LUÍS ROBERTO ZORZANELLI

DESCRIÇÃO DE CENÁRIOS DE MOVIMENTAÇÃO DE BOBINAS LAMINADAS A QUENTE EM UMA SIDERÚRGICA – um estudo de caso

Dissertação julgada e aprovada em 01 de setembro de 2011 como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA

Prof.° Dr. Ricardo Moreira da Silva
Orientador

Prof.° Dr. Luiz Bueno da Silva
Examinador interno

Prof.° Dr. César Emanoel Barbosa de Lima
Examinador externo

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

Dedico este trabalho a Deus fonte de luz do meu caminho,
A minha esposa e aos meus filhos pelo incentivo, paciência e compreensão,
Aos meus pais pelo exemplo de vida e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À Deus, criador de todas as coisas e eterna fonte de fé e inspiração.

À minha querida esposa Rosangela e aos meus filhos, Vinicius, Luisa e Isabela pelo apoio, incentivo, compreensão, paciência e carinho em todo o tempo e principalmente nos momentos de ausência para dedicação aos estudos. Vocês são responsáveis por está vitória e por todas as minhas realizações.

A meu pai Jaucyr e minha mãe Judith pelos ensinamentos de vida, pela dedicação e por todo o sacrifício que sempre fizeram por mim, a minha admiração e meu muito obrigado.

Ao professor Ricardo Moreira que dedicou seu tempo na colaboração e direcionamento que permitiu a conclusão desta dissertação e ao professor Bueno pelo seu apoio durante todo o curso.

À UFPB, seus professores e funcionários pelo compartilhamento de seus conhecimentos e convívio.
Aos colegas de turma pelo companheirismo, amizade e excelentes momentos de convivência.

À ArcelorMittal Tubarão, pelo apoio e confiança e por disponibilizar as informações necessárias a partir do qual o desenvolvimento deste trabalho pôde ser realizado.
Aos colegas da ArcelorMittal Tubarão principalmente da área de logística pelo apoio e pela cooperação no fornecimento de dados sempre que solicitado. Agradecimento especial ao amigo Fernando pelo apoio irrestrito nos momentos difíceis.

E finalmente, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação.

Toda a minha gratidão!

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

RESUMO

Em tempos atuais, as empresas industriais, e mais especificamente do setor siderúrgico, vêm revisando seus processos e adotando modelos produtivos mais modernos que priorizam a melhoria da qualidade e redução de custo de seus produtos. Neste contexto a área de planejamento e controle da produção tem a função de integrar todas as áreas do sistema produtivo recebendo e fornecendo informações e tomando decisões visando o atendimento ao cliente. A jusante desta cadeia tem-se os armazéns de despacho de produtos acabados que com um bom layout associado a técnicas de movimentação e armazenagem adequadas contribuem para o atigimento dos objetivos da empresa. Este trabalho utilizou da metodologia de estudo de caso para a análise de três cenários de utilização de um pátio de despacho de bobinas específico de uma siderúrgica de grande porte com o objetivo de promover uma movimentação e armazenagem mais eficiente dos materiais que circulam neste ambiente de forma a atender tanto a área de produção, que busca maximizar sua capacidade produtiva como a área de logística, que busca atender aos clientes no prazo e qualidade acordados, de forma a compatibilizar os interesses e objetivos de cada área. Após cada cenário analisado em suas vantagens e desvantagens, considerando o critério de entradas e saídas de bobinas iguais para todos os cenários, realizou-se uma avaliação comparativa buscando identificar a melhor situação de atividade. Os resultados alcançados mostram que o "cenário 3" trás melhores resultados, pois tem um melhor aproveitamento da área útil do pátio, utiliza o recurso ponte rolante de forma mais homogenia ao longo do tempo; tem menor tempo de permanência de veículo para despacho rodoviário e ferroviário, sem perder de vista o atendimento aos requisitos gerais da empresa com relação à produção, qualidade, atendimento a clientes e investimentos.

Palavras Chave: Movimentação e armazenagem. Pátios de bobinas. Cenários de despacho de bobinas.

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

ABSTRACT

In current times, industrial companies, and specifically in the steel industry have been revising its processes and adopting modern productive models which focused on improving quality and cost reduction of their products. In this context the area of production planning and control has the job of integrating all the areas of the production system receiving and providing information and making decisions regarding the customer service. In the far downstream in the chain has warehouses dispatch of finished products that with a good layout associated with proper handling and storage contribute to the company goals. This study used the methodology of case study for analyzing three scenarios of using a shipping coil yard of a big steel company in order to promote a more efficient handling and storage of materials that circulate in this environment so to address both the area of production, which seeks to maximize its production capacity as the area of logistics, seeking to serve the customers within agreed quality and in order to harmonize interests and objectives of each area. After each scenario analyzed its advantages and disadvantages, considering the same criteria of coils inputs and outputs for all scenarios, we carried out a benchmarking effort to identify the best working situation. The results show that the "scenario three" behind the best results, because it has a better use of the work area of the yard, crane uses the resource more evenly over time, it demand less time spent for clearance vehicle road and rail, without losing sight of general meeting of requirements of the company with respect to production, quality, customer service and investment.

Key Words: Handling and storage. Coil yards. Scenarios of coil shipping

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Funções centrais e de apoio de uma organização 25
Figura 2 - P e D para diferentes tipos de planejamento e controle 28
Figura 3 - Empurrar e puxar a produção 30
Figura 4 - Principais tipos de estoque 39
Figura 5 - Redução do custo total pela compensação nos custos de produção e estocagem 48
Figura 6 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Godet . 65
Figura 7 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Schwartz 66
Figura 8 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Porter 68
Figura 9 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Grumbach 70
Figura 10 - Fluxograma típico de usinas siderúrgicas integradas 72
Figura 11 - Fluxograma da metodologia proposta 82
Figura 12 - Processo de produção de placas e bobinas de aço 85
Figura 13 - Organograma simplificado das áreas de PCP envolvidas com produção de bobinas 89
Figura 14 - Fluxo físico de BQ's 94
Figura 15 - Estrutura do modelo de planejamento e programação 95
Figura 16 - Sequência de atividades e sistema de produção de placas e bobinas de aço 100
Figura 17 - Fluxo da programação da produção da Aciaria da ArcelorMittal Tubarão . 101
Figura 18 - Principais entradas do planejamento semanal de produção da ArcelorMittal Tubarão 102
Figura 19 - Fluxo da programação de produção do LTQ da ArcelorMittal Tubarão 104
Figura 20 - Vista superior dos pátios de bobinas 105
Figura 21 - Fluxo de movimentação entre pátios internos 106
Figura 22 - Visão de ponte rolante e empilhadeira movimentando uma bobina 109
Figura 23 - Layout físico do pátio de despacho BQ5 110
Figura 24 - Layout do pátio de despacho BQ5 visto através do sistema de gerenciamento 111
Figura 25 - Estrutura matricial de armazenamento de bobinas 112
Figura 26 - Visão panorâmica do pátio de despacho de bobinas 113
Figura 27 - Restrição de empilhamento de bobinas 113

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

Figura 28 - Realocação de bobinas em função da posição 115
Figura 29 - Representação cenário 1 120
Figura 30 - Representação movimentação despacho rodoviário no cenário 1 121
Figura 31 - Representação movimentação despacho ferroviário no cenário 1 122
Figura 32 - Representação no tempo da movimentação de uma bobina da origem ao destino 123
Figura 33 - Representação cenário 2 125
Figura 34 - Realocação de bobinas em função da posição cenário 2 126
Figura 35 - Representação movimentação despacho ferroviário no cenário 2 127
Figura 36 - Representação movimentação despacho rodoviário no cenário 2 128
Figura 37 - Layout físico do pátio de despacho BQ5 modificado 130
Figura 38 - Representação cenário 3 130
Figura 39 - Realocação de bobinas em função da posição cenário 3 131
Figura 40 - Representação movimentação despacho ferroviário no cenário 3 132
Figura 41 - Representação movimentação despacho rodoviário no cenário 3 133

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Taxa (%) de ocupação média diária do pátio (dez/2010) 115
Gráfico 2 - Tempo de permanência médio diário para despacho rodoviário (dez/2010) 116
Gráfico 3 - Recebimento de carretas de despacho doméstico por horário diário (dez/2010) 116
Gráfico 4 - Percentual de bobinas não liberadas para despacho (dez/2010) 117
Gráfico 5 - Comparativo de aproveitamento da área útil do pátio para cada cenário .. 138

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - As vantagens da programação para frente e para trás 31
Quadro 2 - Regras de sequenciamento 34
Quadro 3 - Relação entre tipos de processo e tipo s básicos de arranjo físico 42
Quadro 4 - Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico 43
Quadro 5 - Variáveis e indicadores do estudo 78
Quadro 6 - Lista de pátios de processo e despacho de bobinas 93
Quadro 7 - Características dos pátios internos 107
Quadro 8 - Quadro resumo e comparativo dos cenários 137

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AMT	ArcelorMittal Tubarão
BQ	Bobina Laminada a Quente
CD	Centro de Distribuição
CPM	*Critical Path Method*
CS	Centro de Serviço
CST	Companhia Siderúrgica de Tubarão (o mesmo que ArcelorMittal Tubarão)
IRUT	*Injection Refinning – Up Temperature* (Processo de refino secundário)
KR	*Kambara Reactor* (processo de dessulfuração de gusa)
LTQ	Laminador de Tiras a Quente
PERT	*Program Evaluation and Review Technique*
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PMP	Plano Mestre da Produção
RFID	*Radio Frequency Identification*
RH	*Vacuum Degassing Ruhrstahl-Heraeus* (Processo de refino secundário)
SC	Solicitação de Compras
WIP	*Work in progress* (Estoque em processo)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO **14**
1.1 Definição do Tema **14**
1.2 O Problema de Pesquisa **16**
1.3 Justificativa da Pesquisa **20**
1.4 Objetivos **22**
1.4.1 Objetivo Geral 22
1.4.2 Objetivos Específicos 22
1.5 Estrutura do Trabalho **22**
1.6 Conclusão do Capítulo **23**

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **24**
2.1 Sistemas de Produção **24**
2.1.1 Planejamento e Controle da Produção 25
2.1.2 Programação da Produção 29
2.1.3 Sequenciamento 31
2.2 Logística Interna **36**
2.2.1 Administração de Materiais 36
2.2.2 Arranjo Físico 40
2.2.3 Armazenagem e Movimentação de Materiais 47
2.3 Técnicas de Construção de Cenários **63**
2.4 Processos Siderúrgicos **71**
2.5 Conclusão do Capítulo **73**

