BAIA 75
7.5 CÁLCULO DA PRIMEIRA CAMADA DE BOBINAS 76
7.6 CÁLCULO DA SEGUNDA E TERCEIRA CAMADA DE BOBINAS 76

ANEXO G – PERDA DE CAPACIDADE DE ESTOCAGEM COM DIVISÃO DE BAIAS **77**

ANEXO H – PROPOSTA DE LAYOUT **78**

ANEXO I – FLUXOGRAMA DA OPERAÇÃO DE ESTOCAGEM DE BOBINAS **79**

ANEXO J – TERMO DE AUTENTICIDADE **80**

ANEXO K – DECLARAÇÃO DA EMPRESA **81**

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente trabalho traz, por meio de revisão bibliográfica e aplicação prática, a importância da administração de estoques, de compreender as técnicas e ferramentas de gerenciamento de estoques e como suas aplicações auxiliam na diferenciação logística da empresa, como impactos nos custos e posicionamento estratégico na conjuntura atual.

Ballou (1993), Slack et al. (2006) e Vieira (2009) trazem em suas obras a importância do estoque nas atividades da empresa. Para os autores, o estoque tem a função de regulação entre as demandas do mercado e a oferta dos produtos, evitando grandes prejuízos. Slack et al. (2006) e Bowersox et al. (2009) trabalham ainda o valor do estoque e como esse pode afetar as estratégias e decisões da empresa.

No que se refere ao WMS (*Warehouse Management System*), ou Sistema de Gerenciamento de Armazéns, Banzato (2005) e Barros (2005, apud SUCUPIRA, 2003) destacam como a assertividade das informações proporcionada pelo sistema beneficiam o funcionamento e controle das operações do armazém, reduzindo custos e aumentando o nível de serviço ao cliente. Segundo Barros (2005, apud SUCUPIRA, 2003), o uso eficiente do WMS pode ser determinante no posicionamento da empresa no mercado.

Relativo às políticas de alocação de materiais, Richards (2011) propõe que a política adequada interfere no correto funcionamento do armazém, enquanto Chan e Chan (2011) estende que tal política pode interferir até mesmo na etapa de *picking*. A política de *picking* adequada, por sua vez, auxilia no bom desempenho das atividades do estoque de atendimento ao cliente (CARVALHO et al., 2012).

O último conceito a ser abordado é o *layout* do estoque. Os autores Scioscia (2014) e Larson et al. (1997) tratam a importância do *layout* do estoque para o bom funcionamento dos armazéns. Larson et al. (1997) e Mohsen (2002) trabalham a dificuldade de estabelecer um *layout* devido as particularidades de cada estoque.

Visto a importância dos cinco temas para o estudo, esses serão tratados no capítulo de revisão bibliográfica. O trabalho busca aplicar tais conhecimentos na análise do estoque externo de bobinas destinadas a expedição do setor de gerenciamento logístico da empresa siderúrgica ArcelorMittal Juiz de Fora (AMJF), visando a elaboração de uma proposta de

reconfiguração do estoque de forma a melhorar a assertividade das informações sistêmicas e melhorar as movimentações de materiais e equipamentos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A administração de estoque incorre em custos relevantes para a saúde financeira das empresas. Os estoques apresentam custos com manutenção e manuseio de materiais, encarecem o custo de capital, além de demandar espaço físico e gerenciamento. O estoque também é responsável por suprir as demandas de material e ao mesmo tempo permitir a produção por especulação, fazendo a administração deste uma das atividades primárias dos sistemas logísticos (VIEIRA, 2000).

Os estoques são investimentos de alto risco e alto impacto que, se mal administrados, podem incorrer em paradas de produção, perdas de vendas, insatisfação do cliente, reprogramação da produção e aumento significativo de custos, quando os estoques não são suficientes para atender a etapa seguinte. Quando os estoques excedem as necessidades do cliente, podendo este ser o próximo processo, tem-se aumento do estoque, que acarreta em aumento do espaço de armazenamento, capital imobilizado, diminuição do giro e consequentemente deterioração do material, o que resulta em aumento de custos e perda de lucratividade (BOWERSOX et al, 2007).

Ballou (1993) destaca que os estoques podem chegar a representar de 25 a 40% dos custos de capital da empresa, sendo assim importante entender sua função na logística e melhor gerencia-lo.

Para Ziquinato et al. (2016), o uso da ferramenta de endereçamento é um diferencial estratégico paras as empresas pois impacta na utilização do espaço disponível, na movimentação e na armazenagem, aprimorando as atividades do armazém e respondendo as solicitações de forma mais rápida, eficiente e com qualidade. Em seu trabalho, Jacinto et al. (2011) defende também o diferencial estratégico do endereçamento e suas vantagens e benefícios:

> “O endereçamento é um diferencial estratégico dentro da armazenagem e estocagem, pois influência de forma precisa no espaço que deverá ser utilizado, facilitando as operações para atender a

> demanda com qualidade, rapidez e eficiência.” (JACINTO et al., 2011, p. 2).

No que se refere ao *picking*, Tompkins et al. (1998) apresenta em seu estudo que essa etapa, dentre as atividades de um armazém, é a mais importante, podendo incorrer em 55% dos custos operacionais. Além dos custos, a atividade de *picking* realizada de forma rápida, eficiente e assertiva melhora o nível de serviço ao cliente e reduz a ocorrência de erros (CARVALHO et al., 2012).

A ArcelorMittal utiliza o software SAP ERP como sistema de integração dos dados referentes aos departamentos e processos da organização. Entre os módulos disponíveis no SAP ERP está o módulo de gerenciamento de armazéns, WMS. Porém, apesar de a empresa possuir o sistema WMS, no período em que o trabalho foi realizado, observou-se que o mesmo era pouco utilizado pelo pessoal da operação e as informações contidas não eram confiáveis.

O estudo foi desenvolvido de modo a investigar a relação entre o layout utilizado na área de armazenamento de material da empresa com problemas que dificultavam o uso eficiente e confiável do WMS, levando em consideração políticas de alocação, picking e divisão de baias.

Além das relevâncias do estudo para o campo de conhecimento e para a empresa, esse trabalho contribuiu também com a formação tanto acadêmica quanto profissional do autor, conciliando os estudos com a prática vivenciada.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho teve início em janeiro de 2017 quando foi proposto o desenvolvimento de um estudo da configuração do estoque externo de bobinas de aço, destinadas à expedição, com o objetivo de aperfeiçoar a configuração do *layout* do estoque de bobinas acabadas de forma a colaborar para o uso do sistema WMS, melhorando a assertividade das informações dispostas e a real disposição do estoque.

O estudo deve propor soluções sem perdas significativas de espaço de estocagem. No trabalho foca-se em três aspectos de estudo do estoque: endereçamento, política de *picking* e a configuração do *layout* do estoque.

O período de dados analisados foi desde janeiro de 2015 até janeiro de 2017, pois foi o momento em que houve aumento na produção de bobinas e, consequentemente, aumento no volume de estoque.

Busca-se então responder a seguinte pergunta: Como a configuração do *layout* pode resolver os problemas relacionados com endereçamento, *picking*, gestão do estoque e uso do WMS?

É importante ressaltar que o WMS é muito amplo e exige diversos requisitos, nos quais, nesse momento, são inviáveis, necessitando de investimento em tecnologias. Assim, o trabalho pretende atuar no estudo dos locais de estoque, divisão física e sistêmica de baias de estocagem e propor soluções para realização de endereçamento e *picking*.

Outro limitante paro o trabalho é o fato de que os estudos e técnicas de configuração de *layout* de estoque não consideram a modificação de um *layout* já existente ou mesmo com as particularidades presentes no armazém da AMJF. Nesse sentido, não foi possível contemplar tais estudos no trabalho, sendo as modificações discutidas e propostas entre os integrantes do projeto na empresa.

Com esse objetivo em mente, entende-se que é necessário estudar e compreender o *layout* da planta, focado no estoque de bobinas acabadas, as movimentações de entrada e saída de materiais, fluxos, dimensões de área disponível e das bobinas, e as funcionalidades do WMS.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é a apresentar uma proposta de configuração de estoque que forneça subsídios para atender alguns requisitos do WMS, aprimorando a assertividade das informações sistêmicas com a realidade de armazenagem. Além disso, busca-se também otimizar as operações de recebimento, carregamento e inventário, através de políticas de alocação de materiais (endereçamento) e políticas de *picking*.

Para orientar o objetivo principal e guiar o estudo, foram estabelecidos objetivos secundários que auxiliarão alcançar o que o trabalho se propõe, sendo esses:

- Propor um *layout* que permita o armazenamento dos materiais com base no uso da técnica de endereçamento;

- Propor um *layout* que permita empregar a metodologia de *picking* na saída de materiais;

- Propor um *layout* com divisões estabelecidas de baias.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O trabalho apresentado é uma pesquisa descritiva no campo logístico da Engenharia de Produção focado no estudo de layout de estoque, endereçamento, políticas de *picking* e sistema de gerenciamento de armazéns, WMS, com fundamentos em diferentes bibliografias que tratam do assunto. A natureza do estudo é do tipo aplicada, pois serviu para o desenvolvimento de projeto na empresa ArcelorMittal Juiz de Fora (AMJF). O procedimento realizado é o estudo de campo, estudando o estoque externo de bobinas acabadas da empresa. A abordagem é do tipo quantitativa, buscando mensurar os impactos da configuração do estoque do modelo original e o modelo proposto no trabalho.

Inicialmente foi definido um escopo de atuação para demarcar os limites físicos, tecnológicos e conceituais, no qual se deseja cercar o trabalho. O trabalho foi realizado na área externa do estoque de bobinas acabadas, considerando o uso do WMS como sistema de controle de estoque, o uso de políticas de endereçamento e *picking* e a análise da configuração do *layout* do estoque. Com o escopo definido, a revisão bibliográfica aborda cinco conceitos: estoque; WMS; endereçamento; *picking* e *layout* de estoque.

Após a realização da revisão bibliográfica, foi feita a coleta de dados na AMJF para fornecer informações referentes ao trabalho, e juntamente com a coleta de dados, a disponibilização do *layout* original da área de estocagem da empresa para entender melhor a área de estudo em questão. Nessa etapa foram analisadas as interferências manuais no estoque, quebras de estoque por oxidação do material, impedimentos de embarque, capacidade de estocagem, volumes de estoque, movimentações de materiais e ordens de produção. Apesar de os impedimentos de embarques serem evidências de mau funcionamento do processo, não foi possível um acompanhamento dos mesmos, pois os registros são apenas por *e-mail*, não havendo dados suficientes para análise.

Com a coleta e análise dos dados, foi realizado o estudo dos problemas presentes no estoque ocasionados pelo *layout*, para então elaborar, apresentar e discutir a proposta de novo

layout em reunião com a gerência, analistas e supervisores de área. Foram realizadas reuniões mensais para revisar e retrabalhar as propostas de *layout* até adequar o mesmo ao modelo que atenda às necessidades exigidas.

Finalmente, com a aprovação do *layout*, foi elaborado um relatório que serviu de futuros estudos e implementação da proposta na empresa.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo deste trabalho traz uma introdução no qual serão apresentadas as motivações e interesses para elaboração do trabalho, as justificativas e objetivas, além do escopo que pretende limitar os horizontes abordados, metodologia e cronograma.

O segundo capítulo consiste em uma revisão bibliográfica no qual foi realizado um estudo a respeito da gestão de estoque, buscando entender melhor como o gerenciamento é uma atividade logística importante e podendo até mesmo ser diferencial em uma empresa. No mesmo capítulo foram revisados os temas que o trabalho se propõe, que são: endereçamento, metodologia de *picking* e *layout* O objetivo com essa revisão bibliográfica foi dar subsídios teóricos aos temas e fundamentar o trabalho a ser desenvolvido.

O terceiro capítulo busca ambientalizar o leitor no contexto do grupo siderúrgica, ArcelorMittal, abordando a empresa de forma macro e depois focar no grupo no qual o trabalho está sendo desenvolvido, ArcelorMittal Juiz de Fora, analisando por fim o setor de expedição que atua com as atividades de estoque (movimentações, controle, etc) na empresa.

O quarto capítulo tem como objetivo mostrar o desenvolvimento do trabalho realizado na empresa, incluindo coleta de dados e análises, e, junto com a revisão bibliográfica elaborar uma proposta de mudança de configuração do estoque de bobinas da expedição da usina.

Por fim, o quinto capítulo finaliza o trabalho com as conclusões obtidas ao longo das discussões levantadas e mostrar a importância da extensão e expansão do estudo melhores configurações de estoque e para outras empresas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como finalidade apresentar o embasamento teórico que será necessário para compreensão do trabalho. Assim, serão apresentados os conceitos e estudos dos temas abordados na obra.

2.1 ESTOQUE

2.1.1 Definição de estoque

Para Vieira (2009), estoque é uma atividade do sistema logístico que desempenha função primária e que regula os fluxos de produção ou vendas dos processos, ou seja, controla a oferta e a demanda de materiais e componentes dentro do processo produtivo.

Slack et al. (2006) aponta que estoque pode ser qualquer recurso armazenado, podendo incluir, por exemplo, caixas eletrônicos. Apesar dessa definição, o autor discrimina estoque como "acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação", restringindo o termo "estoque" a "recursos de entrada transformados".

> "Assim, uma empresa de manufatura manterá estoques de materiais, um escritório de assessoria tributária manterá estoques de informações e um parque temático manterá estoque de consumidores" (Slack et al., 2006, p. 278).

Para Ballou (2006), estoques são matérias-primas, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem e se acumulam em diversos pontos ao longo da cadeia produtiva e logística das empresas.

2.1.2 Objetivos do estoque

Slack et al. (2006) destacou a ambivalência das atitudes dos gerentes de produção em relação ao estoque. Para o autor, o estoque representa capital engessado, itens deteriorando-se e ocupação de espaço, mas permite compensar as incertezas do mercado / processo.

> "Este é o dilema do gerenciamento de estoque: apesar dos custos e de outras desvantagens associadas à manutenção de estoques, eles de fato facilitam a acomodação entre fornecimento e demanda. De fato, existem somente porque o fornecimento e a demanda não estão em harmonia um com o outro" (SLACK et al., 2006, p. 277).

A figura 1 representa a compensação entre demanda e produção evidenciada por SLACK et al. (2006).

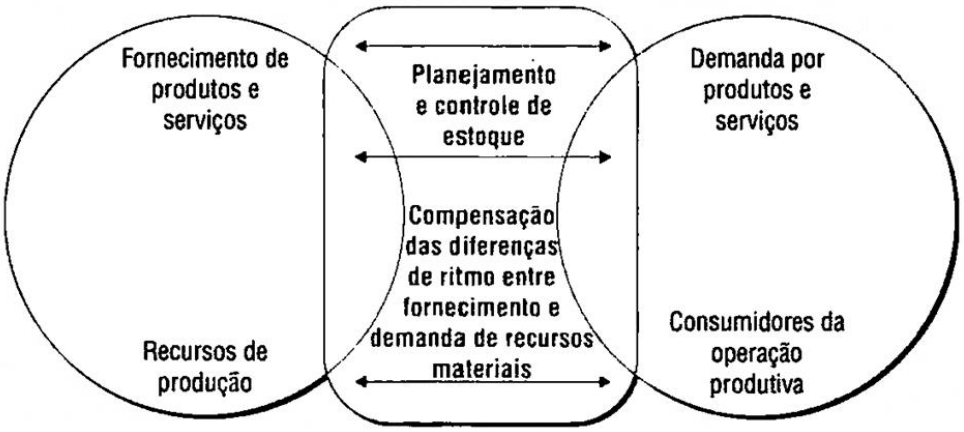


Figura 1 - Uma definição de planejamento e controle de estoque.
Fonte: Slack et al. (2006, p. 277).

Para Vieira (2009), as incertezas da demanda e a impossibilidade de um fornecimento imediato faz com que os estoques sejam necessários. "Para conseguir a coordenação perfeita entre o fornecimento e a demanda, a produção teria que responder instantaneamente e o transporte teria que ser perfeito" (VIEIRA, 2009, p. 179). Ainda segundo o autor, por essas considerações serem irreais, o estoque serve como ligação entre a necessidade de produzir e as necessidades do mercado, "coordenação da oferta-procura".

A importância do estoque está relacionada com o valor investido nele, conciliado com as funções que desempenha nas áreas de produção e marketing, determinando seu objetivo nas políticas da empresa (BOWERSOX et al, 2007, p 224).

Ballou (1993) também aborda imprevisibilidade da demanda e as necessidades de suprimentos como razões para manutenção de estoque. Além de regulador dessa interação o controle de estoque permite balancear os custos de manutenção, aquisição e faltas, custos conflitantes que podem gerar estratégias diferentes da analise isolada de cada custo.

2.1.3 Categorias e tipos de estoque

Vieira (2009) difere categorias de estoque de tipos de estoque, sendo a primeira classificação de acordo com o fluxo do material a destinação dos materiais ao longo da cadeia e a segunda de acordo com as características próprias do material e a importância de suas funções.

Para o autor, os estoques podem ser categorizados em:

- Estoques de matéria-prima: correspondem aos materiais que após serem processados resultarão em produtos acabados da empresa. O volume do estoque pode variar de acordo com as necessidades da empresa e tempo de resposta do cliente.

- Estoques de produtos em processo: são estoques de produtos que, de alguma forma, já passaram por outros processos da empresa, mas ainda não chegou ao produto final, sendo necessários mais processos.

- Estoques de produto acabado: assim como o item anterior, são estoques que já passaram por outros processos da empresa, mas que já estão prontos para serem vendidos (não resta ser processado em outras etapas). Esse estoque deve regular a necessidade de produzir e a demanda do mercado, atendendo o mercado sem gerar altos custos.

- Estoques de manutenção: correspondem aos estoques de materiais que são consumidos pelo processo, mas não agregam valor ao produto em si. São itens necessários para manutenções e concertos de equipamentos e pode ter uma demanda calculada para manutenções preventivas baseada no programa da empresa.

- Estoques de materiais de embalagem e unitização: são os estoques de materiais utilizados para unitizar os produtos da empresa, podendo ser caixas, recipientes, rótulos, paletes etc.

- Estoques em consignação: são os estoques de produtos de propriedade do cliente e sob a guarda do fornecedor ou vice-versa. Geralmente é composto de produtos acabados.

Quanto ao tipo, de acordo com Vieira (2009), esses podem ser:

- Estoque de antecipação ou sazonal: são estoques de produtos que apresentam flutuações de demanda características com a época do ano (comportamento sazonal). Esse tipo de estoque busca compensar as flutuações, antecipando uma demanda, e mantendo o ritmo de produção constante ao longo do ano.