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS metodológicos **74**
3.1 Tipo e Natureza do Estudo **74**
3.2 Delimitação do Estudo de Caso **77**
3.3 Definição das Variáveis de Investigação **77**
3.4 Coleta de Dados **78**
3.5 Tratamento dos Dados **80**
3.6 Descrição do Universo de Pesquisa **80**
3.7 Conclusão do Capítulo **82**

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS **83**
4.1 Caracterização da Empresa – estudo de caso **83**
4.2 Fluxo de Produção **84**
4.3 Caracterização dos Sistemas de Planejamento e Controle de Produção **86**
4.4 O PCP da Empresa **88**
4.4.1 Planejamento e Programação 94
4.4.2 Operacional 97
4.4.3 Fluxo de Informações 99
4.5 Caracterização Geral dos Pátios de Bobinas **104**
4.6 O Pátio – caso atual **109**
4.7 Possibilidades de Rearrumação das Bobinas **118**
4.7.1 Cenário 1: Armazenamento em uma Camada com Alocação Aleatória de Bobinas Recebidas 120
4.7.2 Cenário 2: Armazenamento em duas Camadas com Agrupamento de Bobinas por Família (cliente, modal) 124
4.7.3 Cenário 3: Armazenamento em três Camadas com Agrupamento de Bobinas por Família (cliente, modal) e Área Segregada para Despacho Rodoviário 129

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES **134**
5.1 Recomendações e Sugestões **139**

REFERÊNCIAS **141**

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O atual cenário de intensa competitividade entre as empresas, principalmente no setor siderúrgico onde o aço sendo uma commodity tem o preço controlado pelo mercado internacional, leva estas empresas a reexaminarem suas estratégias de gerenciamento de materiais, sistemas e métodos de produção de modo a aperfeiçoarem os processos visando melhoria na qualidade e redução de custos de seus produtos. Neste contexto, a logística interna de produtos enquadra-se como um processo de planejamento, implementação e controle efetivo do fluxo e armazenagem de materiais.

1.1 Definição do Tema

Segundo Ballou (2006), armazenagem e manuseio de materiais são componentes imprescindíveis do conjunto de atividades logísticas de uma empresa, sendo que seus custos podem absorver até 40% dos custos totais das despesas logísticas. Uma correta administração desses processos tende a proporcionar uma considerável redução dos custos gerados pela manufatura do produto, bem como um significativo aumento da qualidade dos produtos e suas partes constituintes. Logo a distribuição física adequada dos produtos aos clientes finais ou aos centros de distribuição depende da eficiência dos processos de armazenagem interna e manuseio com procedimentos corretos de recebimento, estocagem, movimentação e despacho.

Há um consenso entre os autores de que não movimentar materiais é a melhor opção, mas que na prática das empresas nem todas as operações conseguem eliminar as movimentações. Logo, busca-se movimentar menos e conforme destaca Mendonça (2011) o fluxo de movimentação de materiais dentro das empresas é uma questão que pode ser considerado como um fator de diferencial competitivo, quando bem administrado, podendo reduzir custos de processo e gerar ganhos de produtividade dentro de um processo de manufatura enxuta; os movimentos e manuseios desnecessários de produtos, geram perda de tempo, qualidade e produtividade.

Para Ballou (2006) como é impossível conhecer adequadamente a demanda futura e os suprimentos nem sempre estão disponíveis no momento desejado, deve-se manter estoque para assegurar a disponibilidade dos produtos e minimizar os custos totais de produção e distribuição. Uma vez que a manutenção de estoques nas diversas fases de produção é necessária, a administração de estoques deve trabalhar para minimizar este capital investido.

Estratégias são normalmente desenvolvidas pelo sistema de planejamento e controle de produção (PCP) e executadas pelos sistemas de otimização do processo das plantas de produção. A natureza do planejamento e controle muda em função do tempo, podendo ser de longo, médio e curto prazo.

No longo prazo, os gerentes de produção fazem planos relativos ao que eles pretendem fazer, que recursos eles precisam e quais objetivos eles esperam atingir. No médio prazo estão preocupados em mais detalhes (e replanejar, se necessário). Eles olham para frente para avaliar a demanda global que a operação deve atingir de forma parcialmente desagregada. No curto prazo, muitos dos recursos terão sido definidos e será difícil fazer mudanças de grande escala nos recursos. Todavia, intervenções em curto prazo são possíveis se as coisas não correm conforme os planos. Nesse estágio, a demanda será avaliada de forma totalmente desagregada (SLACK et al., 2009).

No caso de processo de movimentação e armazenagem de materiais as estratégias são desenvolvidas principalmente no planejamento de médio e curto prazo. No médio prazo consegue-se por um lado planejar a produção com mais certeza e por outro lado o despacho de produtos acabados. No curto prazo são realizados os ajustes possíveis em função da demanda real dos produtos.

Para Zorzin (2011), um armazém bem estruturado e com o layout definido de forma coerente trará reduções significativas nos custos operacionais e agilidade nos processos. Se o layout do depósito estiver adequado aos produtos que serão comercializados, ele pode reduzir significativamente o número de movimentações que necessitam ser feitas dentro do depósito.

A movimentação de materiais é um elemento da atividade de controle. Esta concepção de administração define a movimentação como o controle de materiais no tempo e espaço. Desta forma, segundo Moura (1997) "a armazenagem controla e

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

protege os materiais e os equipamentos de movimentação controlam e movimentam os materiais" e ainda afirma que "a eficiência da movimentação de materiais depende do formato, do tamanho e de como as mercadorias são estocadas".

A armazenagem e movimentação em geral são problemas enfrentados por todas as empresas, pois refletem em geração de custos dos produtos quando se deseja alcançar níveis de eficiência e eficácia junto aos clientes. Segundo Vieira et al. (2008) a armazenagem de materiais tem passado por diversas transformações nos últimos anos refletindo na adoção de novos sistemas de informação aplicados à gestão da armazenagem, em sistemas automáticos de movimentação e separação de produtos e até mesmo na revisão do conceito do armazém como uma instalação com a principal finalidade de estocar produtos visando sempre o melhor atendimento ao cliente no prazo e qualidade desejados com o menor custo.

No mundo das siderúrgicas o grande desafio é sincronizar plano de produção com plano de despacho, pois segundo Souza (2008) existe interesses distintos e objetivos conflitantes entre estas áreas sendo necessária a estocagem de produtos em pátios. Desta forma é fundamental uma boa gestão de armazenagem de produtos.

Para avaliar a melhor forma de atender este objetivo a técnica de construção de cenários é utilizada para o propósito deste trabalho.

Em face da importância do assunto esta dissertação se propôs analisar a movimentação e a armazenagem de bobinas laminadas a quente em pátios de despacho através da técnica de construção de cenários.

1.2 O Problema de Pesquisa

Historicamente, a siderurgia surgiu como conseqüência da refinação do ferro ocorrida no século XVIII. Os métodos de refino foram se modernizando até a utilização do ferro para construção de equipamentos e, maciçamente, com a construção das estradas de ferro durante a segunda metade do século XIX.

São três estágios distintos que compõe a história moderna da siderurgia mundial: o primeiro, desde o período pós Segunda Grande Guerra, até a década de 70, caracterizado por um desenvolvimento industrial acelerado visando a reconstrução dos

países destruídos. Nessa fase a indústria siderúrgica mundial era predominantemente estatal. O segundo período, que vai de 1970 até 1985, é caracterizado por estagnação industrial e desaceleração econômica sem grandes avanços e melhorias do processo industrial. A partir do final dos anos 80, o setor siderúrgico mundial inicia um período marcado por profunda reestruturação, privatização e renovação do parque industrial, caracterizando a atual e terceira fase do setor (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2010).

O setor siderúrgico é fundamental para o desenvolvimento de qualquer sociedade industrializada. A sociedade que deseja progredir, certamente consumirá produtos siderúrgicos e se puder fabricá-los, a custos competitivos, terá vantagem em relação a outras economias. Além disso, esse setor faz parte de importante cadeia de valor, gera impactos para trás e para frente, gerando renda e emprego. Dentre os principais segmentos que têm o aço como insumo básico, se destacam; Automobilístico; Autopeças; Construção Civil; Embalagens; Eletro-Eletrônico; Utilidades Domésticas; Agrícola; Petrolífero; Naval; Transporte e Bens de Capital (RIZZO, 2005).

Assim o setor siderúrgico é estratégico para o desenvolvimento da nação, e seu efeito multiplicador influencia toda a cadeia produtiva dos mais diversos setores da economia, citados entre outros, por Andrade et al. (2001). O setor siderúrgico brasileiro é hoje um dos principais setores da economia brasileira e contribui de forma expressiva no superávit da balança comercial brasileira.

Seguindo uma tendência cada vez mais forte no decorrer dos anos, atualmente 71% do setor possuem políticas formais para orientar o relacionamento da empresa com a comunidade. A ação das empresas vai além dos requisitos legais, compreendendo, inclusive, consultas públicas às comunidades, monitoramento de aspectos ambientais por estações e estudos com especialistas. As empresas associadas identificaram como impactos positivos de suas atividades a geração de empregos diretos e indiretos, o desenvolvimento econômico das regiões onde estão inseridas e ações sociais que promovam um incremento na qualidade de vida das comunidades, além do pagamento de tributos locais.

Como impactos negativos, há a emissão de poeira, gases, ruídos, o aumento do tráfego de veículos, os impactos sobre o solo e a mudança da dinâmica social local com outras indústrias. O número total de colaboradores diretos e terceirizados, ao final de

2008, foi de 119.061 pessoas sendo o efetivo próprio com 70.411 o efetivo terceirizado com 48.650. A política de recrutamento e seleção prioriza a contratação de profissionais nas comunidades locais próximos as indústrias, utilizando canais como centrais de emprego, escolas técnicas, universidades e consultorias de recrutamento e seleção, de forma a promover o desenvolvimento destas regiões (INSTITUTO AÇO BRASIL - Relatório de Sustentabilidade, 2008).

Considerando a dimensão de uma usina siderúrgica, o manuseio de elevadas quantidades de matérias-primas, materiais em processo e produto acabados em suas diversas unidades operacionais, requer que o controle dos custos de manuseio e manutenção de estoques seja de fundamental importância para a perpetuação do negócio. Neste trabalho se estudou somente o fluxo de produto após sua saída da linha de produção de bobinas a quente com foco em movimentação e armazenagem em pátios até serem enviados aos clientes.

Para Bragança et al. (2005) nos pátios a serem estudados o processo de recebimento, armazenagem e despacho de bobinas está associado a diversas restrições que podem estar relacionadas entre si ou não, que dependem da característica de cada pátio, da informação do material, do fluxo de entrada e saída e da característica dos clientes/destinos. Estas regras estão definidas em padrões internos das áreas de PCP e logística. Associado às dificuldades internas de cada pátio o número de pátios existentes distribuídos pela planta industrial aumenta o esforço no sentido de garantir ocupação adequada dos mesmos.

Segundo Bittencourt et al. (2009) os pátios de bobinas semi-acabadas e acabadas são espaços físicos cobertos ou abertos, com recursos para recebimento, movimentação e armazenagem onde as bobinas de aço ficam estocadas até serem despachadas para os clientes. O fluxo de entrada e saída de materiais é intenso requerendo grandes esforços para evitar ocupação indevida de espaço, movimentação excessiva de equipamentos e perda de rastreabilidade de bobinas.

Em função do volume de bobinas movimentado entre pátios o fluxo de carretas é intenso necessitando de uma política constante de empresas contratadas para o transporte, controle de trânsito, manutenção de vias e segurança interna da usina.

A empresa estudo de caso vem investindo no aumento de produção de bobinas

a quente, e em 2008 implantou o projeto de expansão para 4Mton/ano com perspectivas de alcançar este patamar durante o ano seguinte, o que foi afetado pela crise econômica financeira mundial. Na Tabela 1 é apresentado informações de produção retirada dos sistemas internos de produção.

Tabela 1 - Histórico de produção de bobinas a quente

Dados de produção de bobinas a quente									
Ano		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 (*)
Dados	Unidade								
Volume	mil ton	1.943	2.341	2.709	2.825	2.509	2.586	3.278	4.000
Quantidade	Unidade	84185	100198	113798	115899	102518	108887	133894	166667
Peso médio	ton	23	23	24	24	24	24	24	24

(*) Projeção

Fonte: Sistemas de produção da empresa (2011).

Conforme apresentado na Tabela 1 o crescente volume de bobinas produzidas nos últimos 7 anos com plano de atingir o patamar desejado no ano de 2011. Este crescente volume de produção requer aumento de produtividade nos pátios para não comprometer o fluxo de bobinas entre pátios e internamente aos mesmos.

Também com o volume de bobinas movimentado internamente aos pátios e limitação de áreas de armazenagem, inventários freqüentes são realizados para reduzir o risco de despacho de bobinas erradas para clientes. Ainda, realocações freqüentes de bobinas são realizadas causando movimentações excessivas das pontes rolantes e empilhadeiras. Com isso, pode aumentar o custo de armazenagem refletindo no custo final do produto.

Para minimizar tais problemas, o sistema de PCP deve atuar planejando todas as etapas de produção, movimentação, armazenagem e distribuição do material produzido envolvendo as áreas de planejamento, logística e operacional.

Como atualmente as empresas do ramo siderúrgico se equiparam em qualidade de produtos, o grande diferencial tem sido a entrega dos pedidos na data requerida, qualidade requerida e no menor tempo.

A partir dessas considerações, foi formulado o problema de pesquisa desse trabalho: *Como avaliar os melhores cenários de movimentação e armazenagem de bobinas planas laminadas a quente em um pátio de despacho de uma siderúrgica de forma a ter um melhor aproveitamento da capacidade do pátio e atender ao ritmo de produção e despacho desejado?*

1.3 Justificativa da Pesquisa

Este trabalho apresenta uma contribuição teórica e prática. A contribuição teórica é evidenciada a partir da discussão que se faz na logística interna de produtos de uma empresa através de análise de técnicas de movimentação e armazenagem aplicadas em pátios de bobinas.

Para Vieira (2008) a armazenagem foi durante anos relegada a locais inadequados, pois não se pensava em armazenagem como estratégia logística. Mas com o passar do tempo, verificou-se que estes locais ocasionavam um alto custo para as organizações. Desta forma a armazenagem tornou-se uma estratégia das empresas para reduzir o custo dos produtos. Afirma ainda que a otimização dos espaços no armazém é outro tema preocupante, sendo que para utilizar ao máximo a sua capacidade de armazenagem deve ter ferramentas e estratégias que facilitem a estocagem e localização do produto.

Segundo atamanczuk (2009) no planejamento de um sistema de armazenagem deve-se considerar o dimensionamento dos espaços físicos, os tipos de equipamentos utilizados para guardar produtos, a facilidade que pode ser gerada para o sistema de movimentação devido a disposição dos itens no armazém, além de áreas de recebimento e separação de produtos. Desta forma a adequada distribuição dos corredores, o aproveitamento adequado dos espaços de armazenagem e o correto posicionamento dos itens podem proporcionar maior eficiência nas atividades de movimentação.

Carvalho et al. (2008) discutiu em seu estudo de "Desenvolvimento de uma Metodologia para o Problema de Localização de Produtos em um Armazém de Produtos Acabados" conflitos na armazenagem de produtos devido a diferença na relação entre a produção e o despacho, ambos priorizando a produtividade de suas respectivas áreas, configurando desta forma o armazém com uma espécie de "zona neutra" ou "pulmão" exigindo esforço no armazenamento e movimentação dos produtos de forma a proporcionar o nível de serviço adequado ao cliente.

A contribuição prática do trabalho está voltada para dentro das empresas sejam aquelas envolvidas com projetos de aumento de produção pelo fato de que o aumento

de áreas de armazenamento representa um investimento significativo, seja aquelas que têm em seus armazéns problemas de armazenagem e movimentação pelo fato de poderem estar onerando o custo do produto final. Em ambos os casos o problema poderá ser contingenciado através da utilização de técnicas que maximize os recursos disponíveis com base nas informações previamente conhecidas do processo (programações de recebimento, características gerais do material a ser armazenadas, programações de despacho e características específicas de cada pátio).

A empresa ambiente desta pesquisa vem aumentando sua produção de bobinas desde seu início de operação em 2002 através de melhorias internas no processo e mais recentemente com investimento em novos equipamentos com perspectiva de um incremento de 22% para o ano de 2011 em relação ao ano de 2010, atingindo a capacidade instalada conforme mostrado na Tabela 1.

Para o ano base 2010, do total produzido 48,2% foram processadas em linhas de acabamento onde as bobinas foram divididas gerando um volume adicional de 67,6% de bobinas com peso médio de 14Ton. O estudo 'Necessidade de Investimento para Pátios de Despacho de BQ's - Plano 4,0 M/ta' realizado internamente pela área de logística em 2008 com base em dados médios de 12 meses indicava a necessidade de investimento em novas áreas de armazenagem para atendimento ao novo plano de produção.

Pesquisas realizadas nas principais entidades de ensino e periódicos nacionais mostram que o tema armazenagem e movimentação de materiais em armazéns vêm sendo estudados mais recentemente com foco em redução de custo e aumento de produtividade e associados a cadeias de suprimentos principalmente em armazéns de centros de distribuição e portos onde ocorre a movimentação de diversos e variados tipos de produtos. Verifica-se, entretanto uma carência de pesquisas quando se trata de produtos acabados específicos de grande volume e quantidade em empresas de grande porte, especialmente em siderurgia. De acordo com o Instituto Aço Brasil (2011) a capacidade instalada de produção de aço vem aumentando a cada ano com investimentos de US$15,5Bilhões de 2005 a 2009 para atendimento a crescente demanda interna brasileira.

Diante do exposto verifica-se ser de vital importância para as indústrias e em especial para as usinas siderúrgicas uma gestão eficiente de seus pátios de produtos acabados. Pelas suas características específicas torna-se um relevante caso de estudo, podendo contribuir para o desenvolvimento do conhecimento científico, embora não se tenha a pretensão de esgotar as discussões sobre o assunto, e ser utilizado por outros pesquisadores para a continuidade e aprofundamento dos estudos sobre o assunto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Descrever a movimentação e armazenagem em pátios de despacho de bobinas planas laminadas a quente de uma siderúrgica através da técnica de cenários de forma a ter um melhor aproveitamento da capacidade do pátio e atendendo ao ritmo de produção e despacho desejado.

1.4.2 Objetivos Específicos

a) Rastrear os tipos de movimentação e armazenagem de materiais disponíveis na literatura.
b) Descrever o processo de movimentação e armazenagem de bobinas na siderúrgica objeto de estudo.
c) Identificar fatores que dificultam a movimentação e armazenagem de bobinas.
d) Criar e avaliar três cenários de movimentação e armazenagem de bobinas.

1.5 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos, onde no Capítulo 1, faz-se uma introdução, contextualizando o problema, com a definição do tema que se pretende analisar, o problema da pesquisa e sua importância, justificativas do estudo, os objetivos gerais e específicos, assim como a estruturação do trabalho.

No Capítulo 2 é desenvolvida a revisão bibliográfica onde se pretende embasar teoricamente o estudo. Inicia-se com uma revisão da literatura sobre sistemas de produção, de programação e controle de produção, programação da produção, administração de materiais, arranjo físico e destacando-se a armazenagem e movimentação de materiais. Finalizando com a conceituação básica sobre a Siderurgia e seu processo produtivo.

No Capítulo 3 apresenta-se a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho, sua classificação quanto ao tipo de pesquisa, apresentação dos limites do estudo de caso e definição das variáveis da pesquisa. Em seguida é realizada a descrição da coleta, tratamento dos dados e concluindo com o roteiro da pesquisa.

O Capítulo 4 faz a apresentação da empresa estudo de caso, demonstrando seu fluxo e estratégias de produção, as características básicas de sua área de PCP e logística interna de produtos e o detalhamento das estratégias atuais de utilização dos pátios internos de bobinas. Por fim, através de diferentes cenários de utilização do pátio, são realizadas análises e discussões acerca de movimentação e armazenagem de bobinas.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões do estudo de caso com uma avaliação comparativa entre os cenários analisados e as recomendações sugeridas para os trabalhos futuros.