- Estoque de segurança (flutuação): assim como o item anterior, a função do estoque de segurança é de compensar as flutuações de demanda. A particularidade do estoque de segurança é que esse visa garantir o fornecimento frente a uma demanda imprevisível, reduzindo o custo de faltas. Além disso, o estoque de segurança também busca compensar problemas nas entregas, como atrasos, produtos defeituosos ou errados, etc. Assim, assegura-se não apenas a incertezas na demanda, mas também no fornecimento.

- Estoque de proteção ou especulação: esse estoque tem como objetivo proteger a empresa de eventualidades relacionadas a especulações de mercado, instabilidades econômicas e políticas, inflações, dentre outros. Assim, a decisão por um estoque de proteção tem como base a crença de que as condições atuais estão melhores que as condições futuras.

- Estoque de ciclo ou estoque por tamanho de lote: se forma quando o volume demandado de determinado material é bem menor que o volume ofertado. Isso pode ocorrer devido às características do processo ou do material na etapa de formação do lote, como, por exemplo, a unitização de várias cargas em um único transporte. Esse tipo de estoque busca compensar os custos de manutenção de estoque e o custo de emissão de vários pedidos.

- Estoque em trânsito ou estoque de canal: é caracterizado por produtos que estão sendo movimentados fisicamente de um elo para outro, podendo ser de uma planta para outra, de um fornecedor para a planta, do centro de distribuição ao cliente, entre outros.

De acordo com Slack et al. (2006), os diferentes motivos que geram o desequilíbrio entre oferta e demanda em diferentes pontos da cadeira resultam em quatro tipos diferentes de estoque:

- Estoque isolador: estoque que tem como objetivo de compensar as incertezas entre o fornecimento e a demanda;

- Estoque de ciclo: é o estoque que busca compensar o fornecimento inconstante do produto por características do processo. Ex: padaria com três tipos de pães, mas que só pode produzir um tipo de cada vez. Logo, haverá sempre estoque de ciclo para atender a demanda dos três tipos enquanto não são produzidos mais de cada um (SLACK et al., 2006, p. 281);

- Estoque de antecipação: estoque que busca compensar o ritmo diferente entre o fornecimento e a demanda. Produz-se antecipadamente em ritmo constante para compensar picos de demanda em determinados períodos;

- Estoques no canal de distribuição: é caracterizado por materiais em trânsito, sendo que este se inicia quando o produto é alocado para algum comprador até o momento em que este produto esteja disponível para o cliente.

Bowersox et al. (2007) diferenciam os tipos de estoque não pela função que desempenha, mas de acordo com o nó na cadeia em que se encontra. Para os autores, as características do estoque são distintas de acordo com a função do negócio, sendo possível ter três classificações:

- Estoque do fabricante: a necessidade do fabricante em manter estoques está relacionada com a produção, sendo assim necessário estoques de matérias-

primas, produtos em processo e produtos acabados. Com isso, o investimento do fabricante em estoques se dá em dimensões de longo prazo e maior magnitude tornando o risco de investimento maior dentre os demais;

- Estoque do atacadista: o estoque do atacadista decorre da necessidade de manter itens da fábrica em estoque para uma rápida resposta a pequenas demandas dos varejistas. Em decorrência disto, o atacado necessita de manter estoques de uma alta variabilidade de produtos, aumentando o seu risco, e, como resposta, os atacadistas tornaram-se especialistas;

- Estoque do varejista: o gerenciamento do estoque do varejo se dá pela necessidade de fazer os produtos girarem de forma rápida. O varejista gerencia seu estoque pelas compras e vendas constantes, aumentando a frequência de pedidos e diminuindo os riscos associados a estocagem.

2.2 *WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM* – WMS

O *Warehouse Management System*, ou WMS, é um sistema de gestão que controla atividades comuns a um armazém, como recebimento, inspeção, endereçamento, armazenagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos e controle de inventário, com o objetivo de otimizar os fluxos de materiais e informações e facilitar as atividades operacionais e administrativas (BANZATO, 2005). Ainda segundo o autor, através dessa otimização o WMS permite reduzir custos através de um uso mais eficiente dos recursos e melhoria do nível de serviço ao cliente através do aumento da assertividade da informação.

2.2.1 Surgimento do WMS

Ballou (1993) afirma que nos anos de 1970 várias empresas passaram a adotar sistemas computadorizados de estoque por uma série de fatores: facilidade em adaptar os problemas de gestão de estoque aos computadores; uso mais frequente de computadores pelas

organizações; existência de programas já desenvolvidos para gestão de estoque; melhorar o nível de serviço e reduzir custos com estoque; e melhorar os relatórios gerados. Referente a este último item, o autor ainda destaca a facilidade da geração de relatórios por sistemas computadorizados em detrimento de sistemas manuais, tais como: relatório de reposição atual de estoque; valores do inventário; estoque obsoleto; e itens abaixo da quantidade mínima.

Para Costa (2005), os sistemas de até meados de 1970 eram capazes de controlar apenas as entradas e saídas do estoque, deixando lacunas de informação do armazenamento do item na unidade. Com o endereçamento, a localização dos materiais passou a ser incorporada nas informações do sistema, possibilitando a armazenagem dinâmica, ou seja, os materiais não precisavam mais de locais fixos de armazenagem, otimizando a utilização de acordo com a necessidade.

O surgimento do WMS se deu exatamente da necessidade de melhorar os fluxos de informações e materiais dentro das unidades de armazenamento: depósito, armazéns ou centros de distribuição. Esse surgimento só foi possível através do avanço da tecnologia da informação, tanto em hardware quanto em software, que permitiu criar sistemas de gestão que, através de informações mais precisas de estoque, aumento na velocidade e qualidade das operações e melhoria na produtividade de pessoal e equipamento, reduziam os custos, melhoravam a operação e aumentavam o nível de serviço prestado aos clientes (BARROS, 2005 apud SUCUPIRA, 2003).

2.2.2 Objetivo e funcionalidades do WMS

Para Nazário (1999), o principal objetivo do WMS é gerenciar as informações de um armazém através de controles de entrada, saída, posicionamento, lotes, entre outros. Franklin (2003) aborda que o WMS tem como função também de otimizar o espaço de estocagem através da gestão do endereçamento e sugestão de armazenagem. Barros (2005, apud SUCUPIRA, 2003) complementa a ideia de objetivo do WMS estendendo a discussão para os ambientes de negócio com disputas acirradas e pressões de mercado que favorecem os atores que conseguem administrar melhor os recursos e com melhor nível de serviço ao cliente.

De acordo com Franklin (2003), o uso do WMS pode trazer diversos benefícios, sendo os apostados pelo autor os seguintes:

- Erros reduzidos;

- Melhor acuracidade do inventário;
- Maior produtividade;
- Papelada de trabalho reduzida;
- Melhor utilização do espaço;
- Eliminação de inventários físicos;
- Melhor controle de carga de trabalho;
- Melhor gerenciamento da mão-de-obra.

Para isso, Dolavale (2010, apud SUCUPIRA, 2004) lista e explica algumas funcionalidades do WMS:

- Rastreabilidade das operações e o aumento de controle de estoques: refere-se ao registro em tempo real de todas as informações que diz respeito à operação realizada, sendo estas de movimentação, recebimento, separação, expedição, operador e equipamento envolvidos, etc;

- Inventários físicos rotativos e gerais: orientação, por item ou endereço, do sistema para realização de inventários segundo regra definida;

- Planejamento e controle de capacidades: avaliar etapas críticas que possam prejudicar o processo, através das informações inseridas no sistema, como funcionários, equipamentos e outros, e realocar os recursos para otimização dos serviços de forma antecipada;

- Definição de características de uso de cada local de armazenagem: mapeamento e atribuição de características aos locais de armazenamento de acordo com as características dos itens, para um endereçamento seguindo critérios que visam atender as necessidades estabelecidas;

- Sistema de classificação de itens: módulo de cadastramento que permite a alimentação do sistema com as informações dos itens e que possibilita o sistema gerencia-los;

- Controle de lotes, de datas de liberação de quarentenas e situações de controle de qualidade: através do número do lote ou número de série o sistema deve ser capaz de trazer informações de movimentação, registro, localização, vendas, etc., referentes àquela pesquisa, além de informações referentes ao controle de qualidade e quarentenas, bloqueios ou rejeições;

- Separação de pedidos (*picking*): através do sistema, deve ser possível fazer movimentações de *picking*, ou seja, separação de materiais destinados à expedição. Isso porque essa operação é comum em locais de expedição, e o sistema deve ser capaz de seguir as regras definidas e auxiliar o operador na separação, como por exemplo, o método FIFO (*First In First Out*) na saída de materiais;

- Interface com clientes e fornecedores: o sistema WMS deve prover interação fácil da empresa com seus respectivos fornecedores e clientes de modo a receber informações de entregas, notas ficais e pedidos, de forma que possam antecipar as ações a serem tomadas;

- Cálculo de embalagem de despache e lista de conteúdo: o sistema deve ser capaz de calcular e listas as embalagens que devem ser expedidas com os produtos, bem como emitir notas e calcular os pesos liquido e bruto a serem transportados;

- Controle de rotas e carregamento de veículos: o sistema deve ser capaz de controlar as rotas e o volume carregado por veículo, além de manter uma interface com a transportadora buscando agilizar os serviços referentes a transporte e melhorar o atendimento ao cliente.

Banzato (1998) também aborda os impactos do WMS e suas funções listando os seguintes fatores fornecidos pelos WMS:

- Controle Operacional (o WMS fornece as tarefas a serem feitas);
- Redução do tempo perdido com esperas;

- Redução do tempo morto dos recursos de movimentação;
- Otimização do percurso de separação dos pedidos;
- Estocagem otimizada através de uma localização pela curva ABC de giro;
- Aumento da densidade de estocagem, diminuindo distâncias a serem percorridas.

2.3 ENDEREÇAMENTO – POLÍTICAS DE ALOCAÇÃO DE ESTOQUE

2.3.1 Conceitualização

O endereçamento é uma ferramenta que determina locais específicos para a armazenagem de materiais, facilitando as operações de movimentação, localização e inventariação dos itens estocados (JACINTO et al., 2011).

O funcionamento com êxito em um armazém depende das políticas adotadas para movimentação, alocação e controle de estoque dentro de um *layout* determinado considerando o espaço físico disponível (RICHARDS, 2011).

2.3.2 Métodos de alocação de estoque

De acordo com Brynzér e Johansson (1996), as políticas de alocação podem ser entendidas como as regras que determinam as localizações no qual os produtos serão armazenados, podendo ser dividida em três categorias:

- Alocação aleatória do estoque: os itens são alocados de forma aleatória;
- Estocagem com propósitos dedicados: cada item tem um local fixo e definido de estocagem;
- Alocação baseado em classificação do estoque: os itens são classificados e cada classificação tem uma determinada área para alocação.

Chan e Chan (2011) também abordam o assunto, indicando que o *layout*, os recursos disponíveis para movimentação e as necessidades determinam a política de alocação a ser adotada, sendo as principais políticas as de alocação aleatória do estoque e a alocação baseada em classificação do estoque. Ainda, segundo os autores, a escolha da política adequada é fator

determinante para o desempenho da etapa de *picking*, mas que não existe nenhuma regra que estabeleça a política correta, dependendo das características e recursos disponíveis.

Dobos et al. (2016) apresenta também o modelo de alocação para o local livre mais perto. Nesse modelo, o produto recebido no armazém será estocado em um local mais perto que esteja livre e tenha a possibilidade de estocagem.

Além dessas maneiras de alocação de estoque, existe ainda a possibilidade de agrupamento por famílias, onde são consideradas as relações entre os produtos, agrupando aqueles que apresentam características similares (GONTIJO, 2012). Além dessas políticas, é possível combinar as técnicas de alocação, usando um modelo de alocação otimizada, como classificar e alocar o estoque em determinado local, mas alocar aleatoriamente os produtos adequados dentro daquela área (GONTIJO, 2012) e (DOBOS et al. 2016).

Geraldes et al. (2008) apresenta em seu trabalho um modelo no qual um armazém apresenta quatro áreas onde o material pode permanecer, gerando três possíveis fluxos de movimentação desse material de acordo com o local onde esta para a expedição. Essas áreas são: Recepção, Reserva, Avançado e Expedição. De acordo com o autor, Recepção é a área de chegada dos materiais, Reserva é a área onde ficam armazenados os materiais de menor giro e permanecem estocados por maior tempo, Avançado é a área de *picking*, ou seja, área onde os materiais que serão expedidos são alocados, e por fim, Expedição é o local de saída dos materiais. Liu (1999) e Bartholdi e Hackman (2011) também defendem a importância de se separar as atividades de armazenagem e de *picking* dentro de um armazém.

A figura 2 apresenta os fluxos dos materiais dentro de um armazém de acordo com a movimentação e estocagem proposto por Geraldes et al. (2008).

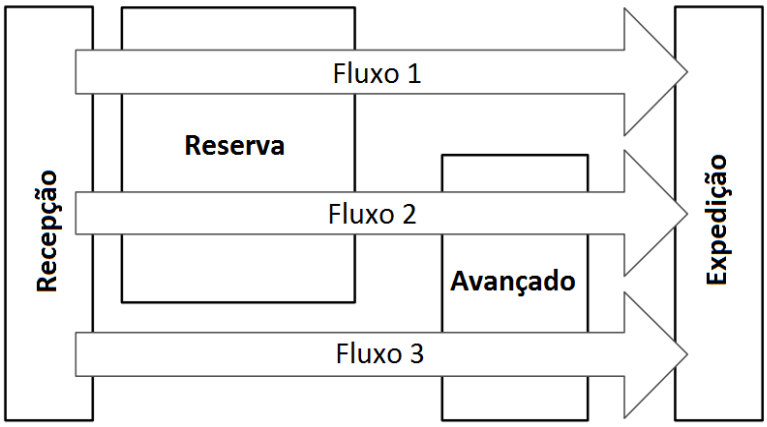


Figura 2 - Fluxos típicos de produtos em um armazém
Fonte: adaptado de Geraldes, C., Carvalho, S., Pereira, G. (2008).

O fluxo 1 representa os produtos que são armazenados na área de reserva e que têm o *picking* realizado naquela própria área de acordo com a necessidade e depois expedido. O fluxo 2 é de produtos que, ao serem recebidos, são estocados na área de reserva e, diante da demanda, são movimentados para área de estoque avançado para ser realizado o *picking* e em seguida expedido. Busca-se nessa área otimizar o *picking* e outras operações do armazém. Por fim, o fluxo 3 refere-se aos produtos que são recebidos e direcionados diretamente ao estoque avançado. Geralmente o fluxo 3 é usado para consolidar grandes pedidos (GERALDES et al, 2008).

2.4 POLÍTICAS DE *PICKING*

2.4.1 Conceitualização

A atividade de *picking* é a movimentação de um material do local onde está armazenado para atender a uma demanda do mesmo. Além disso, a atividade inclui agendar, roteirizar e sequenciar o atendimento dos pedidos, separar e agrupar os itens, além da movimentação do local de armazenagem para o local de expedição (KOSTER et al., 2007).

Para Petersen e Aese (2004), as políticas de *picking* determinam quais *Stocking Keeping Units* (SKU's), ou unidades de manutenção do estoque, que devem ser separados e movimentados do estoque para atender uma demanda.

2.4.2 Políticas de *picking*

Dobos et al. (2016) traz em seu trabalho seis políticas de *picking*, sendo estas FIFO, LIFO, FEFO, LOFO, HIFO e a Saída Otimizada de Estoque.

- FIFO (*First In First Out*): o primeiro item que entra no estoque deve ser o primeiro item a sair do estoque, de acordo com o tipo de produto;
- LIFO (*Last in First Out*): o último item que entra no estoque deve ser o primeiro item a sair do estoque, de acordo com o tipo de produto;
- FEFO *(First Expired First Out*): o item com a data de validade mais próxima deve ser o primeiro item a sair do estoque, de acordo com o tipo de produto;

- LOFO (*Low First Out*): o item que teve o menor custo de aquisição deve ser o primeiro item a sair do estoque, de acordo com o tipo de produto;
- HIFO (*High First Out*): o item que teve maior custo de aquisição deve ser o primeiro item a sair do estoque, de acordo com o tipo de produto;
- Saída Otimizada de Estoque: essa política permite usar as cinco anteriores da melhor maneira possível. Assim, busca otimizar a saída de material através de políticas diferenciadas para áreas diferentes do estoque.

Dobos et al. (2016) ainda estende o estudo diferenciando materiais que não passam por realocação no estoque dos que passam, sendo estes movimentados em diferentes locais dentro do armazém ao longo do tempo com objetivo de aproximar o material do ponto de expedição com o tempo. A figura 3 ilustra as políticas apresentadas pelos autores.

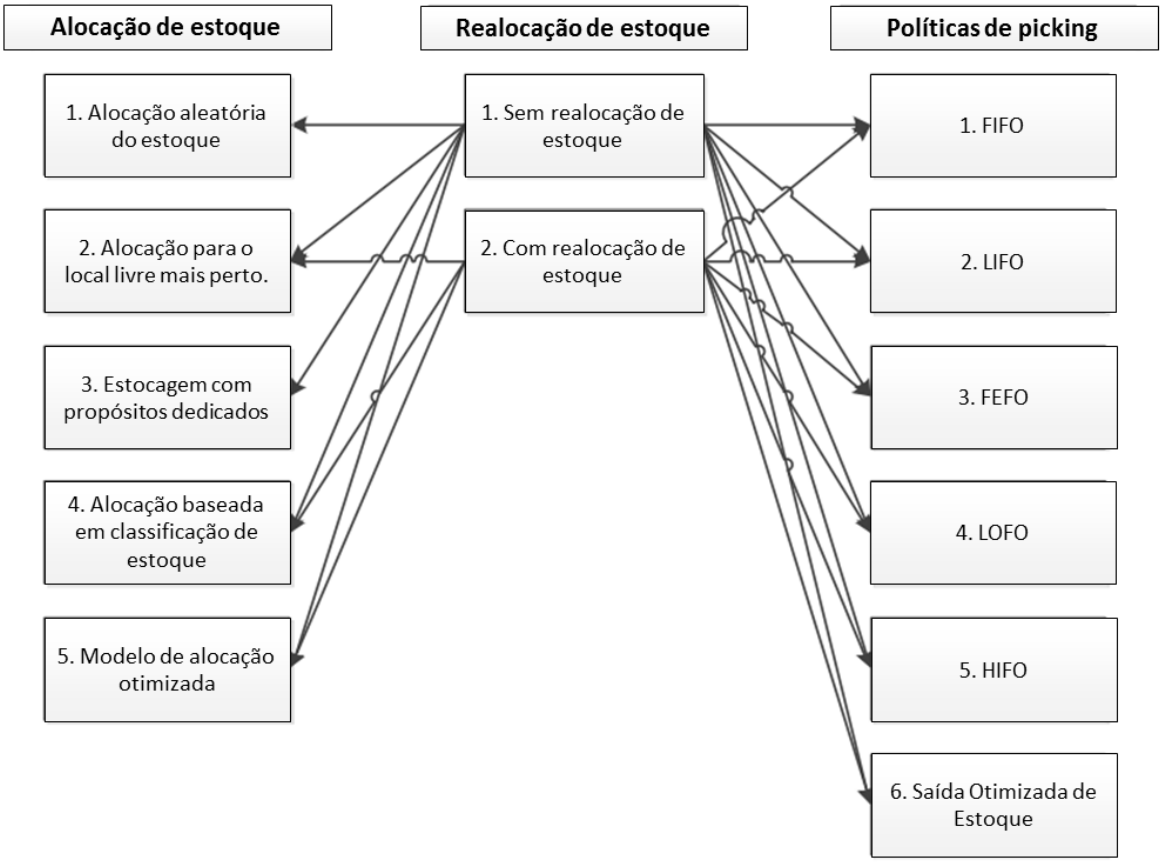


Figura 3 - Possibilidades de relação de movimentação de materiais
Fonte: adaptado de Dobos, P., Tamás P., Illés B. (2016).