1.6 Conclusão do Capítulo

A movimentação de materiais em grandes plantas siderúrgicas representa um custo relativamente alto exigindo dos responsáveis constante atenção para que suas áreas de PCP, logística e produção atuem em sincronismo de modo a reduzir o impacto no custo do produto acabado. Desta forma a gestão de movimentação e armazenagem em pátios desde o recebimento de matérias primas até o despacho de produtos acabados deve ser sempre prioridade da empresa.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

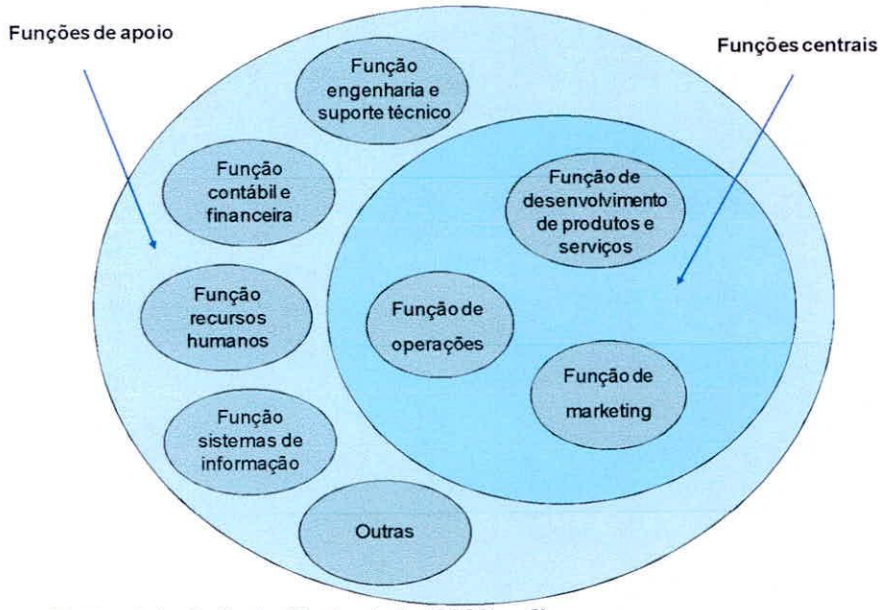
Este capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre os temas da pesquisa que serão discutidos no trabalho, iniciando pela discussão de conceitos e técnicas disponíveis relativos planejamento, programação e controle da produção, arranjo físico e movimentação e armazenagem de materiais, passando por uma breve introdução ao processo siderúrgico e finalizando com uma avaliação da relação entre os assuntos discutidos.

2.1 Sistemas de Produção

Antes de se falar em planejar a produção é necessário conceituar ou definir a produção. Moreira (2004) define Sistema de Produção, de uma forma abrangente, como sendo um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso das indústrias) e serviços, sendo também, uma entidade abstrata, porém extremamente útil para dar uma idéia de totalidade, que é conveniente para a apresentação de inúmeros conceitos em administração da produção e operações. São constituídos de insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e os subsistemas de controle.

A abrangência do sistema de produção pode variar entre as organizações sendo o mais comumente utilizado como três sub-sistemas centrais (marketing, produção e desenvolvimento) interagindo com os demais sub-sistemas da organização, conforme descreve Slack et al. (2009) e representado na Figura 1.

Figura 1 - Funções centrais e de apoio de uma organização



Fonte: Adaptado de Slack et al.. (2009, p.6).

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

Sendo que a função de produção ou operações apresentado na Figura 1 não compreende apenas as operações de fabricação e manufatura de produtos, mas também as atividades de obtenção de matéria-prima, fluxo de materiais ao longo da linha de produção, armazenagem e movimentação de produtos semi-acabados e acabados e entrega aos clientes e está totalmente relacionada às áreas de PCP e logística.

2.1.1 Planejamento e Controle da Produção

Em um sistema produtivo, toda vez que são formulados objetivos, é necessário formular planos de como atingi-los, organizar recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios. No âmbito da administração da produção, este processo é realizado pela função de Planejamento e Controle da Produção. Por isso dentro da organização o PCP tem interface direta ou indiretamente com as diversas áreas do sistema produtivo de forma a obter as informações necessárias a sua atividade.

> A função de Planejamento e Controle da Produção (PCP) pode ser definida como um conjunto de atividades de decisão visando determinar e sincronizar datas e tempos de fabricação de produtos, otimizando a utilização de recursos segundo vários critérios e restrições de uma empresa, para o atendimento a demanda. Mudanças no comportamento dos clientes e o aumento do nível de competição tem levado a uma diminuição do ciclo de vida dos produtos, aumento da diversificação, qualidade e complexidade desses produtos, além da busca de menores custos e prazos de atendimento (CAMPOS; CARVALHO; ROSÁRIO, 1999).

Segundo Tubino (2007), o planejamento e controle das atividades de um sistema de produção são divididos em três níveis hierárquicos, a saber: o nível estratégico, onde são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, como previsão de vendas de longo prazo e de aumento de capacidade de produção. O nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção onde são verificados a previsão de venda de médio prazo e o planejamento da capacidade para atendimento a demanda. E o nível operacional, onde são preparados os programas de curto prazo de produção para atendimento aos pedidos e realizado o acompanhamento dos mesmos Se desvios forem identificados serão realizadas intervenções para correções do plano.

O PCP participa das atividades nos três níveis sendo no nível estratégico formulando o Planejamento Estratégico de Produção e gerando o Plano de Produção, no nível tático desenvolvendo o Planejamento Mestre da Produção, obtendo o Plano Mestre de Produção (PMP) e no nível operacional preparando a Programação da Produção, administrando estoques, sequenciando, emitindo e liberando as ordens de compras, fabricação e montagem, além de executar o acompanhamento e controle da produção.

Almeida Júnior (2009) salienta que "a fronteira que delimita estes níveis pode ser flexível o bastante a ponto de dificultar o posicionamento exato em certo momento, porém, é importante salientar que cada um dos três níveis tem suas próprias características, responsabilidades e colaboram para que a organização atinja seus objetivos".

Em um cenário atual onde mudanças ocorrem rapidamente alterando as tendências do mercado em boa parte causada pela globalização dos negócios e pelo desenvolvimento das comunicações, desafiam as empresas a terem agilidade em mudanças de seus processos industriais. Para Harjunkoski et al. (2009) estas

mudanças requerem alterações drásticas em seu planejamento estratégico e duas importantes palavras chave são flexibilidade e disponibilidade de informações. Mas estas palavras chave causam preocupação a todos os níveis do ambiente produtivo: marketing, compras, planejamento, programação e controle de processo, pois muitas empresas não são capazes de se adequarem com tanta rapidez. Neste cenário cabe ao PCP estar integrado às diversas áreas da empresa coordenando ações nos três níveis hierárquicos.

Um suprimento confiável requer disponibilidade de todos os recursos transformados e em transformação. Caso algum faltar provavelmente o suprimento não ocorra no prazo esperado. O mesmo ocorre com a demanda cujo planejamento depende do horizonte de tempo para o qual são feitas. Conceitua-se demanda dependente aquela que pode ser planejada antecipadamente com alto grau de precisão, por exemplo, uma carteira de pedidos para um horizonte de três meses. Já demanda independente aquela que apresenta um grau de incerteza com relação à previsibilidade de consumo e, portanto de pedidos.

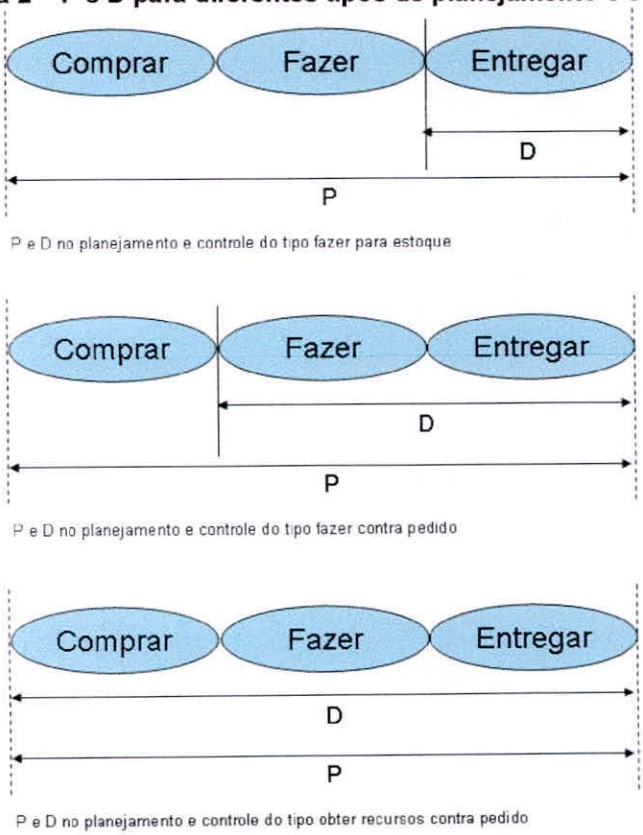
Para atender a esta incerteza Slack et al. (2009) ilustra três diferentes tipos de planejamento e controle:

- O tipo obter recurso contra pedido (*resource-to-order*), onde uma operação somente vai começar o processo de produção de bens ou serviços quando for necessário, ou seja, a entrada do pedido firme aciona as atividades de planejamento e controle para organizar sua produção a partir da aquisição dos recursos necessários de pessoal e equipamentos.
- O tipo fazer contra pedido (*make-to-order*), onde as operações são confiantes da natureza da demanda mantendo em estoque a maior parte dos recursos necessários, sejam eles transformadores e a serem transformados, mas somente vai iniciar a execução contra um pedido firme do consumidor.
- O tipo fazer para estoque (*make-to-stock*), onde as operações produzem bens ou serviços para estoque com antecedência em relação a qualquer pedido firme.

Outra forma de diferenciar estratégias de planejamento e controle é através da chamada razão P:D, onde D é o tempo de demanda, ou seja, tempo desde o

consumidor pedir o produto até recebê-lo e P é o tempo de processo, ou seja, o tempo que a operação leva para obter os recursos, produzir e entregar o produto, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – P e D para diferentes tipos de planejamento e controle



Fonte: Adaptado de Slack et al. (2009, p.290).

O primeiro caso caracteriza o tipo fazer para estoque, pois quando a demanda ocorre o produto já está pronto para entrega. O segundo caso caracteriza o tipo fazer contra pedido, pois quando a demanda ocorre os recursos principais já foram obtidos devendo produzir e entregar o produto. O terceiro caso caracteriza o tipo obter recurso contra pedido, pois quando a demanda ocorre é necessário a obtenção dos recursos, a produção e entrega do produto.

Conforme Francisqueto (2007) em função da característica de seus produtos normalmente as empresas siderúrgicas de aços planos seguem o planejamento do tipo *make-to-order, pois* os bens são fabricados segundo especificações de cliente, o cliente aceita esperar até que a encomenda seja fabricada, o produto tem altos custos de

fabricação e armazenagem e muitas variações dos produtos são oferecidas. Afirma que o PCP deve coordenar as áreas centrais e de apoio de um sistema produtivo de forma a ter um plano total exeqüível expresso no plano de produção, sendo que as áreas centrais devem trabalhar juntas revisando semanalmente ou diariamente o plano de produção, modificando ou cancelando encomendas, ajustando datas de entregas e priorizando produção de determinados clientes.

2.1.2 Programação da Produção

De acordo com Tubino (2007), com base no Plano Mestre de Produção (PMP) a programação da produção está encarregada de definir quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário a composição dos produtos acabados propostos pelo plano. Assim, a programação da produção é a primeira dentro do nível operacional de curto prazo a fazer com que as atividades produtivas sejam disparadas, através da execução das funções de administração de estoques, sequenciamento e emissão de ordens.