Tompkins (1998) traz em seu livro uma abordagem diferente de como fazer a etapa de *picking*, abordando como a atividade é executada, ao invés da política de saída de materiais. Segundo o autor, o *picking* pode ser realizado de sete métodos diferentes, sendo estes:

- *Picking* Discreto: um funcionário coleta um pedido de cada vez, pegando um tipo de produto por vez e destinando ao espaço de preparação de cargas, podendo ser realizado em qualquer momento. É um método simples que permite baixo número de erros, mas também baixa produtividade;

- *Picking* por Zona: cada funcionário fica responsável por uma zona com produtos específicos daquela área e o funcionário deve realizar o *picking* de todos os produtos demandados de sua zona e passar o pedido para a zona seguinte a fim de atender todos os itens. Outra maneira é todos os funcionários atenderem um pedido no mesmo tempo, cada um em sua respectiva zona, consolidando o pedido na área de preparação de carga. É uma técnica comumente usada para armazéns que exigem diferentes equipamentos para diferentes áreas;

- *Picking* por Lote: nesse método, um funcionário fica responsável por vários pedidos e coleta os diversos itens dos pedidos aproveitando a rota de itens dos pedidos em comum e separar posteriormente em cada pedido. Nesse método é possível um ganho de produtividade, uma vez que o funcionário consegue atender diversos, reduzindo o tempo de viagem;

- *Picking* por Onda: nesse método, cada funcionário fica responsável por realizar o *picking* de um determinado pedido, similar ao *picking* discreto. A diferença do *picking* por onda do *picking* discreto é que o *picking* discreto pode ser realizado a qualquer momento, enquanto o por onda tem um agendamento, podendo ser feito um planejamento associado ao *picking*;

- *Picking* por Zona / Lote: é destinada uma zona para cada funcionário no qual deverá realizar o *picking* de vários lotes ao mesmo tempo, igual ao *picking* por lote;

- *Picking* por Zona / Onda: é destinada uma zona para cada funcionário no qual este deverá realizar o *picking* de um lote no agendamento determinado;

- *Picking* por Zona / Lote / Onda: é destinada uma zona para cada funcionário no qual este deverá realizar a coleta de diversos pedidos no agendamento determinado previamente, unindo os outros três métodos.

2.5 *LAYOUT* DE ESTOQUE

Scioscia (2014) apresenta em seu trabalho que o *layout* de um estoque pode parecer simples, mas que é crucial para o bom desempenho do armazém. Segundo o autor, mesmo com sistemas de gerenciamento como o WMS, as operações de armazenagem podem encontrar dificuldades decorrentes do *layout*, descontrole do inventário e despreparo dos empregados.

O *layout* de um armazém deve maximizar o uso do espaço, o uso dos equipamentos, o uso da mão-de-obra, a acessibilidade aos itens e o acondicionamento dos itens. Apesar de o *layout* do estoque apresentar objetivos bem definidos, a definição de um *layout* que otimize esses objetivos pode ser bem complicada devido as diversas variáveis envolvidas e a combinação das mesmas (LARSON et al., 1997).

Em seu trabalho, Mohsen (2002) explicita as variáveis na definição de um *layout* de estoque e como a interação destas podem tornar a tarefa difícil. Segundo o autor, o *layout* deve contemplar os locais de entrada e saída de materiais, número de ilhas, dimensões, orientações, fluxo, espaços necessários, alocação de materiais e o picking destes. Mohsen (2002) explica que além das decisões relativas ao *layout*, também é preciso entender as características da operação e do produto a fim de que a configuração escolhida seja satisfatória.

Mohsen (2002) apresenta em seu trabalho um passo a passo para elaborar a configuração de um *layout* de estoque, contemplando diversas características, como modularidade, flexibilidade, utilização de espaço, movimentação de material, entre outras. As etapas apresentadas pelo autor são:

1. Determinar o tipo de armazém e sua finalidade;

2. Prever e analisar a demanda;
3. Estabelecer as políticas de operação;
4. Determinar os níveis de estoque;
5. Formar classes para os produtos;
6. Dividir o estoque em departamentos e aloca-los no *layout* geral;
7. Estabelecer as áreas de estoque;
8. Desenho das operações (equipamentos, manuseio, unitização, etc);
9. Desenho dos corredores de movimentação;
10. Determinar os espaços necessários;
11. Determinar os pontos de entrada e saída dos materiais
12. Determinar o número e localização das docas
13. Distribuição da estocagem
14. Formação de zonas

Larson et al. (1997) associa as políticas de endereçamento com a utilização do espaço de estocagem, expondo três maneiras de endereçar os materiais e como essas influenciam no *layout*. Segundo os autores, pode-se endereçar de maneira aleatória, que permite flexibilização da utilização do espaço, de maneira dedicada, que reduz os custos de manuseio do material, ou de maneira baseada na classificação dos materiais e áreas, que combinam as duas outras formas de endereças.

Em seu trabalho, Larson et al. (1997) apresenta o estudo do *layout* do estoque combinado com a alocação baseada na classificação de materiais assumindo algumas premissas do *layout*: o armazém é retangular; os produtos entram por um único ponto; os produtos saem por um único ponto; cada região de armazenamento apresenta uma única maneira de armazenar e todos os locais de armazenamento estão posicionados paralelamente e com o mesmo comprimento.

Uma maneira de buscar a melhor efetividade do armazém é a redução do tempo de viagem dos equipamentos, sendo o *layout* um fator responsável por esta redução (LARSON et al. 1997). Kim et al. (2008) otimizam o *layout* do estoque a fim de reduzir custos. Para isso, os autores associam os custos com o tempo das atividades de movimentação e dos equipamentos. Roodbergen et al. (2008) também associam o *layout* de um armazém com a possibilidade de redução dos tempos de *picking*, aliado com as políticas do processo.

3. A ARCELORMITTAL

As informações presentes nos capítulos adiante referentes à ArcelorMittal têm como fonte o site da empresa, e as informações referentes a ArcelorMittal Juiz de Fora têm como fonte a própria unidade da empresa.

3.1 ARCELORMITTAL MUNDO

A ArcelorMittal é a maior empresa siderúrgica do mundo e uma empresa mineradora de classe global. Estando presente em mais de 60 países, a ArcelorMittal possui mais de 199.000 empregados atuando na extração de minério e carvão mineral, produção de aços longos, planos e tubulares, pesquisa e desenvolvimento, entre outros.

3.2 ARCELORMITTAL É AÇO

Sendo a maior empresa produtora de aço do mundo, a ArcelorMittal tem uma capacidade de produção de aproximadamente 114 milhões de toneladas de aço bruto por ano. Com siderúrgicas em 19 países, a empresa lidera os principais mercados de aço, encerrando o ano de 2015 com um total de vendas de 84,6 milhões de toneladas de aço. Com um portfólio amplo, a empresa é capaz de produzir aços planos, longos e tubulares, com diferentes características, que abastecem os mais diversos tipos de mercado, como construção civil, setor automotivo, maquinário pesado, canos e tubos, setor de energia, setor de transporte, produtos domésticos, entre outros.

Entendendo que o aço atua como peça fundamental no mundo moderno, a ArcelorMittal busca, através de pesquisa e desenvolvimento (P&D), desenvolver novas soluções em aço, para atender seus mercados de forma mais sustentável e com produtos mais eficientes. Alguns exemplos são: aços que não contenham metais pesados ou cromo hexavalente; aços mais levem, seguros e menos danosos ao meio ambiente; aços para turbinas eólicas que melhoram a energia gerada; entre outros.

Além dos mercados em que atua, o aço da ArcelorMittal esta presente em diversos projetos e realizações ao redor do mundo, como o LHC (*Large Hadron Collider* – Grande Colisor de Hádrons), projetos para salvar a cidade de Veneza de afundar, construções de casas

de baixo custo em comunidades carentes junto à instituição de caridade *Habitat for Humanity* (Habitat para Humanidade), a escultura *ArcelorMittal Orbit* em Londres, etc.

3.3 ARCELORMITTAL BRASIL

No Brasil, além das usinas siderúrgicas, a ArcelorMittal possui diversos segmentos de negócios que buscam apoiar a seu principal negócio, o aço.

Com a Mina de Serro Azul, no município de Itatiaiuçu, e a Mina do Andrade, em Bela Vista de Minas, ambas em Minas Gerais, a empresa é capaz de extrair o minério tanto para consumo próprio quanto para atender o mercado doméstico.

Para comercialização, a empresa conta com uma rede de distribuição com mais de 100 unidades atuando em todo o país atendendo os mercados de lojas de construção, construtoras, indústrias, serralherias, e consumidores em geral de seus produtos.

Com sede em Belo Horizonte (Minas Gerais), a ArcelorMittal Sistemas apoia todas as unidades das Américas do Sul, Central e do Norte em soluções de TI, desenvolvimento e manutenção de sistemas, além de hospedar o sistema SAP das unidades da Libéria, Estados Unidos e Canadá. Além da ArcelorMittal Sistemas, encontra-se em Belo Horizonte também o Escritório Central Administrativo da empresa no Brasil, comportando a Diretoria e o Centro Corporativo.

Por fim, também no apoio da operação encontra-se a ArcelorMittal BioFlorestas. Com valores de sustentabilidade, a empresa cultiva 109 mil hectares de florestas renováveis de eucalipto para produção de carvão vegetal que abastecerá suas usinas siderúrgicas no Brasil.

A figura 4 representa os negócios e as localizadas da ArcelorMittal no Brasil.

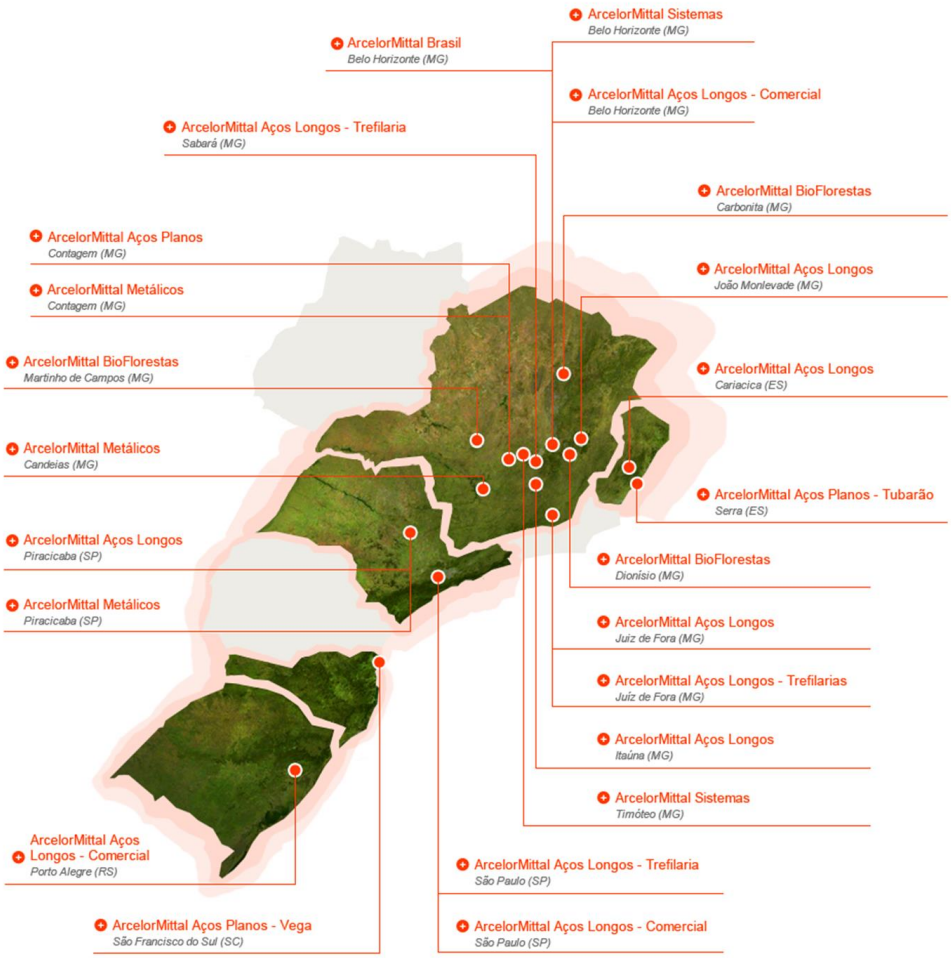


Figura 4 - Negócios da ArcelorMittal Brasil
Fonte: ArcelorMittal

3.3.1 Missão, Visão e Valores

Missão: Ser líder inquestionável no setor de aço.

Visão: Ser a produtora de aço mais admirada do mundo – a referência global no setor.

Valores: a ArcelorMittal tem valores de Sustentabilidade, Qualidade e Liderança. Com a consciência de liderança no mercado mundial de aço, a ArcelorMittal acredita que a qualidade que exceda as expectativas dos clientes, bem como a responsabilidade social e ambiental são fundamentais para a manutenção da posição da empresa e determinantes para a definição de estratégias e diretrizes a serem tomadas.

3.3.2 ArcelorMittal Brasil – Aços Planos

No seguimento da siderurgia, a ArcelorMittal possui plantas de aços longos e planos. No que diz respeito a aços planos, a empresa possui a usina de Vega, localizada em São Francisco do Sul (SC) e a usina de Tubarão, localizada em Serra (ES).

A ArcelorMittal Tubarão é a maior usina do grupo no país. Com uma capacidade de produção de 7,5 milhões de toneladas de aço em placas e bobinas quentes por ano, a unidade emprega 4,5 mil pessoas e conta com um complexo logístico que inclui infraestrutura portuária, ferroviária e rodoviária.

Além das unidades de produção de aços planos, o setor inclui também as unidades de processamento deste produto. Essas unidades são responsáveis por transformar os aços longos produzidos, a fim de atender as indústrias automotivas, de produtos de linha branca, construção civil, máquinas e equipamentos, entre outros. Essas divisões são a ArcelorMittal Gonvarri, ArcelorMittal Contagem e a ArcelorMittal Perfilor.

3.3.3 ArcelorMittal Brasil – Aços Longos

No seguimento de aços longos, a ArcelorMittal Brasil é uma especialista na produção de fio-máquina para aplicações industriais e uso geral, produção de aços laminados usados em construção civil e produção de aços trefilados. Com uma capacidade de produção de até 4 milhões de toneladas de aço bruto por ano, o setor conta com 7 unidades. Em Minas Gerais há as unidades de Juiz de Fora, João Monlevade, Sabará e Itaúna. Em São Paulo há as unidades na capital e em Piracicaba, e por fim, uma unidade em Cariacica, no Espírito Santo.

A figura 5 representa as unidades produtoras tanto de aços longos quanto planos e suas respectivas capacidades de produção anual:

Figura 5 - Usinas da ArcelorMittal no Brasil
Fonte: ArcelorMittal

3.4 ARCELORMITTAL JUIZ DE FORA

A ArcelorMittal Juiz de Fora é a segunda maior produtora de aços longos da empresa no Brasil e a única unidade com uma indústria de trefilaria na planta. Localizada na BR-040, próximas as cidades de Juiz de Fora (MG) e Santos Dummont (MG), e com uma área total de 2000 ha, sendo 170 ha de área industrial, a empresa conta com uma vasta região de mata e vegetação nativa, reduzindo os impactos de uma indústria, como poluição atmosférica e sonora, na vida dos cidadãos.

A AMJF emprega cerca de 3000 empregados, entre próprios e terceiros, moradores das duas cidades vizinhas, e busca ainda desenvolver a comunidade através de programas sociais e culturais, como Cidadãos do Amanhã e Acordes.

Referente à operação, a AMJF tem uma capacidade de produção de 360.000 toneladas por ano em seus Altos-Fornos, que abastecem a Aciaria com capacidade de 1.000.000 toneladas por ano. A Aciaria, por sua vez, fornece aço para a Laminação com capacidade também de 1.000.000 toneladas por ano de rolos e barras. Por fim, os produtos laminados são transferidos ou vendidos para outras unidades ou clientes, sendo o principal a trefilaria da própria usina, representando de 30 a 40% do volume de produção demandado, e com capacidade de produção de 370.000 toneladas por ano.

Assim, os produtos oferecidos e entregues pela AMJF incluem tanto os itens laminados, vergalhões e fio-máquina, quanto os produtos trefilados, como pregos, arames e treliças, abastecendo a indústria e a construção civil.

Os produtos siderúrgicos acabados na unidade da AMJF são as bobinas e barras de aço, ambos longos e de diversos graus e misturas. As barras são cortadas em tamanhos de seis ou doze metros e amarradas em feixes de 2.000 até 2.500 quilogramas. As bobinas, por sua vez, pesam em média 2.000 quilos, com 120 centímetros de diâmetro, em média também, e com comprimento variando de 145 até 185 centímetros, com média de 175 centímetros. A razão para tamanha variação no comprimento da bobina é em decorrência de todas terem o mesmo peso, mas bitolas diferentes, podendo ser de 5,5 mm; 6 mm; 12 mm e 16 mm no caso de material Fio-Máquina e 6 mm; 8 mm; 12 mm e 16 mm no caso de material Vergalhão.