Na função de gerenciamento da produção a atividade de programação é uma das mais complexas, pois os programadores têm que lidar com diversos tipos diferentes de recursos simultaneamente, pois as máquinas terão diferentes capacidades e capacitação e o pessoal diferentes habilidades. Além disso, tarefa de programação tem que ser repetida frequentemente para permitir resposta as variações de mercado e as mudanças no mix de produtos.

Conforme apresentado por Moreira (2004), os objetivos da programação da produção são os seguintes:

a) Permitir que os produtos tenham a qualidade especificada.

b) Fazer com que máquinas e pessoas operem com os níveis desejados de produtividade.

c) Reduzir os estoques e os custos operacionais.

d) Manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

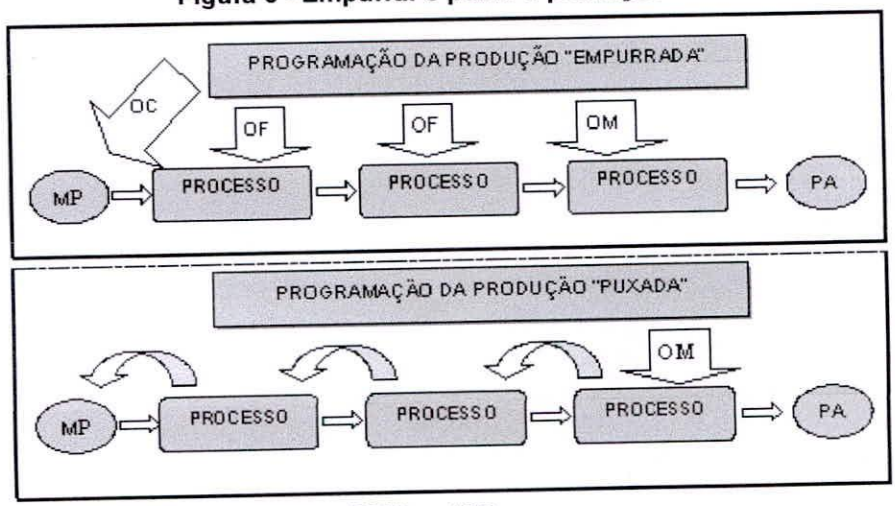
Estes objetivos dificilmente serão atendidos simultaneamente, pois programar a produção em atividades industriais envolve primeiramente o processo de distribuir as

operações necessárias pelos diversos centros de trabalho, também chamado de *alocação de carga* ou *carregamento*. O carregamento pode ser *finito*, onde somente é alocado trabalho a um centro até um limite estabelecido. Ele é relevante para operações em que - é possível limitar a carga ou é necessário limitar a carga ou o custo de limitação da carga não é proibitivo. E pode ser *infinito*, onde não se limita a aceitação do trabalho, mas tenta se corresponder a ele. Ele é relevante para operações em que – não é possível limitar o carregamento ou não é necessário limitar o carregamento ou o custo de limitação da carga é proibitivo.

Segundo, dado que diferentes operações podem aguardar processamento num dado centro, a programação da produção também envolve o processo de determinar a ordem nas quais essas operações serão realizadas, também chamadas *sequenciamento de tarefas*.

Antes de se passar à apresentação das atividades que compõem a programação da produção é importante entender o conceito de "*puxar*" e de "*empurrar*" a produção, para as atividades de curto prazo do PCP.

Figura 3 - Empurrar e puxar a produção



Fonte: Adaptado de Tubino (2000. p 105).

Como mostrado na Figura 3, programação *empurrada* ou *para frente* significa que periodicamente deve ser elaborado um programa de produção completo, desde a compra de matéria prima até a montagem do produto acabado, transmitindo aos setores operacionais através da emissão de ordens de compra, fabricação e montagem,

com vistas a atender ao PMP. Já a programação *puxada* ou *para trás* significa não iniciar a produção até que o cliente de seu processo solicite a produção de um determinado item. Neste caso, a programação da produção usa as informações do PMP para emitir ordens apenas para o último estágio do processo produtivo, assim como para dimensionar a quantidade de estoques em processo para os demais setores. À medida que o cliente de um processo necessita de itens, ele recorre aos estoques do fornecedor, acionando diretamente este processo para que itens consumidos sejam fabricados e reponham os estoques (TUBINO, 2000).

Para Slack et al. (2009), a escolha entre programação para frente ou para trás depende das circunstâncias e lista algumas vantagens e desvantagens das duas abordagens.

Quadro 1 - As vantagens da programação para frente e para trás

Vantagens da programação para frente	Vantagens da programação para a trás
Alta utilização do pessoal – os trabalhadores sempre começam a trabalhar para manter-se ocupados	Custos mais baixos com materiais – os materiais não são usados até que eles o tenham que ser, retardando assim o agregar valor até o último momento
Flexível – as folgas de tempo no sistema permitem que trabalho inesperado seja programado	Menos exposto a risco de mudança de programação pelo consumidor
	Tende a focar a operação nas datas prometidas ao consumidor

Fonte: Adaptado de Slack et al.. (2009, p.299).

2.1.3 Sequenciamento

Num ambiente de produção, podemos considerar a palavra sequenciamento como uma continuação ou sucessão de passes de produção ou operações. Conforme apresentado por Arnold (1999, p. 193), o sequenciamento de operações é uma técnica de planejamento em curto prazo de trabalhos reais a serem operados em cada centro de trabalho com base na capacidade e nas prioridades, onde as prioridades, nesse caso, é a capacidade em que os trabalhos devem ser operados num centro de trabalho.

Tubino (2000) faz uma ampla abordagem sobre o assunto discutindo a forma de programação da produção na seguinte classificação dos sistemas produtivos pelo tipo de operações:

- Sequenciamento nos processos contínuos

  O sequenciamento nos processos contínuos privilegia a velocidade do fluxo que será dada ao sistema produtivo para atender à determinada demanda estabelecida no PMP. São empregados para produtos que não podem ser identificados individualmente, com alta uniformidade na produção e demanda, onde os produtos e os processos produtivos são totalmente dependentes e propõe à produção de poucos itens, normalmente um por instalação. Caso mais de um produto seja produzido na mesma instalação, procura-se atender o PMP com lotes únicos de cada item, devido ao alto custo dos equipamentos produtivos.

  Em processos contínuos, a preocupação maior no atendimento de uma programação da produção concentra-se no fluxo de chegada de matérias primas e na manutenção das instalações produtivas, como forma de garantir que o sistema produtivo não pare por qualquer problema em um destes dois pontos.

- Sequenciamento nos processos repetitivos em massa

  O sequenciamento nos processos repetitivos em massa é empregado na produção em grande escala de produtos altamente padronizados e identificáveis individualmente, como, por exemplo, os processos produtivos de automóveis, eletrodomésticos etc. Geralmente, a montagem de processos repetitivos em massa exige produtos com demandas grandes e estáveis, com poucas alterações de curto prazo em seus projetos, permitindo a montagem de instalações altamente especializadas e pouco flexíveis, que serão amortizadas com longos períodos de produção. Nestes sistemas produtivos, procura-se trabalhar com o máximo de padronização dos itens componentes, sendo diferenciados os produtos apenas na composição da montagem final, garantindo uma alta taxa de produção e custos baixos.

  O trabalho da programação da produção nos processos repetitivos em massa consiste em buscar um ritmo equilibrado entre os vários postos de trabalho, principalmente nas linhas de montagem, conhecido como "balanceamento" de

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

linha, de forma a atender economicamente uma taxa de demanda, expressa em termos de "tempo de ciclo" de trabalho.

- Sequenciamento nos processos repetitivos em lotes

  O sequenciamento nos processos repetitivos em lotes caracteriza-se pela produção de um volume médio de itens padronizados em lotes, onde cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores sejam concluídas. São relativamente flexíveis, empregando equipamentos menos especializados, que permitem, em conjunto com funcionários polivalentes, atender a diferentes volumes e variedades de pedidos dos clientes.

  A questão do sequenciamento nos processos repetitivos em lotes pode ser analisada sob dois aspectos: a escolha da ordem a ser processada dentre uma lista de ordens (decisão 1) e a escolha do recurso a ser usado dentre uma lista de recursos disponíveis (decisão 2).

  A primeira decisão se resume ao estabelecimento de prioridades entre os diversos lotes de fabricação concorrente por um mesmo grupo de recursos, no sentido de atender a determinados objetivos. Conforme os objetivos que se pretendam atingir, regras de decisões diferentes podem ser utilizadas e esta decisão é crítica para o desempenho do sistema produtivo, pois, via de regra, a maior parcela do lead time de um produto fabricado em lotes compreende o tempo em que o lote deste produto espera nas filas dos recursos para ser trabalhado.

  A segunda decisão (do recurso a ser utilizado), na prática fica restrita a situações onde existem variações significativas no desempenho dos equipamentos, seja nos tempos de processamento ou de setup.

  As regras de sequenciamento mais empregadas na prática estão apresentadas no Quadro 2. Não existem regras de sequenciamento que sejam eficientes em todas as situações. A eficiência de uma regra dependerá da variedade dos lotes, dos tamanhos destes lotes e da participação relativa de cada tipo de peça.

Geralmente, a eficiência de um sequenciamento é medido em função do lead time médio, do atraso médio e do estoque em processo médio.

Quadro 2 - Regras de sequenciamento

Sigla	Especificação	Definições
PEPS	Primeira que entra primeira que sai	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso
MTP	Menor tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso
MDE	Menor data de entrega	Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega
IPI	Índice de prioridade	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto
ICR	Índice critico	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: (data de entrega – data atual) / tempo de processamento
IFO	Índice de folga	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: (data de entrega - Σ tempo de processo. restante) / n° de operações restantes
IFA	Índice de falta	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: quantidade em estoque / taxa de demanda

Fonte: Adaptado de Tubino (2000, p.157).

- Sequenciamento nos processos por projeto

  Os processos por projeto buscam atender a demanda específica de um determinado cliente, que muito provavelmente não se repetirá nos próximos pedidos. Desta forma, os recursos produtivos são temporariamente alocados a este produto. Sendo assim, os produtos são projetados em estreita ligação com as necessidades dos clientes, dificultando a padronização das operações e das instalações e equipamentos.

  Nestes processos, a principal questão a ser resolvida pelo PCP, em particular pelos sequenciamento das tarefas, está ligada a alocação dos recursos disponíveis no sentido de garantir a data de conclusão do projeto. Desta forma, o PCP de processos por projeto busca sequenciar as diferentes atividades do projeto, de forma que cada uma delas tenha seu início e conclusão vinculada com as demais atividades que estarão ocorrendo em seqüência e/ou paralelo com a mesma. A técnica mais utilizada para planejar,

> sequenciar e acompanhar projetos é a técnica conhecida como PERT/CPM.
> As técnicas do caminho crítico, PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o CPM (*Critical Path Method*), são duas técnicas de soluções semelhantes, desenvolvidas independentemente na década de 50 nos Estados Unidos, que buscam solucionar problemas de PCP em projetos de grande porte.
> Estas técnicas permitem aos administradores do projeto (PCP), ter uma visão gráfica das atividades que compõem o projeto, estimar quanto tempo o projeto consumirá, visualizar as atividades críticas para o atendimento no prazo de conclusão do projeto e visualizar quanto tempo de folga se dispõe nas atividades não-críticas, o qual pode ser negociado no sentido de reduzir a aplicação de recursos e conseqüentemente custos.

O sequeciamento de produção em uma usina siderúrgica, principalmente após as áreas de lingotamento contínuo e laminação, tem sido um desafio para os especialistas de PCP apesar de existirem no mercado sistemas informatizados como os *AlphaPlanner* e *BetaPlanner* da *AI Systems* e o *Broner Hot Mill Scheduler da Broner Metals Solutions* que tentam modelar e seqüenciar a produção.

Por um lado o problema está na integração entre o lingotamento contínuo e o laminador de tiras a quente onde segundo Souza (2008) existe interesses distintos, ou seja, por terem diferentes restrições necessitam de modelos de programação diferentes sendo que seqüências de placas programadas para uma área pode não ser desejáveis ou ser impossível utilizar em outra área devido seus objetivos conflitantes.

Por outro lado o problema está entre a produção no laminador de tiras a quente e a logística de armazenagem e processos à frente onde os especialistas de PCP têm que estar atentos à capacidade dos pátios intermediários, o balanceamento das linhas de acabamento, a capacidade dos pátios finais de despacho e a programação de despacho. Neste caso também existe um conflito de interesses entre ritmo de produção e o ritmo de despacho pois os mesmos utilizam variáveis distintas em seus modelos.

Estes problemas são amenizados através de pátios de estocagem intermediários que funcionam como pulmão para produtos semi-acabados entre processos produtivos

e dos pátios de armazenagem que funcionam como pulmão para os produtos acabados que aguardam despacho. Para atingir os objetivos desta pesquisa serão descritos alguns conceitos de administração de materiais dentro de uma abordagem de logística interna.

2.2 Logística Interna

2.2.1 Administração de Materiais

Dentro de uma empresa os materiais precisam ser adequadamente administrados. As suas quantidades devem ser planejadas e controladas para que não haja faltas nem excessos. Principal função da administração de materiais é otimizar todos os seus recursos, buscando ter o material na quantidade certa, no local certo e no tempo certo à disposição dos órgãos que compõem o processo produtivo.

Por outro lado, para Nantes (2001) para se obter o máximo valor dos recursos, devem-se projetar processos eficientes e administrar sua operação para produzir bens da maneira mais econômica. Administrar operações significa planejar e controlar os recursos utilizados no processo: trabalho, capital e material, sendo que o melhor modo de a administração planejar e controlar são por meio de fluxo de materiais. O fluxo de materiais controla o desempenho do processo. Se o material correto, nas quantidades exatas, não estiver disponível no tempo preciso, o processo não poderá produzir o que deveria. Trabalho e maquinário seriam mal utilizados. A lucratividade e mesmo a existência da empresa seria ameaçada.

Portanto para o atendimento eficiente a qualquer sistema de produção é imprescindível a adequada gestão de materiais para a garantia do fluxo de materiais e informações desde o suprimento até distribuição do produto final.

Ballou (2006) define que:

> Logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável. O nível de serviço está relacionado à qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado.

Também denominada por alguns autores como Moura (1998), como logística interna, ou seja, entre unidades produtivas e setores internos à empresa, a logística empresarial pode ser definida como o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) através da organização e seus canais de marketing, de modo a poder maximizar a lucratividade e atendendo as exigências dos clientes.

Para o atingimento de objetivos logísticos de custo e nível de serviço são necessárias atividades de importância primária, também chamadas de atividades-chave que são:

- Transportes – está relacionado aos métodos de movimentar produtos. Os mais comuns são os modos rodoviário, ferroviário, aeroviário e hidroviário. A administração desta atividade geralmente envolve decidir-se quanto ao método, aos roteiros e a capacidade dos veículos a serem utilizados.
- Manutenção de estoques – os estoques agem como 'amortecedores' entre a oferta e a demanda. Enquanto o uso extensivo resulta em altos custos e a falta resulta em não atendimento adequado aos clientes. Por isso a administração desta atividade envolve manter seus níveis tão baixos quanto possível ao mesmo tempo que provendo a disponibilidade desejada pelos clientes.
- Processamento de pedidos – através desta atividade se inicia a movimentação de produtos e a entrega de serviços além de ser um elemento crítico em termos de tempo necessário para levar bens e serviços aos clientes.

Além destas há uma série de atividades de apoio que suportam as atividades primárias na contribuição da disponibilidade e condição física de bens e serviços:

- Armazenagem – refere-se a administração do espaço físico para manter estoques, tratando de problemas como localização, arranjo físico, dimensionamento de área, recebimento e recuperação de produtos.
- Manuseio de materiais - está associada a armazenagem e manutenção de estoques, ou seja, diz respeito a movimentação do produto no local de estocagem desde o recebimento até o despacho.
- Embalagem de proteção – está relacionado a movimentação de bens sem

danificá-los. Para isso é necessário um bom projeto de embalagem de forma a garantir movimentação sem quebras.

- Obtenção – é uma atividade que deixa o produto disponível para o sistema logístico, tratando de questões como a seleção de fontes de suprimento, das quantidades a serem adquiridas, da programação das compras e da forma pela qual o produto é comprado.
- Programação do produto – está relacionado com o fluxo de saída de produtos referindo-se primariamente às quantidades agregadas que devem ser produzidas e quando e onde devem ser fabricadas.
- Manutenção de informação – manter uma base de dados com informações são essenciais para o correto planejamento e controle logístico. São informações que apóiam a administração eficiente e efetiva das atividades primárias e de apoio.

Entre as principais funções da administração de materiais estão a gestão de estoque e a coordenação do fluxo de materiais ao longo do processo produtivo. Para Dias (1993), a função da administração de estoques é garantir o atendimento a produção e ao mesmo tempo o bom atendimento aos clientes além de minimizar o capital total investido em estoques. Sem estoque é impossível uma empresa trabalhar, pois ele funciona como amortecedor entre os vários estágios da produção até a venda final do produto. O objetivo, portanto, é otimizar o investimento em estoques, aumentando o uso eficiente dos meios internos da empresa, minimizando as necessidades de capital investido.

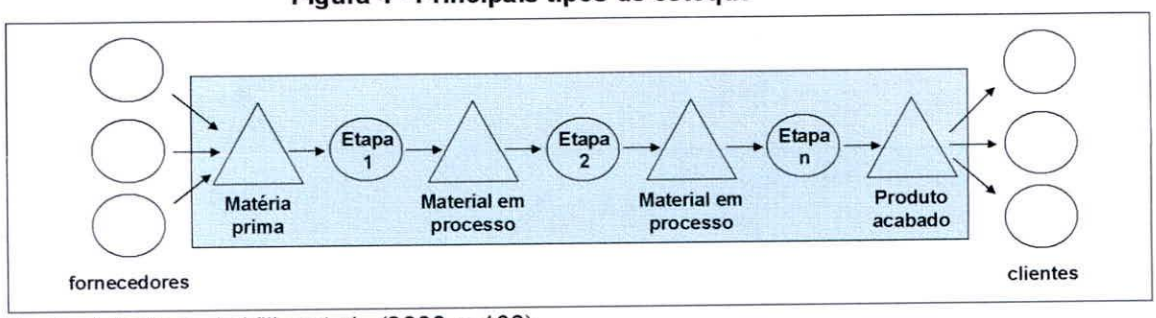
Segundo Villar et al.. (2008), os estoques estão distribuídos em todas as fases da cadeia produtiva conforme representado na Figura 4 e os principais tipos são:

- Estoque de matérias primas - que regula as taxas de suprimento dos fornecedores externos e do consumo no processo de transformação e seu consumo é proporcional ao volume de produção.
- Estoques de material semi-acabado ou em processo (WIP – *work in progress*) - que regulam possíveis diferenças entre etapas dentro do processo de transformação.
- Estoque de produtos acabados - que regulam a diferença entre a taxa de

produção do processo de transformação e a demanda do mercado. Para empresas que produzem sob encomenda esta número é muito baixo, enquanto que para empresas que produzem para estoque ocorre o contrário, pois os produtos foram fabricados antes a venda.

- Estoque de materiais auxiliares – que regulam o processo produtivo mantendo disponíveis esses materiais que não se agregam fisicamente ao produto, mas, são imprescindíveis ao seu funcionamento. Estes materiais têm a mesma importância que a matéria prima, geralmente utilizada para garantir a produção ininterrupta e para reduzir os tempos de parada por problemas operacionais e de manutenção.

Figura 4 - Principais tipos de estoque



Fonte: Adaptado de Villar et al.. (2008. p 138).

De acordo com Dias (1993) um método adequado para estocar matéria-prima, peças em processamento e produtos acabados permite diminuir os custos de operação, melhorar a qualidade dos produtos e acelerar o ritmo dos trabalhos, provocando uma diminuição nos acidentes de trabalho, redução nos desgastes nos equipamentos de movimentação e menor número de problemas de administração.

O principal cliente da administração de materiais é o sistema de operações, logo uma boa administração de materiais significa coordenar a movimentação de suprimentos para atendimento a área operacional e, por conseguinte as exigências de mercado. A distribuição final do produto acabado que normalmente atende a diversos clientes está associado a um ramo da logística interna que trata da movimentação, armazenagem e processamento de pedidos dos produtos acabados, sendo este um grande desafio de qualquer empresa, coordenar de forma eficiente o fluxo de produtos acabados de forma a reduzir os custos que tais atividades agregam ao produto final.

Conforme Atamanczuk (2009) esta atividade exige conhecimento dos aspectos operacionais da empresa antes de aplicação de qualquer conceito teórico.

Cabe neste momento definir termos que causam certa falta de entendimento. Os termos "armazenagem" e "estocagem" são freqüentemente usados para identificar atividades semelhantes. Mas podemos distinguir os dois, referindo-se à guarda de produtos acabados como "armazenagem" e à guarda de matérias-primas como "estocagem" em áreas denominadas instalações de armazenagem.

2.2.2 Arranjo Físico

O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos da instalação, ou de forma mais simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. Fazer o arranjo físico, também denominado *layout* por alguns autores, de uma instalação é planejar e integrar os caminhos dos componentes de um produto ou serviço de forma eficiente.