A figura 6 representa os produtos vendidos pela empresa:

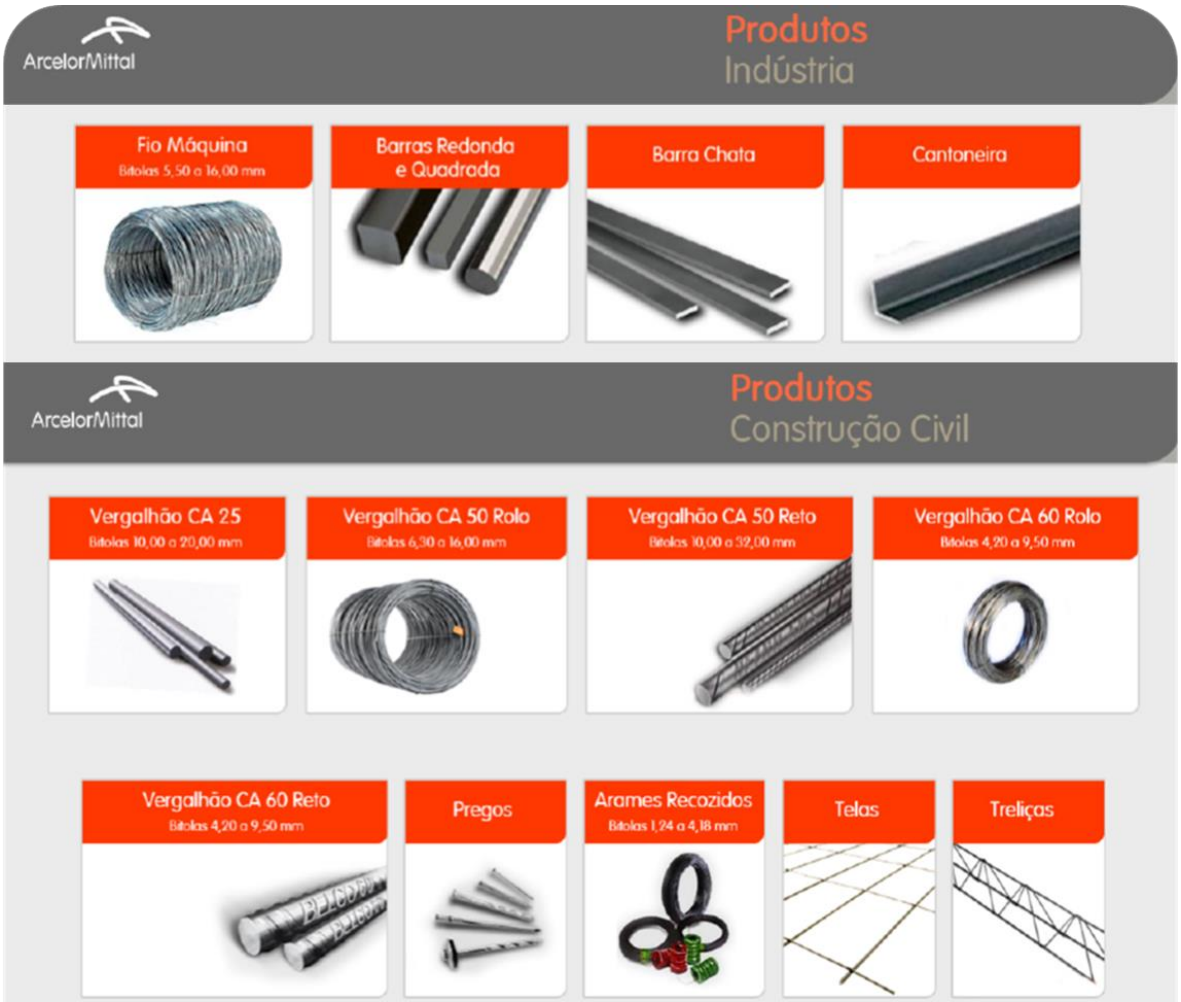


Figura 6 - Produtos vendidos pela AMJF.
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

No que tange a questão logística, a AMJF está localizada no Sudeste do país, e conta com rodovias e ferrovias que ligam a grandes mercados e portos. Com 1713 clientes em todo país, o escoamento é realizado para 166 pontos, entre centros de distribuição, depósitos avançados, cliente Belgo Pronto, entre outros. Com isso, a expedição embarcou no ano de 2017 um total de 24945 caminhões carregados com produtos laminados e trefilados. Através do transporte ferroviário, a expedição permite flexibilização do transporte de produtos laminados para terminais localizados em grandes centros, onde são redistribuídos por rodovias para mercados menores. Por fim, a expedição de produtos pode ser realizada ainda através de transporte marítimo, chegando aos portos do Rio de Janeiro e Espírito Santo através de rodovia ou ferrovia, para realizar a cabotagem e atender os mercados do Norte e Nordeste do país ou exportar e atender os mercados internacionais.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 GERÊNCIA TÉCNICA E LOGÍSTICA

A gerência em que o trabalho e o estudo foi realizado, é a Gerência Técnica e Logística da ArcelorMittal Juiz de Fora, que é responsável por diversas atividades relacionadas ao tratamento do produto fabricado na usina. Por parte da área técnica fica a verificação da qualidade do material e o tratamento de ocorrências reportadas pelos clientes.

A área logística é responsável pelo recebimento do material da laminação, estocagem, movimentação de cargas, carregamento e expedição. Essas atividades ocorrem em três turnos de 8 horas cada, todos os dias da semana, e cabe à área logística a administração do estoque, bem como seus recursos, capacidades, materiais, dentre outros. A gerência é responsável ainda pelo planejamento da produção, o que aumenta a importância do controle de estoques para garantir o atendimento ao cliente e evitar faltas.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO DE ESTOQUE DA EMPRESA

4.2.1 Estoque

Na revisão bibliográfica foram levantadas as definições de estoques, tipos e categorias de acordo com alguns autores. Busca-se agora relacionar as características das atividades e modelo de estoque da expedição da AMJF com o que foi levantado na literatura.

Apesar de o produto resultante do processo de laminação servir de matéria-prima para demais indústrias, incluindo a trefilaria presente na usina da AMJF, esse material não é processado pela unidade da siderurgia de Juiz de Fora. Assim, de acordo com as categorias trazidas por Vieira (2009), o estoque de bobinas pode se enquadrar como Estoque de Produto Acabado. Até mesmo a trefilaria presente na unidade é uma indústria separada dentro da usina, tendo estoque fisicamente e gerencialmente separado do estoque da siderurgia. Essa primeira análise se torna mais simples, pois todas as bobinas (com exceção da produção destinada a trefilaria, que não passa pelo estoque da laminação) têm o mesmo macro fluxo e destinação: recebimento, estocagem e expedição.

A análise quanto ao tipo de estoque evidenciada por Vieira (2009) e quanto à função desempenhada na regulagem do desequilíbrio da oferta e demanda exposta por Slack et al.

(2006) varia de acordo com o material. No período entre janeiro de 2015 e janeiro de 2017, foram produzidos 182 códigos diferentes de materiais. O código do material é o número ao material que o diferencia dos demais. Devido ao fato de que os materiais não serão tratados individualmente, não foi abordado este tipo de análise.

Enfim, de acordo com Bowersox et al. (2007), o nó da cadeia como fabricante em que a AMJF se encontra já qualifica seu estoque como estoque do fabricante, mas as particularidades tratadas pelo autor podem também ser observadas. Devido a algumas características como: o estoque estar relacionado com a necessidade de manter os produtos acabados da produção; a magnitude do estoque ser grande para atender diversos clientes; bem como investimento necessário para financiar o mesmo, evidencia-se a classificação apresentada.

4.2.2 Endereçamento

O endereçamento executado no recebimento da produção das bobinas, para fins de armazenamento, é feito de acordo com algumas especificações do material e a área do estoque que atenda a especificidade de cada produto. Por exemplo, os materiais que não podem ficar expostos ao tempo, seja por demanda do cliente ou por características do próprio material, devem ser estocados na área interna. Nessa área, os materiais são separados primeiramente entre Vergalhão e Fio-Máquina e posteriormente por bitola (5,5 mm ou 8 mm; 6 mm; 12 mm e 16 mm).

Entre os demais materiais, aqueles que são expedidos através do modal ferroviário são destinados à área externa, no local específico para produtos com destinação à ferrovia. Já as bobinas que são carregadas no ponto de carregamento na área interna são destinadas às baias externas mais próximas desse ponto, para posterior movimentação por empilhadeira. Finalmente, as bobinas restantes são estocadas em qualquer baia livre presente no estoque externo.

Resumindo, alocação é feita com base, primeiramente, na classificação do estoque e posteriormente de forma aleatória. O Anexo I apresenta o fluxograma de como são estocadas as bobinas.

4.2.3 Políticas de *Picking*

No que se refere às políticas de *picking* dos produtos acabados, primeiramente é necessário entender que a maior parte dos produtos que entra no estoque vem da produção; uma exceção a este processo é a devolução de algum pedido pelo cliente. Os casos de devolução devem ser avaliados pelo controle de qualidade que dará tratativa excepcional, não sendo possível incluir tais itens nas regras de *picking*. Por último, não é considerado o custo de aquisição dos itens, já que tais custos estão associados à produção.

Dada essas características, as políticas LOFO e HIFO apresentadas por Dobos et al. (2016) não se aplicam ao processo. Além disso, as primeiras bobinas que entram em estoque são também as com "data de validade mais próxima", uma vez que foram as primeiras a serem produzidas, sendo dispensável a política FEFO. Como as bobinas, feitas de aço podem se deteriorar com o tempo, devido principalmente ao processo de oxidação, a expedição dos itens produzidos há mais tempo é preferencial. Dessa forma, a política adotada pela empresa é a política FIFO.

No que se refere aos métodos de *picking* relatado por Tompkins (1998), ao se considerar que o processo de movimentação é realizado de duas em duas bobinas, por empilhadeira, ou de quatro em quatro bobinas, por pórtico móvel ou ponte rolante, devido às dimensões e ao peso do material (aproximadamente duas toneladas por bobina) evidencia-se que esse processo sempre ocorre de forma discreta.

4.3 DESCRIÇÃO DO *LAYOUT*, CONFIGURAÇÃO E OPERAÇÕES DA ÁREA DE EXPEDIÇÃO

Como abordado por Larson et al. (1997), a definição do *layout* de estoque é complexa devido às variáveis envolvidas e a combinação destas. Mohsen (2002) estendeu esse entendimento apontando como a configuração do *layout* pode apresentar diversas combinações e que elas se tornam mais complexas quando associadas as características do processo e do produto.

Referente ao que foi apresentado por estes autores, entende-se que a análise do estoque de bobinas acabadas da AMJF é complexa. Essa complexidade se dá ao fato de o estoque poder ser divido em quatro áreas distintas. Essas áreas apresentam características bem diferentes, como equipamentos de movimentação, acondicionamento, área disponível,

capacidade, orientação de estocagem, entres outros. Devido a essas características, o estoque foi abordado e analisado separadamente e de forma distinta nessas quatro áreas.

Apesar de o tipo de estocagem ser uma combinação de alocação baseada em classificação e alocação aleatória, o trabalho de Larson et al. (1997) assume premissas que não correspondem a realidade do estoque estudado. Referente ao trabalho de Mohsen (2002), este apresenta uma estrutura para estabelecer a configuração de *layout* nova. Roodbergen et al. (2008) e Kim et al. (2008) também apresentam particularidades em seus trabalhos, como o tipo do layout do armazém e o tipo de operação, respectivamente. Nesse sentido, não é possível aplicar tais metodologias, pois já existe uma configuração estabelecida, operante e com característica diferentes das apresentadas.

Nos Anexos de A até E encontram-se as imagens do *layout* e configuração de estoque anteriores ao estudo, destacando as áreas nas quais o mesmo é divido, na data em que o trabalho foi realizado.

A área de estocagem de bobinas da logística é composta pela área interna, que é coberta por um galpão, e a área externa. A área externa, por sua vez, é dividida na área de atuação do pórtico móvel (equipamento de içamento de materiais), denominada no trabalho de área externa 1, e as demais regiões de atuação exclusiva por empilhadeira, dividida no trabalho em área externa 2 (ao lado da área externa 1), e área externa 3 (a frente do galpão).

A área de estocagem interna apresenta duas pontes rolantes, uma que faz o recebimento da produção da laminação e outra que faz a expedição das bobinas. A ponte rolante que é responsável pelo recebimento da produção pode também estocar o material diretamente na área interna, ou transferir esse material para uma carreta de transferência que será transportada até a área de estocagem. A ponte rolante responsável pela expedição separa os materiais estocados internamente na área de *picking* e posteriormente faz o carregamento no caminhão (fluxo 2 de acordo Geraldes, C., Carvalho, S., Pereira, G. (2008)).

A figura 7 ilustra o carregamento de bobinas pela ponte rolante:

Figura 7 - Carregamento de bobinas com ponte rolante equipada com eletroímã
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

A área externa 1 recebe os materiais pela carreta de transferência e estoca as bobinas através do uso do pórtico móvel. Pelo fato de o pórtico móvel conseguir transportar as bobinas acima dos níveis de estoque, não são necessárias ruas de acesso nessa área. A expedição na área externa 1 é realizada de forma análoga a área interna, mas o único equipamento disponível é o pórtico, logo a expedição só é realizada quando não esta sendo estocado material (fluxo 2 de acordo com Geraldes, C., Carvalho, S., Pereira, G. (2008)).

As áreas externas 2 e 3 são as maiores áreas de estocagem, compreendendo mais da metade da área de estocagem. Essas áreas não possuem equipamento de movimentação exclusivo, sendo toda a movimentação feita por empilhadeiras. Os materiais são transferidos através da carreta até o local de estocagem mais próximo e descarregados por uma empilhadeira usada exclusivamente no recebimento da produção. Na expedição, os caminhões posicionam-se perto do local onde o material está estocado e a empilhadeira de carga faz o carregamento do veículo, sendo o *picking* realizado com o material já em cima do caminhão (fluxo 1 de acordo com Geraldes, C., Carvalho, S., Pereira, G. (2008)).

Nas áreas externas 2 e 3, pode ocorrer a expedição dos materiais por ponte rolante. Nessa situação, as empilhadeiras movimentam o material para o *picking* na área interna (fluxo 2 de acordo com Geraldes, C., Carvalho, S., Pereira, G. (2008)).

A tabela 1 representa as capacidades e os equipamentos de movimentação de cada área em que o estoque está sendo tratado:

Área do Estoque	Capacidade	Equipamentos para movimentação
Área interna	14.000 toneladas	Pontes rolantes
Área externa 1	2.800 toneladas	Pórtico Móvel
Área externa 2	5.200 toneladas	Empilhadeira
Área externa 3	14.600 toneladas	Empilhadeira

Tabela 1 - Áreas de estocagem da expedição AMJF

Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

4.4 UTILIZAÇÃO DO WMS NA EXPEDIÇÃO LOGÍSTICA

A ArcelorMittal utiliza o software SAP ERP como sistema de integração dos dados referentes aos departamentos e processos da organização. Entre os módulos disponíveis no SAP ERP está o módulo de gerenciamento de armazéns, WMS.

O WMS do software SAP permite a visualização dos materiais no armazém, bem como a posição desses materiais, realização de inventários, acompanhamento de movimentação de mercadorias, planejamento e monitoramento da expedição e produção. Além disso, também permite a integração das informações por leitores de rádio frequência, possibilitando o acompanhamento em tempo real das informações.

Na expedição da unidade da AMJF, todas as informações que alimentam o SAP são fornecidas por meio de coletores de etiquetas. Os materiais produzidos são etiquetados antes de entrarem no estoque. Na etapa de recebimento, para inserir o material no estoque, bem como atualizar sua posição, os recebedores, funcionários responsáveis pelo recebimento da produção, devem coletar a etiqueta da bobina e informar a posição no qual está sendo estocada.

De forma análoga, nas operações de movimentação de carga ou expedição, o operador deve informar através do coletor o material que está sendo movimentado ou expedido, a fim que esta informação seja inserida no sistema. Há ainda a possibilidade de fazer tais alterações diretamente no sistema SAP, mas esta operação é considerada como uma intervenção, uma vez que não faz parte do processo normal.

No momento em que o trabalho foi realizado, o WMS não era utilizado de maneira eficiente devido aos problemas de inserção e confiança nas informações dispostas.

4.5 AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS

Entre janeiro de 2015 e janeiro de 2017, a média do volume de estoque apurado em cada mês foi de 30.000 toneladas. Ainda que haja uma capacidade de estocagem superior a 36.000 toneladas, nos períodos em que o estoque atingiu valores acima de 30.000 toneladas (a partir de maio de 2016) causaram dificuldades e prejuízos para operação.

Primeiramente, a falta de padronização de baias e a inexistência de limites físicos entre elas permitem que as bobinas sejam estocadas de forma desarmonizada. Assim, fatores como distâncias entre baias e entre bobinas maiores do que as necessárias, criações de baias pelos próprios operadores e até mesmo a falta de indicações dos limites entre estoque e as ruas causam a perda de espaço de estocagem. O Anexo A demonstra a disposição das baias existente no modelo original, podendo ser desfeita e criada qualquer uma das baias em qualquer instante.

A figura 8 representa como o estoque é dividido, sem padronização de estocagem ou baias:

Figura 8 - Visão aérea da divisão de baias na área externa 3
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

Em segundo lugar, com os altos níveis de estoque e a necessidade de não misturar códigos de materiais diferentes, a operação precisou encontrar outras áreas para estocar. Com isso, locais mais distantes, nos quais não eram destinados, preparados ou identificados para esta operação, passaram a ser ocupados com bobinas. Estes locais encontram-se aos arredores da área de estocagem e, além de não garantirem a mesma qualidade de acondicionamento da área da expedição, ainda danificam as empilhadeiras.

Em terceiro lugar, a estocagem por conveniência de espaço (endereçamento usado e etapa final apresentada no fluxograma – Anexo I), intensificado com a falta de espaço de estocagem e o uso de locais além da expedição, causa mais problemas. Essa maneira de endereçar os materiais exige que haja comunicação entre os turnos da operação e registro correto dos códigos e locais estocados no sistema. Quando essa comunicação não ocorre e as informações não são devidamente registradas, há a perda de material, muitas vezes evidenciada por impedimentos de embarque, a mistura de códigos, embarques errados, e o atraso no processo de carregamento. Além disso, a falta de definição de baias impede a nomeação das mesmas, impossibilitando o uso eficiente do sistema WMS.

Em quarto lugar, a presença de baias grandes, com diversas ordens de produção (OP) do mesmo código estocadas juntas, gera um problema associado com o *picking*. Ainda que o *picking* ideal seja o FIFO, as baias grandes presentes no estoque fazem com que os operadores estoquem um determinado código nesta baia, e, conforme vão sendo produzidos novas OPs do código, os operadores estocam as novas bobinas em frente às bobinas da primeira OP. Com isso, as primeiras bobinas estocadas ficam confinadas e, por conveniência, o operador acaba expedindo a bobina mais acessível, fazendo o *picking* pelo método LIFO, ocasionando, por exemplo, a oxidação do material não expedido.

As figuras 9 e 10 mostram as baias grandes formadas nas áreas externas 1 e 2, evidenciando o confinamento de materiais:

Figura 9 - Baia grande confinando material - Vista aérea das áreas externas 1 e 2
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

Figura 10 - Baia grande, confinando material - Vista do chão
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

Por fim, a constante ocorrência desses problemas impossibilita o WMS de funcionar de forma eficiente e gerenciar o armazém corretamente. A falta de padronização das baias impede o WMS de localiza-las, bem como suas características, como capacidade, acondicionamento, tipo de expedição, etc. Os materiais estocados além dos limites do local de expedição “escondem” os produtos do sistema, uma vez que esses são utilizados em contingência. As perdas de materiais, embarques errados e movimentações não atualizadas no sistema faz com que o mesmo contenha dados falsos referentes aos produtos e ao estoque.

Com informações imprecisas e com funcionalidades limitadas, como *picking* com política FIFO, o sistema entra em descrédito. No período de realização do trabalho, percebeu-

se que o uso do WMS, do sistema SAP, era limitado, onde as informações eram constantemente corrigidas e a confiabilidade baixa.

Uma evidência das informações erradas no sistema é o número de códigos considerados em estoque. Entre os meses analisados, o número de códigos com menos de 10 toneladas (cinco bobinas) representou em média de 43% dos códigos, materiais que possivelmente já não constavam mais no estoque físico.

4.6 SOLUÇÕES PROPOSTAS

Todos os problemas diagnosticados na sessão anterior estão relacionados com a má utilização do espaço de armazenamento e em seu impacto no endereçamento, *picking* e uso do sistema WMS. Assim, estabelece-se um plano de ação que possibilite sanar os cinco problemas apresentados, que permita o uso das políticas de endereçamento e *picking*, o uso mais eficiente do WMS e que possa ser implementado através da reconfiguração do estoque.

As ações tomadas consistem em analisar cada área do estoque separadamente, avaliar a necessidade de mudança de configuração de estocagem, propor a divisão das baias e então realizar as modificações.

No que tange a divisão das baias, essa foi feita de acordo com as necessidades da operação e de forma a flexibilizar e garantir as necessidades de estocagem da produção. Para a operação, números pares de bobinas de frente (Anexo F – Cálculo de espaço ocupado pelas bobinas na formação de baias) são melhores, decorrente de o equipamento movimenta-las de duas em duas, e a baia deve ter no mínimo oito bobinas de frente para garantir a manobra da empilhadeira. Com oito bobinas de frente, as capacidades das baias variam de 168 a 336 toneladas, contemplando grande parte dos volumes de ordens de produção produzidas e permitindo 88 baias externas. O aumento no número de bobinas de frente aumentaria a capacidade das baias, mas reduziria a quantidade das mesmas, tornando a estocagem menos flexível. Como havia a demanda de padronização do número de frente de bobinas das baias por parte da gerência, estabeleceu-se as baias com oito bobinas de frente.

A figura 11 mostra o histograma dos volumes das Ordens de Produção no mês de Janeiro de 2017, evidenciando o maior número de OPs de baixo volume:

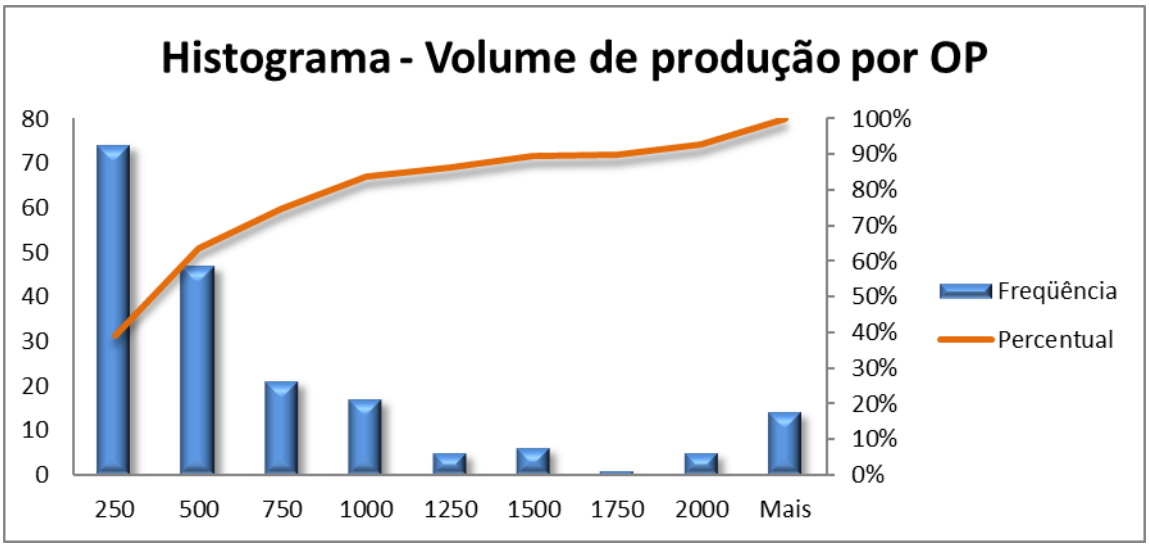


Figura 11 - Histograma de volume de produção por OP (janeiro/2017)
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

A divisão de baias e proposta de configuração do *layout* do estoque em cada região deve ser estudada separadamente, pois as regiões apresentam características distintas que mudam como essa divisão deve ser feita. A sessão 4.7 aborda o estudo das regiões, como deve ser modificada as áreas, por que e os impactos.

Referente ao projeto como um todo, as modificações eliminam os problemas ou criam maneiras de controla-los ou evita-los. Assim são abordadas as seguintes soluções:

4.6.1 Falta de configuração de baias e limitações físicas

O trabalho tem por objetivo realizar a padronização das configurações e as divisões físicas das baias. A configuração foi estabelecida com a gerência e a equipe de forma a contemplar tantos as necessidades do estoque quanto às da operação.

A respeito das limitações físicas, essas podem ser feitas por uso de tarugo rejeitado utilizado no processo de fabricação do aço. Essa forma de fixação já é usada, mas limitada apenas para proteção dos trilhos na área externa 1. Os tarugos fornecem resistência ao desmoronamento de baias e serve como demarcação da baia. Assim, busca-se expandir a utilização dos tarugos para a limitação física de todo o estoque.

4.6.2 Falta de espaço de estocagem

A falta de espaço de estocagem é um problema decorrente do não aproveitamento máximo do espaço, causando perdas desnecessárias. Dimensionando as limitações físicas das

baias com tarugo é possível aproveitar o máximo do espaço, uma vez que o diâmetro do material permanece o mesmo, garantindo que as bobinas estejam as mais próximas possíveis.

No período de realização do trabalho, foi feito um levantamento e a perda de capacidade em relação à capacidade total do espaço de estocagem chegava a 15%. O Anexo F (Cálculo de espaço ocupado pelas bobinas na formação de baias) mostra os cálculos utilizados para definir as dimensões que a baia deve ter. Assim, no intuito de acabar com a subutilização do espaço de estocagem, a formação de baias deve respeitas tais cálculos.

4.6.3 Falta de comunicação e informações sobre localização do material

A definição de baias possibilita nomeá-las no sistema sem que haja interpretações erradas. Com isso em mente, para evitar o problema de comunicação, deve-se realizar a identificação das baias no estoque (com placas, pinturas ou outra forma de visualização) e alinhar o sistema WMS com essas modificações e definições.

Assim, elimina-se a subjetividade da nomeação das baias e permite o acompanhamento e endereçamento via WMS, e redução do tempo de carregamento com a localização do material em menor tempo. Além disso, utilizando melhor o espaço evitará a necessidade de uso das áreas inapropriadas para o estoque.

4.6.4 Confinamento de bobinas e *picking* LIFO

A criação de baias padronizadas e menores impede que as baias grandes se formem. Além disso, cada baia deve ser destinada a uma única OP, facilitando o endereçamento e controle. Assim o FIFO dos materiais pode ser feito realizando a expedição da primeira baia ocupada, e só seguir para a expedição da baia seguinte quando a anterior do mesmo código for esvaziada.

A importância nesse processo é garantir que não haverá misturas de OPs e que o gerenciamento disso se dará por baias.

4.6.5 Subutilização do WMS

Com a definição de baias, e a limitação física, é possível, primeiramente, associar algumas características a essas baias e introduzir essas informações para o gerenciamento do

WMS. Assim, informações como nome, localização, capacidade e restrições, que antes não eram possíveis associar a baia, podem ser gerenciadas e interpretadas pelo sistema.

Além disso, a eliminação dos problemas anteriores evita erros no WMS que fazem com que o mesmo entre em descrédito e pare de ser usado, reduzindo também a necessidade de interferências manuais para correção. Logo, para reutilização correta do WMS, é importante estabelecer um plano de ação para o sistema de acordo com o trabalho.

Após a realização de todas as modificações, é importante que as informações sejam imputadas no WMS e que haja o controle do estoque e da utilização das baias através do sistema. Com as baias reduzidas, divididas e identificadas, é fácil realizar inventários e comparar as informações com o sistema, pois ao invés de inventariar códigos, que podem estar estocados em qualquer local e demandando percorrer todo o estoque, é possível inventariar baias, com número relativamente reduzido de peças e sem subjetividade do local no qual se esta inventariando.

Diante do controle das informações do estoque via sistema, e a garantia de que os dados estão corretos, o passo seguinte é aliar as operações de movimentação com as funcionalidades do sistema. Assim, deve-se estabelecer regras para realização de endereçamento e *picking* e para notificação e tratamento de ocorrências que desrespeitem essas regras.

Por fim, o uso do WMS pode ser ampliado para suas demais funcionalidades, como a interface do estoque com planejamento e controle da produção (fornecedores) e as demandas (clientes), planejar e controlar os recursos (mão de obra, equipamentos, etc), entre outros. Tais funcionalidades não são abordadas neste estudo.

4.7 PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO

Após o levantamento dos problemas no estoque decorrentes da configuração e a proposição de soluções, resta analisar cada área de estocagem, a manifestação dos problemas, a proposta de reconfiguração e seus efeitos. Como já foi dito anteriormente, neste trabalho não foi analisada a área interna de estocagem, pois é uma região na qual já existe um maior controle e melhor gerenciamento das atividades.

4.7.1 Área externa 1

A área externa 1 apresenta o pórtico móvel como equipamento de movimentação de bobinas. Por isso, não são necessárias ruas para acesso de empilhadeiras ou trator. Outra vantagem do pórtico móvel é a flexibilidade de estocagem que o equipamento proporciona, facilitando a formação de baias sem necessariamente confinar o material ou prejudicar o FIFO, como ocorre com as empilhadeiras.

A figura 12 representa as alterações propostas para a área externa 1:

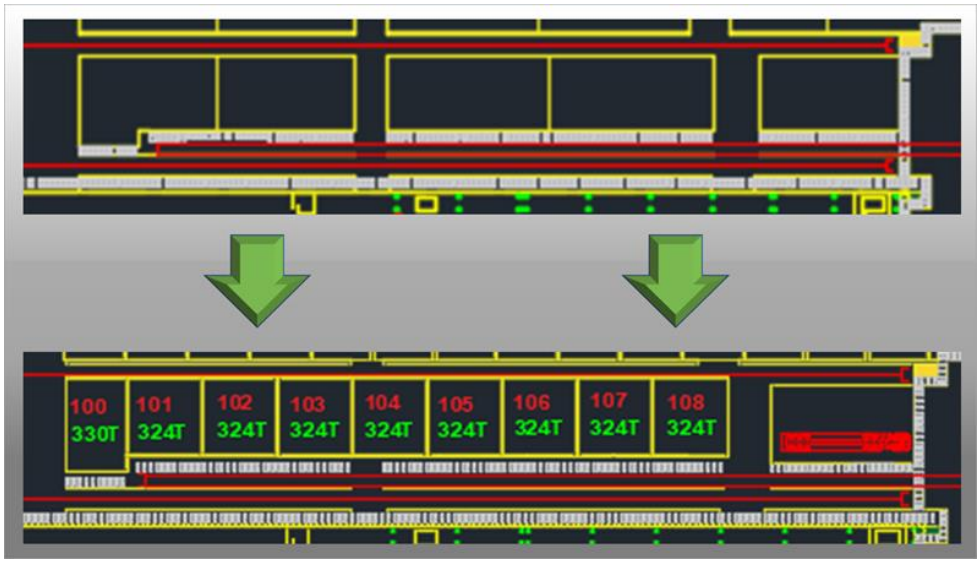


Figura 12 - Reconfiguração da área externa 1
Fonte: Autor

Em vermelho tem-se uma possível nomeação e em verde a capacidade de estocagem de cada baia. Baseado nos problemas apontados busca-se nessa região aumentar o número de baias, evitando a estocagem de diversas OPs juntas, e eliminar ruas desnecessárias, aumentando o espaço útil.

Nessa região não foi usada a recomendação de 8 bobinas na primeira camada, pois o objetivo é de aumentar o espaço útil de estocagem. A recomendação de 8 bobinas só é válida em regiões com uso de empilhadeira onde a perda dos pequenos espaços de estocagem viram espaços para os próprios equipamentos (tratores e empilhadeiras), aumentando a segurança da operação.

A tabela 2 compara as capacidades de números de baias do modelo original e o modelo proposto para a área externa 1:

Área externa 1	Capacidade	Número de baias
Modelo Original	2.800 toneladas	4
Modelo Proposto	2.900 toneladas	9

Tabela 2 – Comparação entre o modelo original e o proposto na área externa 1
Fonte: Autor

4.7.2 Área externa 2

A área externa 2 é uma área comprida com materiais estocados por empilhadeira. Pelo seu comprimento, originalmente as baias presentes nessa região são grandes, podendo gerar materiais confinados. Em decorrência da movimentação de empilhadeira e trator, há a necessidade de manter uma rua de acesso dos equipamentos às baias.

A figura 13 representa as alterações propostas para a área externa 2:

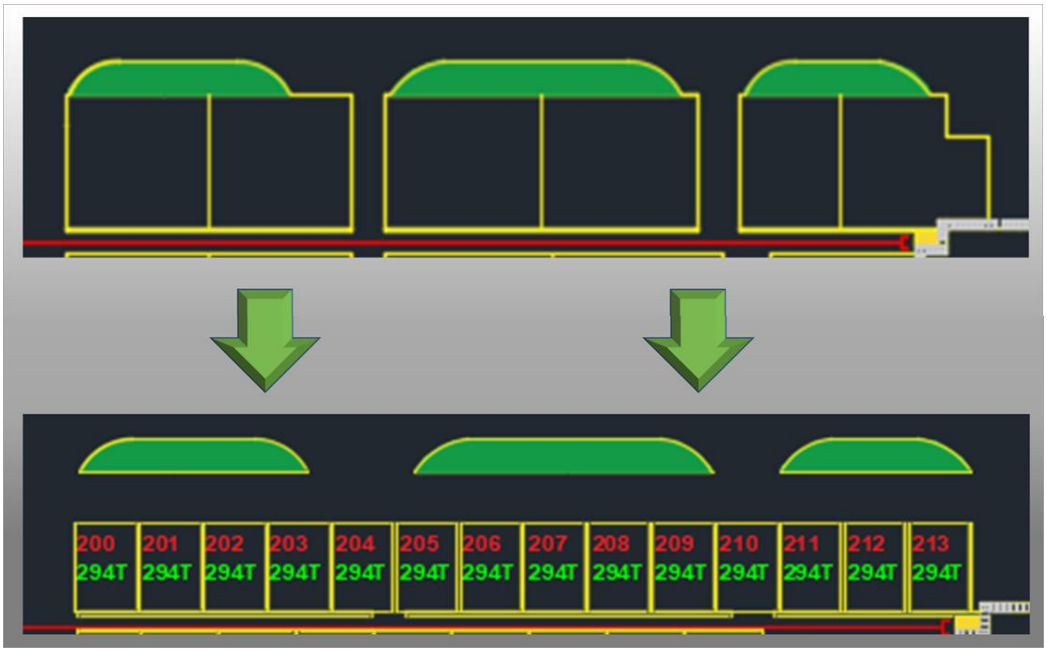


Figura 13 - Reconfiguração da área externa 2
Fonte: Autor

A fim de evitar o confinamento dos materiais e mistura de diversas OPs, a sugestão de layout nessa área é a mudança de orientação da estocagem e divisão em diversas baias. A estocagem nessa orientação permite a padronização das baias com as mesmas medidas e

capacidades, além da saída FIFO dos materiais. Outra vantagem é a rua de acesso ao longo de toda a extensão que facilita a movimentação sem a necessidade de sair da área de estoque.

A tabela 3 compara as capacidades de números de baias do modelo original e o modelo proposto para a área externa 2:

Área externa 2	Capacidade	Número de baias
Modelo Original	~ 5.200 toneladas	6
Modelo Proposto	4.200 toneladas	14

Tabela 3 – Comparação entre o modelo original e o proposto na área externa 2
Fonte: Autor

Ainda que a área de estocagem do modelo atual seja bem maior, a capacidade não responde na mesma proporção, isso por que a área não é bem utilizada e as dimensões não são 100% aproveitáveis. Com a limitação física das baias e estudo da área ocupada pelas bobinas, é possível aumentar a utilização dos espaços minimizando significativamente as perdas e possibilitando a flexibilidade de locais e códigos.

4.7.3 Área externa 3

A área externa 3 é a maior área de estocagem e a que contém mais baias. Por ser a única área na qual existem baias lado a lado, nessa região ocorre a “criação” aleatória de diversas baias com tamanhos e formas diferentes, ocasionando a desordem e incapacidade de controle dos locais de estocagem.

A figura 14 representa as alterações propostas para a área externa 3:

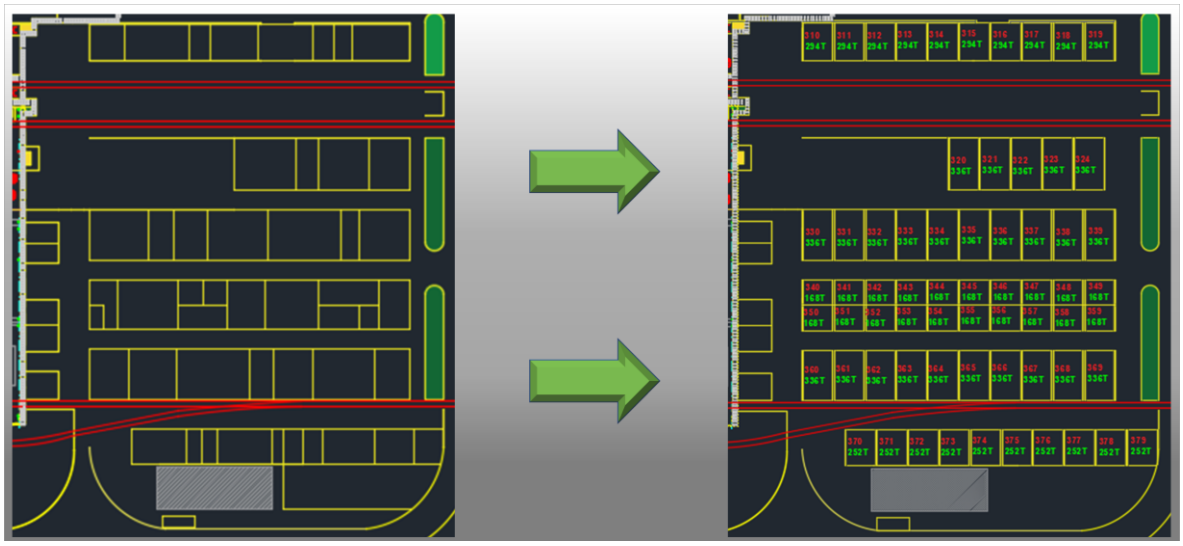


Figura 14 - Reconfiguração da área externa 3
Fonte: Autor

Nessa região foi feita a divisão de baias, respeitando a recomendação de 8 bobinas na base de cada pilha.