> *Layout* é a integração do fluxo típico de materiais da operação dos equipamentos de movimentação, combinado com as características que conferem maior produtividade ao elemento humano, isto para que a armazenagem de determinado produto se processe dentro do padrão máximo de economia e rendimento.
> O *layout* é uma proposição global inseparável em seus diversos elementos já que as melhorias das condições de operação em determinado setor pode ser completamente neutralizada se outro setor dependente não é beneficiado por esta ação. (DIAS, 1993, p. 137).

As decisões sobre arranjo físico visam apoiar a estratégia competitiva da operação. Para Corrêa et al. (2008) a decisão do arranjo físico pode afetar os níveis de eficiência e eficácia das operações. Logo um bom projeto de arranjo físico pode visar tanto eliminar atividades que não agregam valores como enfatizar atividades que agreguem.

Palleta et al.. (2010) diferencia o arranjo físico de layout dizendo que "arranjo físico a disposição espacial dos elementos fixos ou de difícil mobilidade que compõem um espaço físico edificado ou adaptado para abrigar, de modo pertinente, as diferentes atividades humanas. Já o layout pode ser entendido como a disposição espacial de

elementos destinados a favorecer as atividades humanas, possuidores de um razoável grau de mobilidade e que, normalmente, estão bastante subordinados ao arranjo físico".

Desta forma o arranjo físico adequado e o layout pertinente permitem utilizar a tridimensionalidade de um armazém, da maneira mais eficiente possível; um bom projeto irá proporcionar uma movimentação de materiais e acesso aos produtos de modo à rápido, fácil e seguro.

Moreira (2004) cita três motivos que tornam importante as decisões do arranjo físico:

- Elas afetam a capacidade da instalação e a produtividade das operações: uma mudança adequada no arranjo físico pode muitas vezes aumentar a produção que se processa dentro da instalação, usando os mesmos recursos que antes, exatamente pela racionalização no fluxo de materiais e/ou materiais;
- Mudanças no arranjo físico podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, dependendo da área afetada e das alterações físicas necessárias, entre outros fatores;
- As mudanças podem representar elevados custos e/ou dificuldades técnicas para futuras reversões; podem ainda causar interrupções indesejáveis no trabalho.

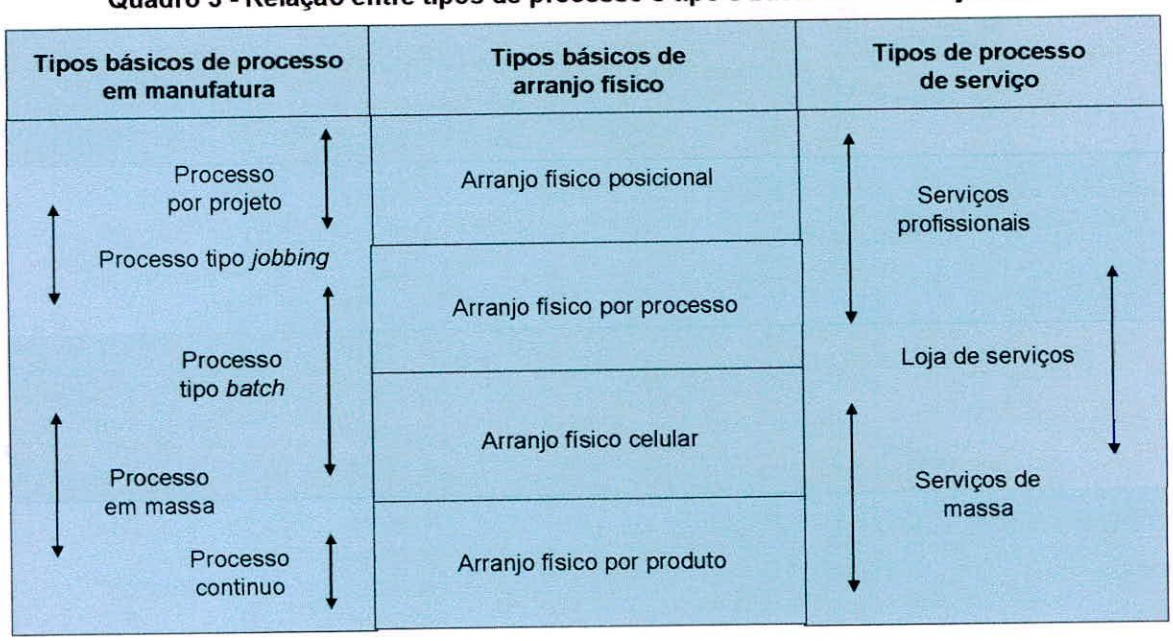
Existem 4 tipos básicos de arranjo físico com características bastante específicas cuja utilização depende da estratégia de operação adotada. Há arranjos físicos que favorecem a flexibilidade de operações, os fluxos múltiplos e a customização; e outros que favorecem a eficiência dos fluxos e o uso dos recursos. São eles descritos abaixo:

- Arranjo físico posicional ou de posição fixa: corresponde ao sistema de produção em projetos e caracteriza-se pelo produto permanecer fixo ou quase fixo enquanto que equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário. Devido a essa imobilidade sua eficiência é baixa. Como exemplos pode-se citar a construção civil, estaleiros e aviões de grande porte.
- Arranjo físico por processo ou funcional: corresponde ao sistema de produção de fluxo intermitente e caracteriza-se pelo agrupamento de recursos com

função ou processo similar. Os materiais (ou pessoas) movem-se de um centro a outro de acordo com a necessidade, ou seja, diferentes produtos ou clientes terão diferentes roteiros na operação. Como exemplos pode-se citar o setor de tornearia de uma indústria e o setor de radiologia de um hospital.

- Arranjo físico por celular: caracteriza-se por agrupar em uma célula os recursos não similares, mas com suficiência para processar um grupo de itens que requeiram similares etapas de processamento. Como exemplo pode-se citar uma loja de departamento onde existe uma célula de material esportivo.
- Arranjo físico por produto ou em linha: corresponde ao sistema de produção continua, é usado quando se requer uma seqüência linear de operações para fabricar o produto ou prestar o serviço. É mais adequado a operações que processam grandes volumes de fluxo que percorrem uma sequência muito similar, como empresas que produzem um ou poucos produtos em altos volumes. Como exemplo pode-se citar linhas de montagem de veículos, indústrias químicas, petroquímicas, de papel, de aço, entre outras.

Quadro 3 - Relação entre tipos de processo e tipo s básicos de arranjo físico



Fonte: Adaptado de Slack et al. (2009, p.184).

Conforme mostrado no Quadro 3, cada tipo de processo seja de manufatura ou de serviço, pode adotar diferentes tipos básicos de arranjo físico, dependendo da característica do processo e do objetivo desejado.

Há também os arranjos físicos chamados de híbridos que procuram aliar as características de dois ou mais arranjos básicos.

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico

	Vantagens	Desvantagens
Posicional	-Flexibilidade muito alta de mix e produto -Produto ou cliente não movido ou perturbado -Alta variedade de tarefas para a mão de obra	-Custos unitários muito altos -Programação de espaços ou atividades pode ser complexa -Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão de obra
Processo	-Alta flexibilidade de mix e produto -Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas -Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil	-Baixa utilização de recursos -Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes -Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Celular	-Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta -Atravessamento rápido -Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação	-Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual -Pode requerer capacidade adicional -Pode reduzir níveis de utilização de recursos
Produto	-Baixos custos unitários para altos volumes -Da oportunidade para especialização de equipamentos -Movimentação conveniente de clientes e materiais	-Pode ter baixa flexibilidade de mix -Não muito robusto contra interrupções -Trabalho pode ser repetitivo

Fonte: Adaptado de Slack et al. (2009, p.194).

O Quadro 4 apresenta as principais vantagens e desvantagens de cada tipo básico que auxiliarão no projeto de um arranjo físico condensando as informações discutidas anteriormente e procurando posicionar o profissional de projeto de arranjo físico com relação ao tipo que melhor se adéqua ao processo desejado.

Conforme Moura (1997) os principais fatores relacionados a um bom projeto de layout são:

- Definição da localização de todos os obstáculos, tais como colunas de apoio, saídas de emergência, equipamentos de proteção contra incêndios e escadas; e das características físicas da instalação do armazém.
- Localização das áreas de recebimento, distribuição e expedição. Entre os fatores a se considerar estão: a localização das estradas, as vias de acesso, o padrão desejado de tráfego em volta da instalação, os padrões desejados de tráfego dentro do armazém e a produtividade da mão-de-obra.
- Localização das áreas de estocagem de materiais, diferenciando as primárias e secundárias, de separação de pedidos e de estocagem. As áreas primárias podem ser definidas como os materiais mais importantes a serem estocados, para fornecer espaço máximo, movimentação e eficiência de mão-de-obra.
- Definição do sistema de localização de estoque: esta medida assegura que serão deixados espaços para todos os itens. Além disso, permite que o projetista simule mentalmente o desempenho da alternativa de layout para as atividades diárias esperadas.
- Avaliação das alternativas de layout do armazém, considerando os critérios:
  a. Intensidade do Uso – estocar as mercadorias de maior rotatividade o mais perto possível do ponto de uso e as de menor rotatividade no espaço mais para o fundo.
  b. Semelhança – os itens recebidos e expedidos juntos e os que possuem uma forte correlação com respeito ao tipo, devem ser estocados próximos.
  c. Tamanho – Estocar mercadorias pesadas, volumosas e de difícil movimentação próximas ao seu ponto de uso em áreas com teto baixo e, os leves e de fácil movimentação em áreas com alto pédireito. Não considerar tamanho dos itens individuais e sim o tamanho do estoque total, propiciar vários locais e tamanhos de estocagem.
  d. Características dos materiais – projetar o layout para acomodar apropriadamente os itens perecíveis para maximizar a utilização do espaço aos itens com formatos diferentes, planejar a proteção dos materiais perigosos contra incêndios e proteger os outros materiais perigosos, no caso de um acidente.

UFPB BIBLIOTECA CENTRAL

e. Utilização do espaço – maximizar a utilização do espaço cúbico e minimizar as perdas nos vãos de estocagem, os corredores devem ser retos, e os principais devem levar até às portas, ter largura suficiente para permitir uma operação eficaz sem desperdício de espaço, todos os lados da estocagem devem ter acesso por um corredor, evitar o bloqueamento do estoque, as pilhas de material devem ser uniformes, retas, estáveis e de fácil acesso, deve-se fazer a marcação dos corredores e manter registros dos locais de estoque.