A tabela 4 compara as capacidades de números de baias do modelo original e o modelo proposto para a área externa 3:

Área externa 3	Capacidade	Número de baias
Modelo Atual	~ 14.600 toneladas	Variável
Modelo Proposto	17.200 toneladas	65

Tabela 4 – Comparação entre o modelo original e o proposto na área externa 3
Fonte: Autor

Com a divisão de baias, é possível aumentar a utilização do espaço e evitar as perdas geradas pela má estocagem. Além disso, o costume de "criação" de baias por parte da operação impossibilita saber ao certo o número de baias disponíveis e a capacidade da mesma.

As mudanças nesta área visam o ganho de espaço de estocagem, maior controle da área e informações sobre as condições do estoque, com poucas mudanças no layout. O anexo H mostra a proposta de *layout* modificado de todas as áreas.

4.7.4 Impactos no WMS

No que se refere ao WMS, o principal impacto esperado das propostas apresentadas é a de permitir a identificação das baias e suas características, como localização, capacidade,

status (cheia, vazia, etc), entre outras. Através da identificação de baias e as respectivas características, entende-se que o sistema será capaz de cumprir com alguns de seus objetivos, como: rastrear as operações e controlar o estoque; realizar inventários físicos; definir as características de uso dos locais e endereçar de acordo com tais características; separar os pedidos indicando o local onde se encontram os materiais; reduzir erros de estoque e melhorar a utilização do espaço.

Garantindo a localização dos materiais, indicando as atividades a serem cumpridas e reduzindo os erros da operação, o uso do WMS permitirá a redução dos tempos de execução das atividades e, consequentemente, aumento da produtividade e eficácia do armazém. Tais impactos resultam em redução de custos e melhoria do atendimento ao cliente, resultando em ganho competitivo para a empresa.

5. RESULTADOS

As modificações propostas começaram a ser feitas no fim deste trabalho. Apenas a área externa 2 foi modificada seguindo o *layout* apresentado e com as divisões físicas por tarugos.

Nessa área, as baias de estocagem eram grandes, estocando diversas OPs, com poucas baias disponíveis e espaços subutilizados. Assim, não era possível realizar o correto endereçamento e nem o FIFO.

O modelo proposto mudou a orientação de estocagem, criando uma rua de acesso que garantisse a criação das baias conforme desejado. A divisão realizada padronizou a área e as baias de estocagem, com capacidade conhecida de 294 toneladas, e permitiu a nomeação dessas baias. Com isso, já há a possibilidade de alocação de Ordens de Produção, acompanhamento da ocupação ou liberação das baias e espaço de estocagem disponível nessa área.

A figura 15 representa a reconfiguração já implementada na área externa 2 com a divisão por tarugos entre baias e seguindo o modelo proposto:

Figura 15 - Reconfiguração e divisão das baias do layout da área externa 2
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

A figura 16 mostra a nomeação usada pela usina para a indicação das bais:

Figura 16 - Placa de identificação da baia da área externa 2
Fonte: ArcelorMittal Juiz de Fora

Na área externa 2 houve uma redução de capacidade de 1.000 toneladas (19%) com as modificações realizadas. Essa redução resultou da diminuição do espaço destinado ao estoque, especialmente nessa área, fato não contemplado para os demais locais. Mesmo com esta redução, houve ganho significativo no número de baias, passando de 6 para 14, e melhor aproveitamento do espaço restante do estoque, pois este foi reduzido em 30%.

Outro ganho significativo foi com o tempo de localização do material. No período anterior às modificações, a localização de materiais por parte do expedidor nas áreas externas 2 e 3 duravam em média 15 minutos, podendo superar uma hora. Na área externa 2, porém, após as mudanças, o tempo de localização de material caiu para menos de 5 minutos, aumentando a produtividade do processo.

Nem todos os ganhos quantitativos puderam ser mensurados, pois os indicadores que permitem o acompanhamento da evolução do trabalho são realizados no estoque como um todo, não permitindo a análise de uma única área. Ainda que as mudanças não puderam ser observadas, dedica-se aqui o apontamento dos indicadores que devem ser usados nas análises de efetividade do trabalho, bem como os indicadores devem se comportar e por que, sendo estes:

- Intervenções manuais no sistema WMS: espera-se que o número de intervenções, bem como os volumes corrigidos diminuam, demonstrando um alinhamento maior entre o estoque constando no sistema versus o estoque real;

- Número de códigos abaixo de 10 toneladas: ainda que possa existir algum código com menos de 10 toneladas no estoque, esses não devem permanecer no estoque por mais de três meses. Assim, a redução do número de códigos nessa situação serve como indicador para acompanhamento da efetividade do trabalho;

- Quebras de estoque por oxidação: com as mudanças propostas, espera-se conseguir atuar com a metodologia FIFO, evitando a oxidação e sucateamento do material.

Com a divisão do estoque realizada em todas as áreas, será possível observar as evoluções dos indicadores e, possivelmente, o maior uso e efetividade do WMS nas operações e controle de estoque por parte dos funcionários da empresa.

6. CONCLUSÃO

O trabalho mostrou-se relevante no estudo de layout de estoque e os impactos que a configuração deste layout tem nas atividades e controle do da operação. Através do trabalho foi possível estabelecer uma relação entre diversos problemas decorrentes da operação de armazenagem e movimentação de cargas com o layout do estoque e as respectivas soluções.

Respondendo à pergunta realizada no início, "Como a configuração do *layout* pode resolver os problemas relacionados com endereçamento, *picking*, gestão do estoque e uso do WMS?", a configuração do *layout* mostrou-se efetiva no que diz respeito a organização do estoque em geral. Com a reconfiguração, foi possível nomear e atribuir características as baias, dimensionar de acordo com a utilidade e necessidade da produção, padronizar a estocagem, mensurar as capacidades e acompanhamento das informações. Através desses ganhos, é possível a realização adequada do endereçamento, realização do FIFO (política de *picking* ideal), aumento da assertividade dos dados do sistema. Com o alinhamento das práticas operacionais e os ganhos adquiridos com o trabalho, é possível realizar o controle e gerenciamento do estoque via WMS.

Outro fato importante é que no fim deste trabalho surgiu o aporte de verba para a implementação do RFID (Radio Frequency Identification, em português: Identificação por rádio frequência). Os estudos aqui mostrados estão servindo como referência para a instalação das *tags* de leitura e a localização das baias.

Outras tecnologias estão sendo estudadas para implementação na empresa, como telemetria e automatização dos equipamentos. O estudo mostrou-se válido também no futuro da implementação de tais tecnologias pois será necessário o mapeamento de toda a área de estoque, bem como as posições definidas de cada bobina para a automatização.

Mesmo que não tenha sido possível analisar os impactos do estudo no RFID, telemetria e automatização, a nova conjuntura, com a aquisição dessas tecnologias, e a possibilidade de avaliar o uso do WMS abre espaço para que novos estudos e trabalhos sejam realizados a partir deste.

7. BIBLIOGRAFIA

ARCELORMITTAL BRASIL. Disponível em: < http://brasil.arcelormittal.com.br/>. Acesso em: 10 out. 2017.

ARCELORMITTAL JUIZ DE FORA. Acervo da empresa. 2017.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física.** São Paulo: Atlas, 1993.

BANZATO, E. **WMS – Warehouse Management System: sistema de gerenciamento de armazéns.** São Paulo: Editora IMAM, 1998.

BANZATO, E. **Tecnologia da Informação aplicada à Logística.** São Paulo: Editora IMAM, 2005.

BARROS, M. C. D. **Warehouse management system (WMS):** conceitos teóricos e implementação em um centro de distribuição. 2005. Dissertação (Mestrado em Logística) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2005 apud SUCUPIRA, C. **Gestão de Depósitos e Centros de distribuição dos Softwares WMS.** 2003.

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. J; **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento.** 1. ed., São Paulo: Atlas, 2007. 580 p.

BRYNZÉR, H., JOHANSSON, M.I. Storage location assignment: Using the product structure to reduce order picking times. **International Journal of Production Economics.** [S.I.], v. 46 – 47, p. 595-603. dez. 1996.

CARVALHO, J. C. et al. **Logística e gestão da cadeia de abastecimento.** 1. ed., Portugal: Edições Sílabo, 2012.

CHAN, F. T. S.; CHAN H.K. Improving the productivity of order picking of a manual-picking and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. **Expert Systems with Applications.** [S.I.], v. 38, p. 2686-2700, mar. 2011.

COSTA, D. **Gerenciamento de Armazéns e Centros de Distribuição Através de Softwares WMS.** Grupo Universitário IPEP, Campinas, 2005.

DOLAVALE, A. S. **Riscos na Implantação de Warehouse Management System (WMS) em Centro de Distribuição:** Estudo de Caso. 2010. Dissertação (Mestrado em Logística) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2010 apud SUCUPIRA, C. **Gestão de Depósitos e Centros de distribuição através dos Softwares WMS.** 2004.

FRANKLIN, R. **Conhecimentos de Movimentação e Armazenagem.** São Paulo: E-Quality, 2003.

GERALDES, C.; CARVALHO, S.; PEREIRA, G. A warehouse design decision model – case study. **International Engineering Management Conference.** Estoril, Portugal. Jun. 2008.

GONTIJO, L. B. L. M. **Procedimento de *picking* em um centro de distribuição utilizando princípios Lean.** 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de São Carlos, São Paulo. 2012.

JACINTO, J.; HEIL, L.; SOUZA, M. F.; RODRIGUES, S. **Logística: o endereçamento como ferramenta fundamental na armazenagem e estocagem.** Faculdade de Tecnologia de Santa Catarina, Brusque, SC. 2011.

KIM, K. H.; PARK, YM.; JIN, MJ. An optimal layout of container yards. **OR Spectrum.** [S.I.], v 30, p. 675-695, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00291-007-0111-6>. Acesso em: 05 mai. 2018.

LARSON, T. N.; MARCH, H.; KUSIAK, A. A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage. **IEEE Transactions.** [S.I.], v. 29, p. 337-348, 1999. Disponível em:

<https://doi-org.ez25.periodicos.capes.gov.br/10.1023/A:1018591700748>. Acesso em: 08 dez. 2017.

LIU, C. M. Clustering techniques for stock location and order-picking in a distribution center. **Computers and Operations Research.** [S.I.], v. 26, p. 989–1002, set. 1999.

MOHSEN, M. D. H. A framework for the design of warehouse layout. **Facilities.** [S.I.], v. 20, p. 432-440. 2002. Disponível em <https://doi-org.ez25.periodicos.capes.gov.br/10.1108/02632770210454377 >. Acesso em: 08 dez. 2017.

NAZÁRIO, P. R. A Importância de Sistemas de Informação para a Competitividade Logística. **Revista Tecnologística.** São Paulo, v. 44, p. 29-41, jul. 1999. Disponível em <http://www.tecnologistica.com.br>. Acesso em: 24 set. 2017.

DOBOS, P.; TAMÁS, P.; ILLÉS, B. Decision method for optimal selection of warehouse material handling strategies by production companies. **IOP Conference Series:** Materials Science and Engineering. v. 161, 2016.

PETERSEN, G. P.; AESE, G. A comparison of *picking*, storage, and routing policies in manual order *picking*. **International journal of product economics.** [S.I], v. 92, p. 11-19, 2004.

RICHARDS, G. **Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse.** London: Kogan Page, 2011.

ROODBERGEN, K. J.; SHARP, G. P.; VIS, I. F. A. Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. **IIIE Transactions.** [S.I.], v. 40, p. 1032-1045, aug. 2008. Disponível em <https://doi.org/10.1080/07408170802167639>. Acesso em: 05 mai. 2018.

SCIOSCIA, J. Optimising warehouse management: best practices for warehouse layout and training are crucial for implementing a management solution. **Pharmaceutical Technology Europe.** North Olmsted, OH, v. 26, p. 46, feb. 2014. Disponível em <http://go-

galegroup.ez25.periodicos.capes.gov.br/ps/i.do?id=GALE%7CA361944443&v=2.1&u=capes&it=r&p=AONE&sw=w>. Acesso em: 08 dez. 2017.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** Edição Compacta, 1ª ed., São Paulo: Atlas, 2006. 525 p.

TOMPKINS, J.A.; SMITH, J. D. **The warehouse management handbook**. 2ª ed. Raleigh: Edwards Brothers, Inc. 1998.

VIEIRA, H. F. **Gestão de Estoque e Operações Industriais.** Curitiba, PR. 2009. 316 p.

ZIQUINATO, G. A. F.; da SILVA, L. F.; DELFORNO, R. F **Logística enxuta e endereçamento: redução de custos de armazenagem e movimentação.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade São Francisco. Itatiba, SP, 2016.

ANEXO A - LAYOUT DO ESTOQUE DE BOBINAS ACABADAS DA AMJF

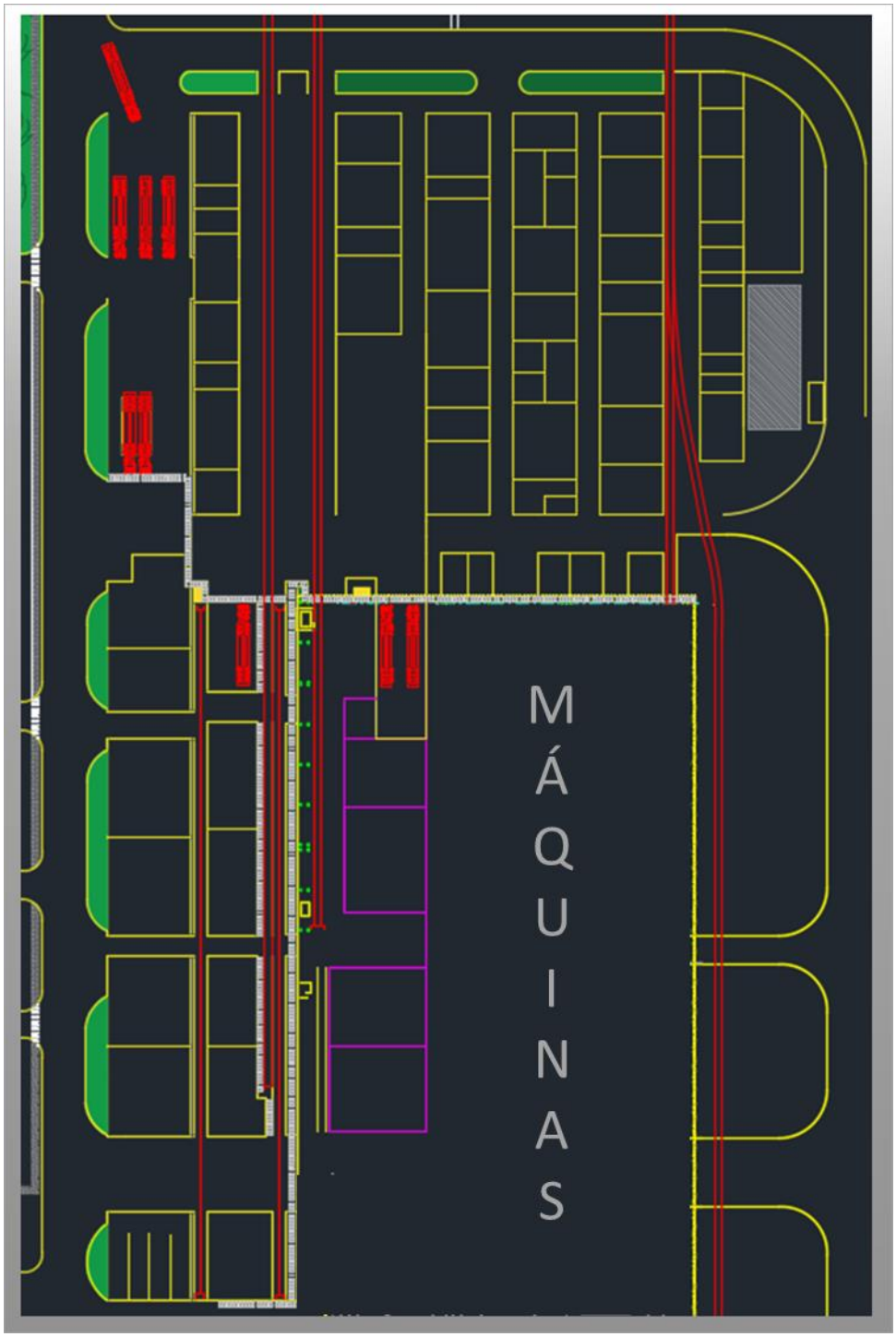


Figura 17 - Configuração do *layout* original
Fonte: Autor

ANEXO B - ÁREA INTERNA DO ESTOQUE

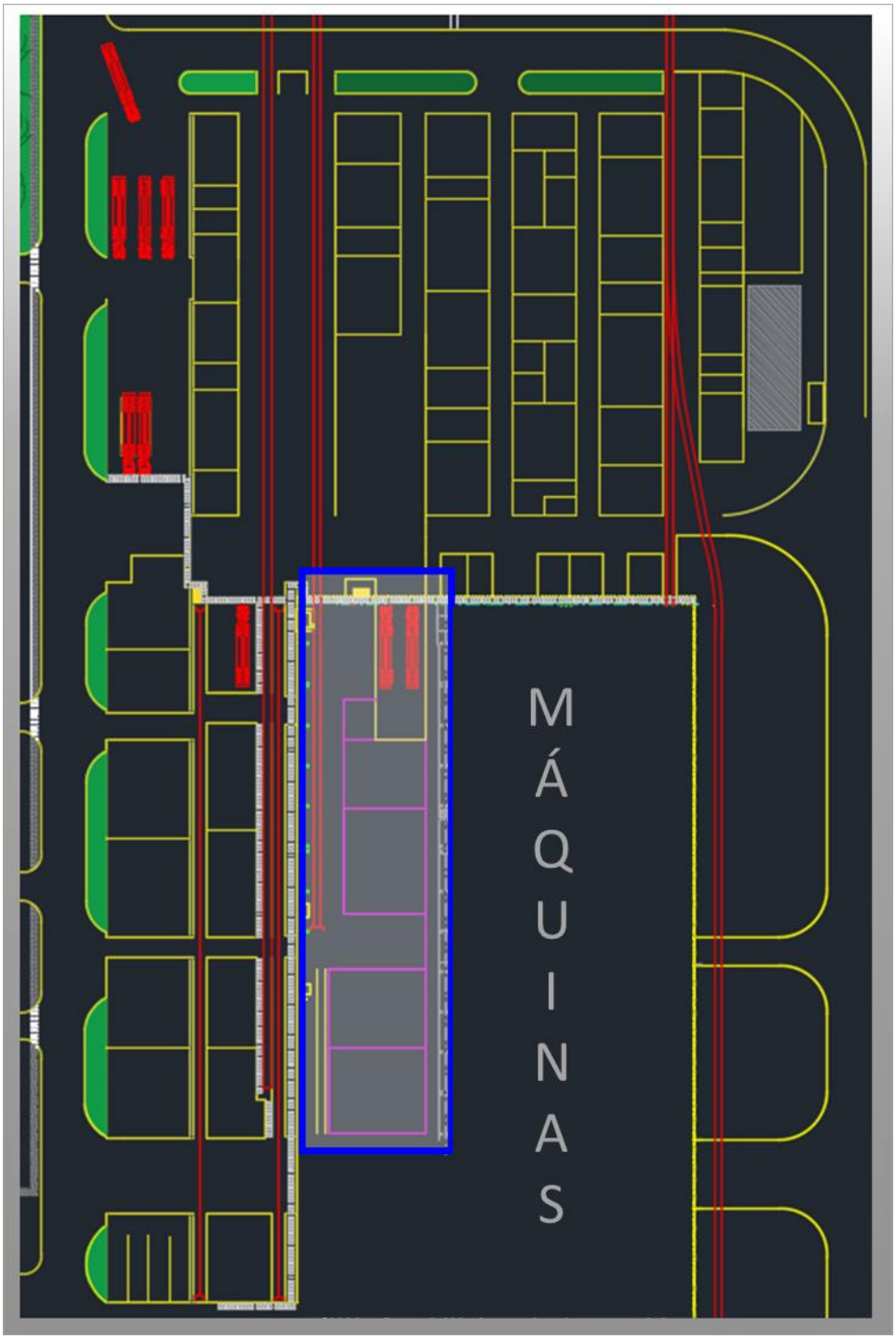


Figura 18 - Destaque da área interna do *layout*
Fonte: Autor

ANEXO C - ÁREA EXTERNA 1 DO ESTOQUE

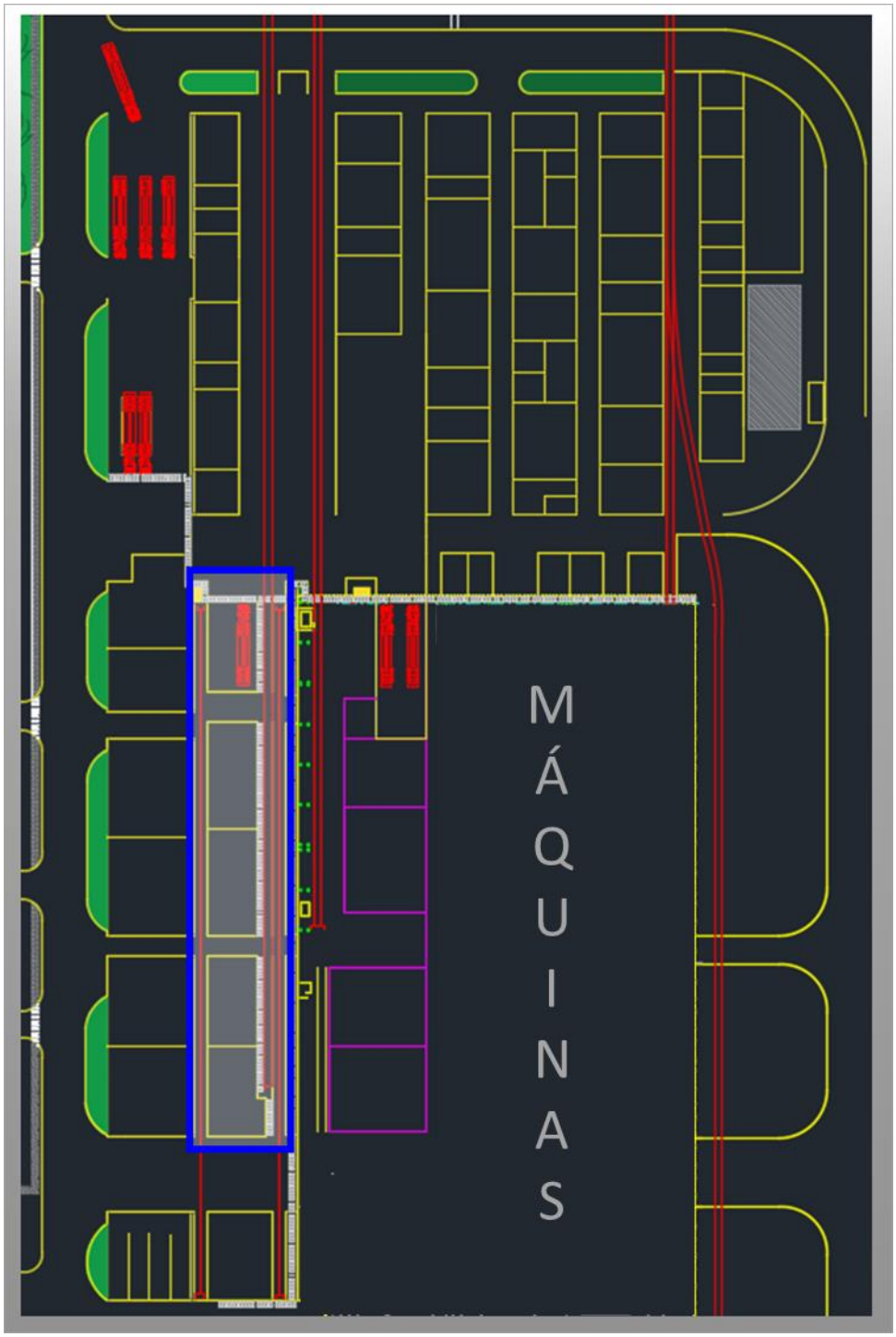


Figura 19 - Destaque da área externa 1 do layout
Fonte: Autor

ANEXO D - ÁREA EXTERNA 2 DO ESTOQUE

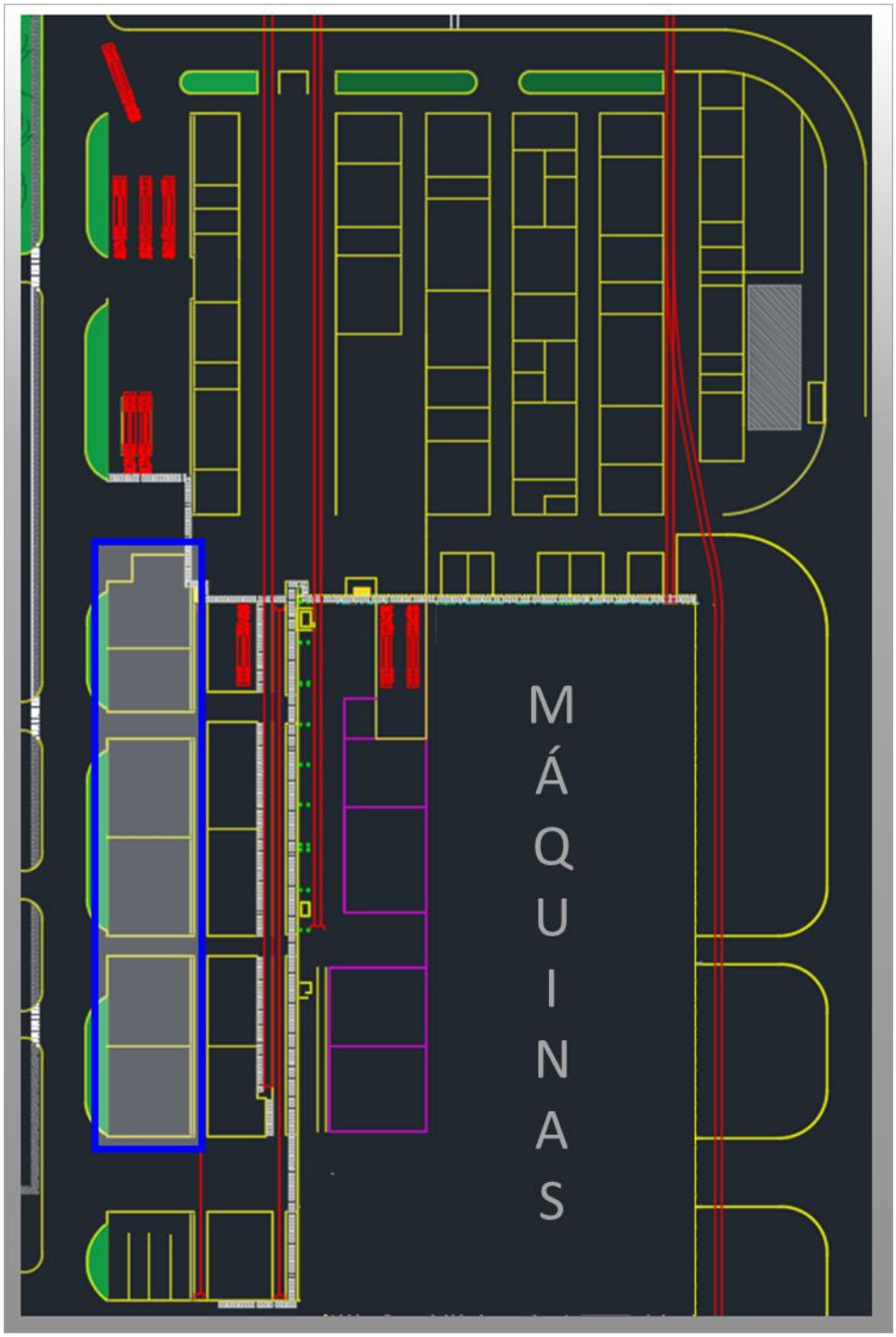


Figura 20 - Destaque da área externa 2 do *layout*
Fonte: Autor

ANEXO E - ÁREA EXTERNA 3 DO ESTOQUE

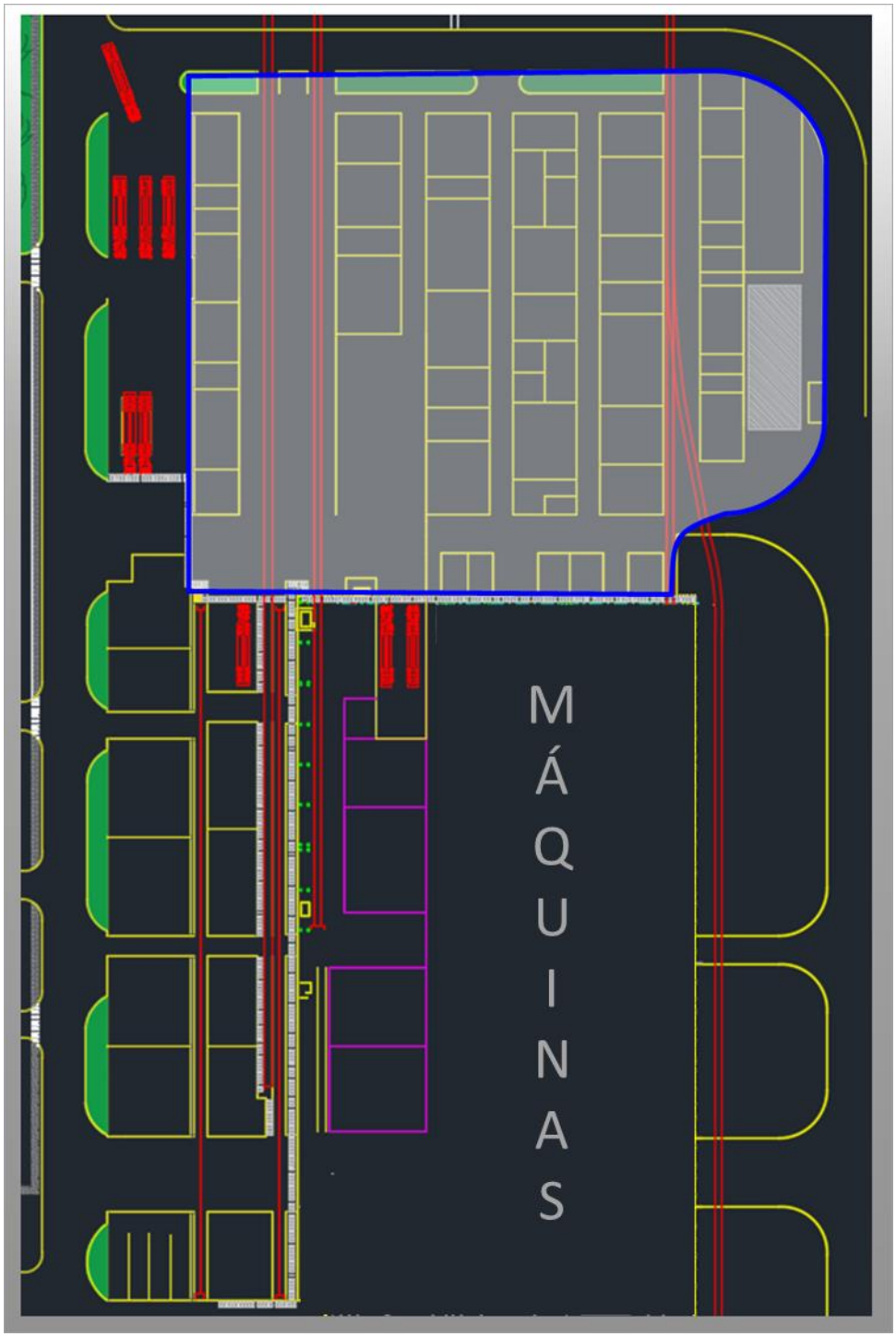


Figura 21 – Destaque da área externa 3 do *layout*
Fonte: Autor

ANEXO F – CÁLCULO DE ESPAÇO OCUPADO PELAS BOBINAS NA FORMAÇÃO DE BAIAS

7.1 VISÃO FRONTAL DA BOBINA

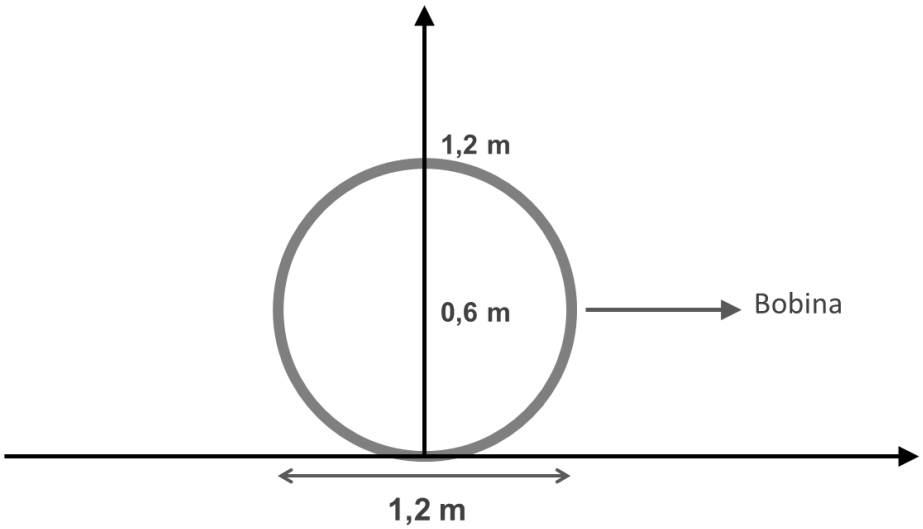


Figura 22 - Vista frontal da bobina
Fonte: Autor

7.2 VISÃO FRONTAL DA BAIA

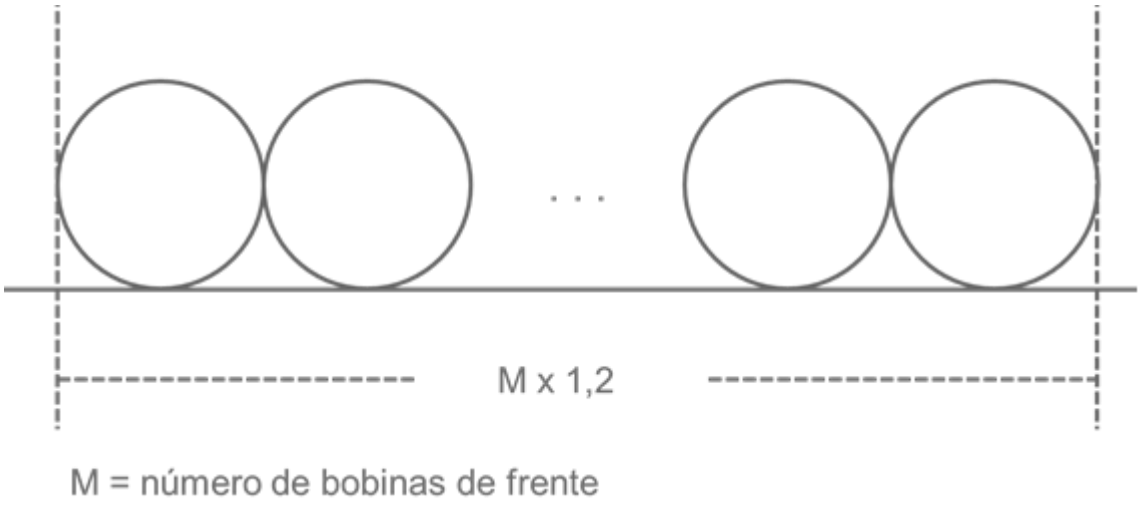


Figura 23 - Visão frontal da baia
Fonte: Autor

7.3 DISTÂNCIA RECOMENDADA ENTRE BAIAS

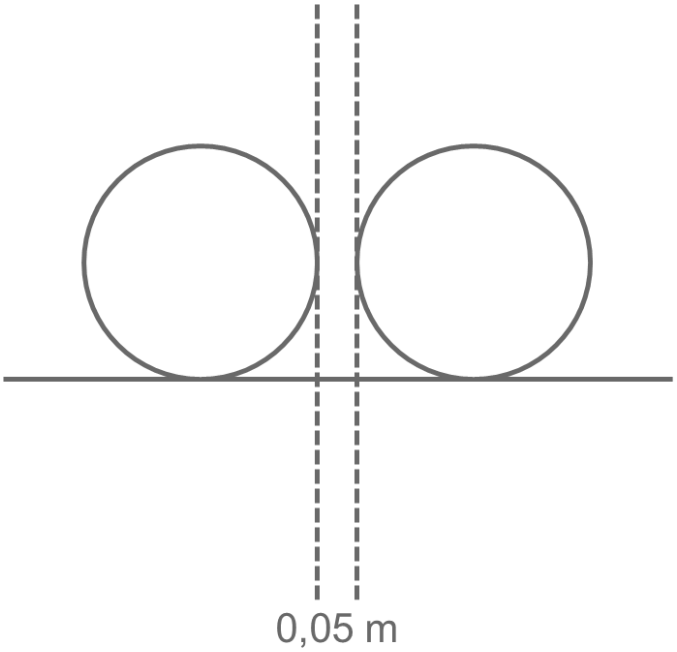


Figura 24 - Distância recomendada entre baias
Fonte: Autor

7.4 DISTÂNCIA RECOMENDADA ENTRE BOBINAS NA BAIA

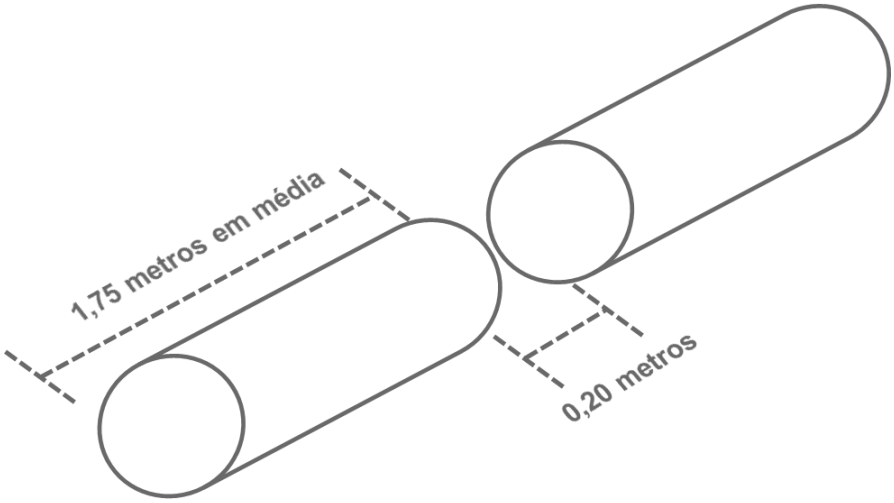
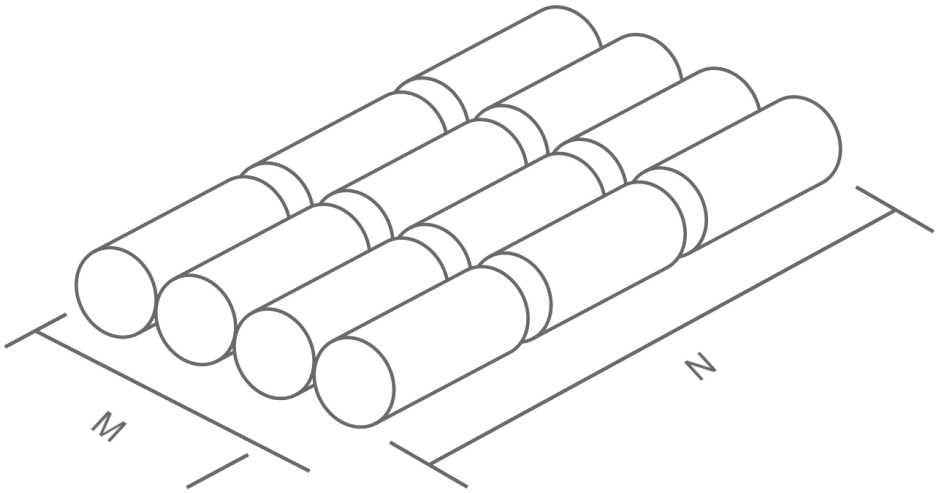


Figura 25 - Distância recomendada entre bobinas na baia
Fonte: Autor

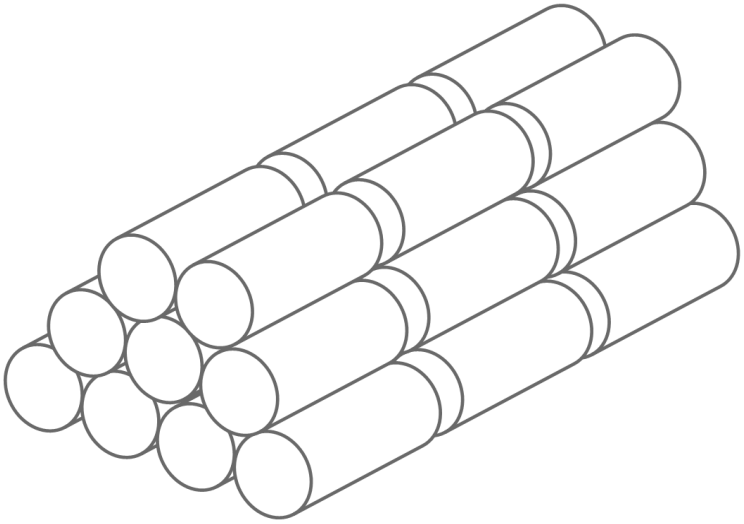
7.5 CÁLCULO DA PRIMEIRA CAMADA DE BOBINAS



Número de Bobinas = M x N
Comprimento da baia (em metros) = (M x 1,2)
Largura da baia (em metros) = (N x 1,95) – 0,2
Área da baia (em metros) = (M x 1,2) x ((N x 1,95) – 0,2)

Figura 26 - Cálculo do número de bobinas na primeira camada
Fonte: Autor

7.6 CÁLCULO DA SEGUNDA E TERCEIRA CAMADA DE BOBINAS



Até a 2ª camada: M x N + (M - 1) x N
Até a 3ª camada: M x N + (M - 1) x N + (M - 2) x N
A área ocupada não se altera com a formação de mais camadas

Figura 27 - Cálculo do número de bobinas na segunda e terceira camada
Fonte: Autor

ANEXO G – PERDA DE CAPACIDADE DE ESTOCAGEM COM DIVISÃO DE BAIAS

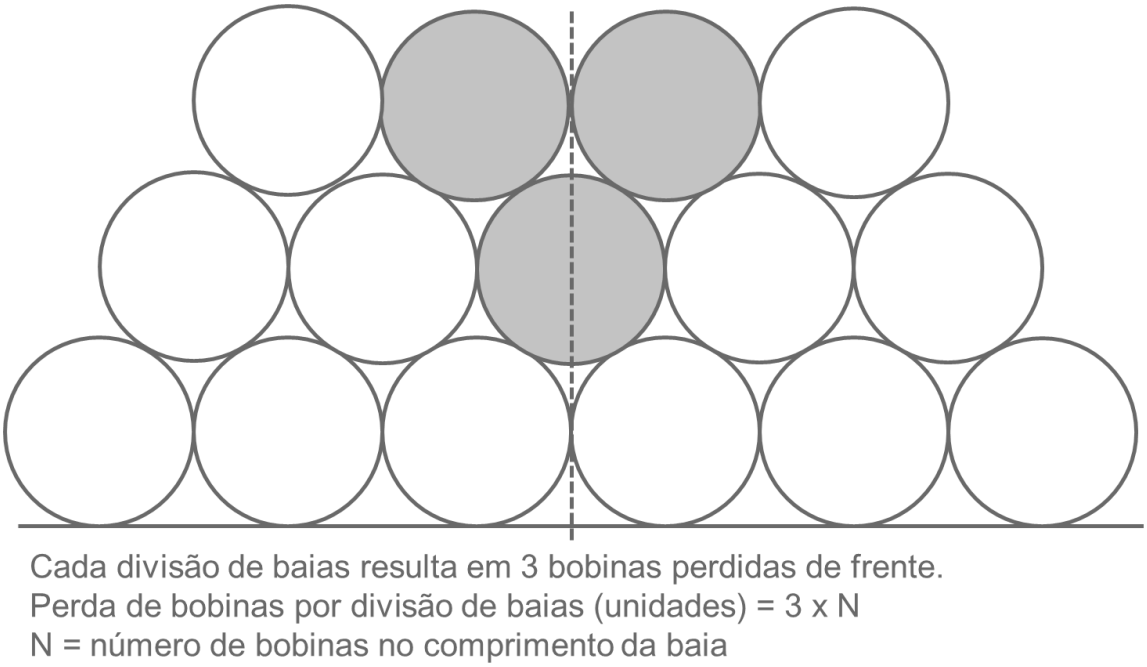


Figura 28 - Perda de capacidade de estocagem com divisão de baias
Fonte: Autor

ANEXO H – PROPOSTA DE LAYOUT

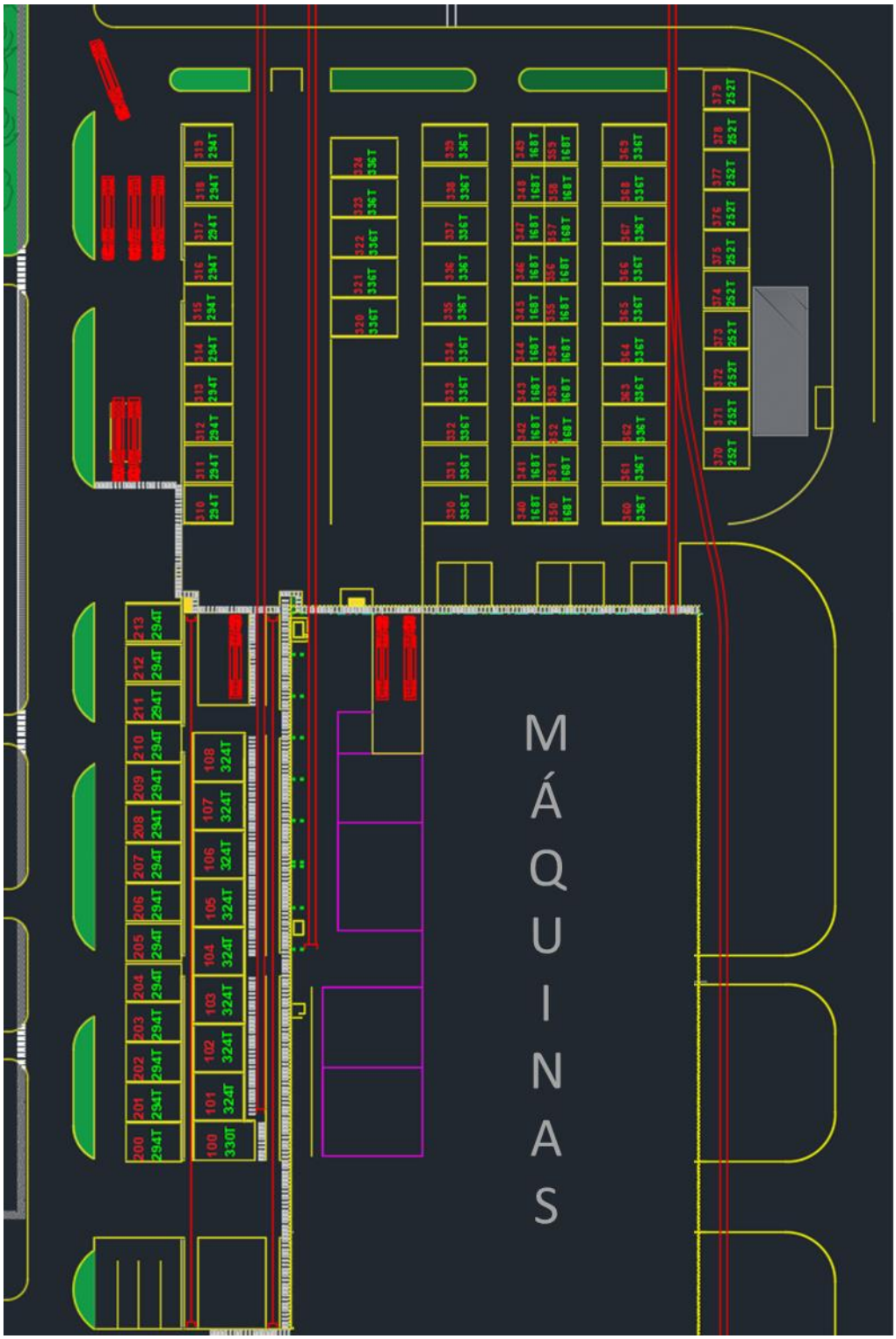


Figura 29 - Proposta de configuração do Layout do estoque
Fonte: Autor

ANEXO I – FLUXOGRAMA DA OPERAÇÃO DE ESTOCAGEM DE BOBINAS

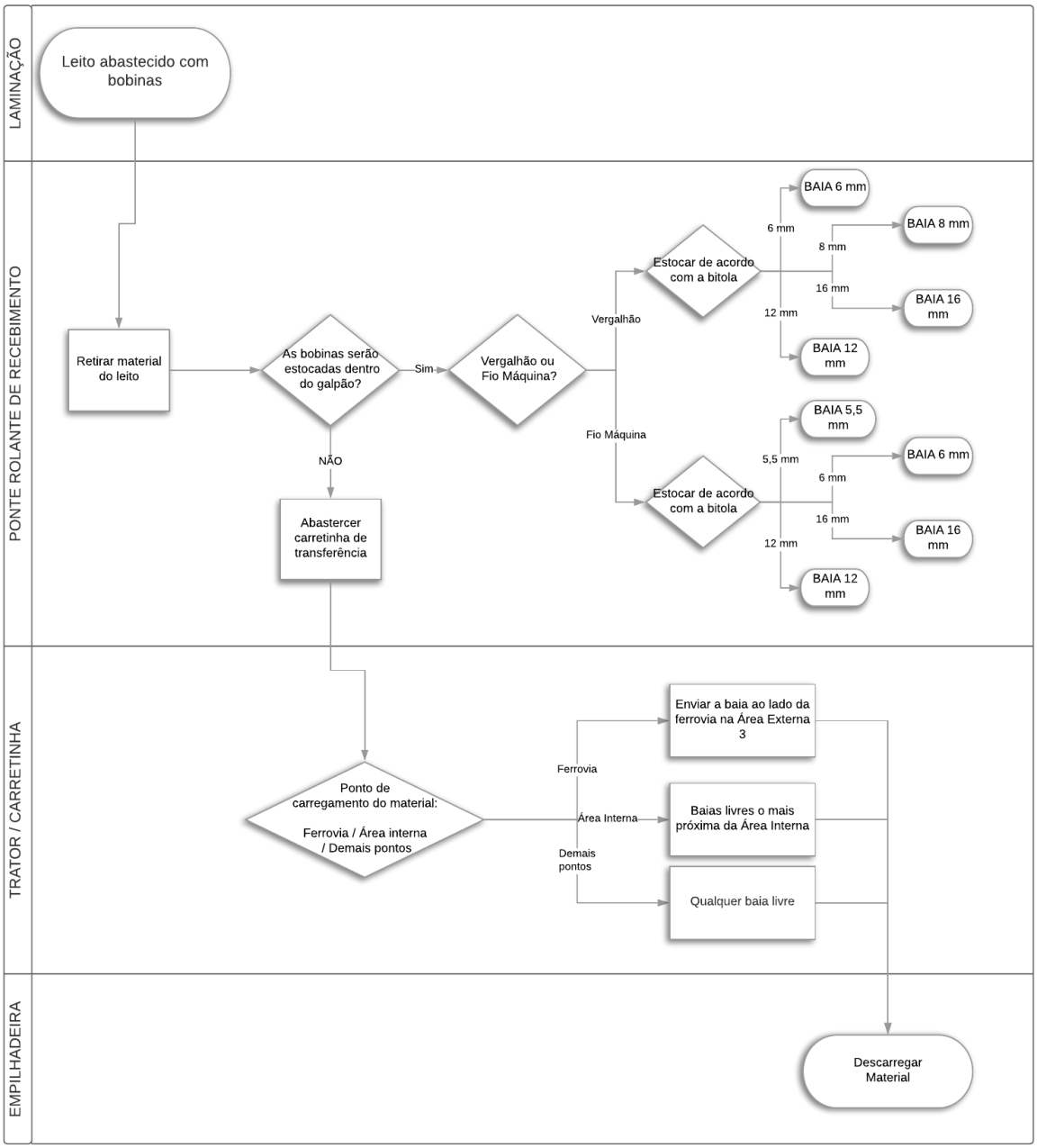


Figura 30 - Fluxograma da operação de estocagem de bobinas
Fonte: Autor

ANEXO J – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

_____	_____
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
_____	_____
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

ANEXO K – DECLARAÇÃO DA EMPRESA

Declaro para os devidos fins, que estagiário/funcionário da empresa possui autorização para divulgar o nome da empresa bem como dados não confidenciais na elaboração de seu trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Juiz de Fora, de de .

_____

Responsável da Empresa
(carimbo da empresa)

Repositório Institucional

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Termo de Autorização para publicação de trabalhos acadêmicos em formato eletrônico no Repositório Institucional Digital da Produção Científica e Intelectual da UFJF

1. Identificação da material bibliográfico: ( )Tese ( ) Dissertação
( ) TCC graduação ( ) TCC Especialização

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor:_____

Matrícula:_____ CPF: _____ Telefone fixo___ _____

Telefone celular: ___ _____ E-mail: _____

Nome do orientador: _____

Título do trabalho: _____

_____

Co-orientador: _____

Membros da Banca: _____

_____

Pós Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado)

Programa: _____ Curso: _____

Área do Conhecimento:_____ Palavras-chave:_____

_____ Data da defesa: __ /___ /____

Pós-graduação Lato Sensu (especialização)

Curso de Pós-Graduação: _____

Área do Conhecimento:_____ Palavras-chave: _____

_____ Data da defesa: __ /___ /____

Graduação

Curso: _____ Data da defesa: __ /___ /____

Área do Conhecimento:_____

Palavras-chave: _____

3. Agência (s) de fomento (se houver): _____

4. Licença de uso

Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo o Centro de Difusão do Conhecimento da Universidade Federal de Juiz de Fora a disponibilizar a obra no Repositório Institucional gratuitamente, de acordo com a licença pública ***Creative Commons*** Licença 4.0 Internacional por mim declarada sob as seguintes condições.

Permite uso comercial de sua obra? ( ) Sim ( ) não

Permitir alterações em sua obra? ( ) sim ( ) sim, desde que outros compartilhem pela mesma licença ( ) não

A obra continua protegida por Direitos Autorais e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

4. Informação de acesso ao documento:

Liberação para publicação: ( ) Total ( ) Parcial

A restrição (parcial ou total) poderá der mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à PROPP ou PROGRAD. Em caso de publicação parcial, o embargo será de 12 meses. Especifique o (s) arquivo(s) capítulo(s) restritos:

_____

_____

Declaração de distribuição não-exclusiva

O referido autor:

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à Universidade Federal de Juiz de Fora os direitos requeridos por esta licença e que esse material, cujos direitos são de terceiros, está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdos do documento entregue.

c) Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a UFJF, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo contrato ou acordo.

Assinatura do autor **Data**