E Slack et al. (2009) complementa com os seguintes objetivos gerais:

- Segurança inerente – a segurança da mão de obra e clientes deve ser controlada, sendo que todos os processos de risco não devem ser acessíveis a pessoas não autorizadas.
- Extensão do fluxo – o fluxo de materiais, informações ou clientes deve estar canalizado pelo arranjo físico, de forma a atender aos objetivos da operação.
- Clareza de fluxo – sinalização de forma clara e explicita do fluxo de materiais e clientes.
- Conforto para os funcionários – o arranjo físico deve prover um ambiente de trabalho bem ventilado, com iluminação adequada e agradável.
- Coordenação gerencial – supervisão e coordenação devem ser facilitadas pela localização da mão de obra e dispositivos de comunicação.
- Acessibilidade – acesso adequado e seguro para equipamentos e instalações para facilitar a limpeza e manutenção.
- Uso do espaço – uso adequado de espaço disponível da operação.
- Flexibilidade de longo prazo - facilidade de mudança periódica a medida que as operações mudam.

Desta forma pode-se afirmar que o projeto do armazém em função do tipo de material a ser armazenado é que determina a eficiência do manuseio interno refletindo diretamente a produtividade e no custo de movimentação. Segundo Ballou (2006) o planejamento do arranjo geral deve ser realizado sempre que possível antes da construção do edifício. Considerações como o comprimento requerido da área de recebimento e despacho de material, restrições de arranjo físico, a forma do terreno, o

pé direito da construção são fundamentais na fase de projeto. Uma forma comum de construção é a planta retangular onde as áreas de recebimento e descarga fica de um lado e as áreas de carregamento e despacho ficam do lado oposto.

Segundo Moura (1997) a construção do armazém consiste em um dos maiores investimentos de uma empresa. Quando este apresenta elevado pé-direito, de forma cúbica, os custos de construção são mais baixos, enquanto que os grandes investimentos estão ligados a sofisticados equipamentos de movimentação, que reduzem a utilização de mão-de-obra, diminuem os danos por manuseios incorretos e aumentam o controle dos materiais. O investimento estimado para armazéns tradicionais é de 60% é na construção do edifício e 40% nas instalações de estocagem e movimentação de materiais; e para armazéns com alto nível de mecanização é de 50% para cada parte.

Devido aos custos diversas empresas em fase de expansão ou em renovação procuram aproveitar os galpões existentes, muitas vezes desativados a muito tempo, para reaproveitamento como área de armazenagem. Embora do ponto de vista de investimento esta opção é atrativa aos olhos dos gestores, aumenta o desafio no projeto de layout e algumas vezes dificultam a aplicação de técnicas modernas com foco em eficiência. O problema se agrava ainda mais em função do número de galpões utilizados.

Conforme Palleta et al. (2010) é importante ressaltar que layout é a disposição física dos equipamentos e das pessoas, que define onde colocar as instalações, máquinas e pessoal. Define também a forma e a aparência da produção. Determina a maneira segundo a qual a produção flui. Define os fluxos dos elementos envolvidos na produção. Desta forma a otimização do *layout* possibilita reduzir várias perdas do processo produtivo, como redução de homem-hora de transporte, atividade que normalmente não agrega valor ao produto; reduzir lead time; aumento de produtividade; redução de inventários; melhoria nos índices de qualidade e aumento da motivação e comprometimento dos funcionários.

Para Meira et al. (2010) a importância estratégica dos processos logísticos de armazenagem e movimentação de materiais em processo ou produtos acabados não deve se dissociar das atividades logísticas primárias para qualquer empresa, ou seja, a

gestão de armazéns pode proporcionar múltiplos benefícios, tais como flexibilidade na entrega; melhoria do *layout*; redução das distâncias de movimentação, entre outros. O aspecto espaço é um fator de análise importante na gestão de um armazém.

2.2.3 Armazenagem e Movimentação de Materiais

Independentemente se a empresa produz seus produtos por encomenda ou para estoque estes produtos acabam tendo que ficar estocados, mesmo que por período muito pequeno, após última linha de processamento, antes de serem despachados em definitivo aos clientes. Isto requer armazenagem, movimentação e gerenciamento destes produtos em depósitos e almoxarifados.

Para Rodrigues (2007) a atividade de armazenagem exerce função vital na transferência de produtos entre os centros produtores e os centros consumidores, devendo suprir as seguintes necessidades:

- Servir de pulmão entre as operações produtivas e as de distribuição física no caso de eventuais atrasos devido a problemas imprevisíveis.
- Compensar diferenças entre períodos de procura e oferta de mercadorias, como no caso da sazonalidade de produtos agrícolas.
- Manter estoques reguladores para atendimento continuo ao mercado consumidor.
- Garantir o processamento de fases essenciais aos processos de fabricação como no caso de frutas que são amadurecidas nos armazéns antes de serem distribuídas.
- Possibilitar que a mercadoria seja previamente consolidada, marcada, separada e armazenada objetivando a eficiência operacional de sua movimentação.
- Facilitar a separação, vistoria, roteirização, despacho e entrega eliminando a possibilidade de erro.

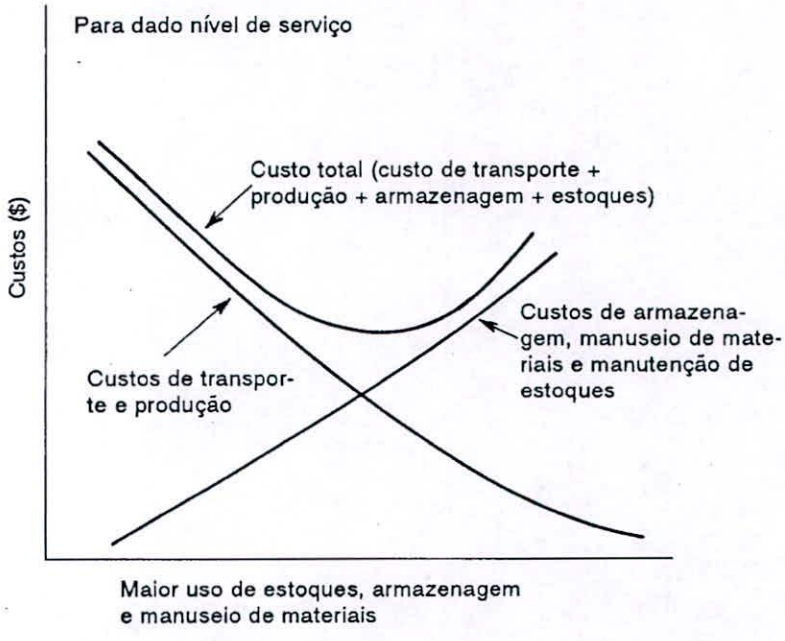
De acordo com Vieira et al.. (2008) a armazenagem é uma tradicional área de suporte ao processo logístico envolvendo a administração dos espaços necessários para manter os materiais estocados dentro da própria fábrica ou em locais externos.

Sua atividade envolve localização, manuseio, recuperação, dimensionamento, arranjo físico, equipamentos e pessoal especializado, entre outros. E tem passado por diversas transformações nos últimos anos refletindo na utilização de novos sistemas de informação aplicados à gestão da armazenagem, em sistemas automáticos de movimentação e separação de produtos e até revendo o conceito de que a finalidade do armazém é somente para estocar materiais.

Segundo Ballou (2006) as razões básicas para utilização de espaço físico de armazenagem são:

- Redução dos custos de transporte e produção pela compensação nos custos de armazenagem e manuseio conforme mostra a Figura 5. A redução dos custos produtivos ocorre, pois os estoques armazenados absorvem as flutuações de níveis de produção devido às incertezas do processo de manufatura ou as variações de oferta e demanda e a redução dos custos de transporte ocorre, pois os estoques permitem o uso de quantidades maiores e mais econômicas nos lotes de carregamento. Desta forma os custos totais no fornecimento e distribuição podem ser reduzidos através do balanço econômico adequado entre os custos envolvidos.

Figura 5 - Redução do custo total pela compensação nos custos de produção e estocagem



Fonte: Adaptado de Ballou (2006 p 153).

- Coordenação de suprimento e demanda devido em alguns casos a sazonalidade da produção para uma demanda constante como no caso de produtos agrícolas e em outros casos a sazonalidade da demanda para uma produção constante como no caso de aparelhos de ar condicionado ou produtos natalinos.

- Necessidades da produção onde a armazenagem faz parte do processo de produção, como no caso de certos produtos que requerem períodos de maturação ou envelhecimento durante a fase de produção como queijos, vinhos e bebidas alcoólicas.

- Considerações de marketing onde a armazenagem agrega valor devido a disponibilidade do produto no mercado.

Para Rodrigues (2007), armazenagem é "gerenciar eficazmente o espaço tridimensional de um local adequado e seguro, colocado a disposição para a guarda de mercadorias, que serão movimentadas rápida e facilmente, com técnicas compatíveis as suas respectivas características, de forma a preservar a sua integridade física e entregando-a a quem de direito no momento aprazado". Embora esta seja uma definição sob a ótica de logística é plenamente aplicável a armazenagem industrial.

Neste contexto e com base no *Material Handling Institute* (EUA) e em estudos feitos pelo Instituto IMAM (Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais) os princípios básicos da armazenagem são:

- Planejamento – avaliação previa da área de armazenagem para verificar as condições físicas e técnicas para receber, armazenar, controlar e entregar adequadamente, observando natureza, peso e dimensões unitárias, características de manuseio e segurança.
- Flexibilidade operacional – adaptabilidade de acessos e equipamentos disponíveis da área de armazenagem de forma a receber e manusear adequadamente produtos de diferentes características.
- Simplificação de fluxo – simplificação ao máximo do fluxo de entrada e saída de materiais de forma a obter máxima produtividade.
- Integração – planejar a integração do maior número de atividades possível simultaneamente, coordenando todas as operações.
- Otimização do espaço físico – armazenamento técnico e seguro de maneira a movimentar a maior quantidade possível em uma mesma área.

- Otimização de equipamentos e mão de obra – análise, desenvolvimento, padronização, sistematização e implantação de procedimentos direcionados ao dimensionamento e a racionalização dos equipamentos de movimentação e equipes de trabalho.
- Verticalização – aproveitar os espaços verticais da melhor maneira possível, sem perder de vista a segurança.
- Mecanização – sempre que possível dos procedimentos de movimentação.
- Automação – avaliação da necessidade e relação custo x benefício de automatizar o gerenciamento da armazenagem, sistema de controle e demais sistemas administrativos.
- Controle – planejamento, implantação e acompanhamento metódico de um adequado sistema de registro dos recebimentos, tempo de permanência, entregas e controle do inventário físico, possibilitando a sua identificação e retirada imediatas.
- Segurança – manter sistemas que garantam integridade física dos materiais armazenados, mão de obra, segurança das instalações e equipamentos.
- Preço – deve estar compatível com a estrutura de preços calculados a partir da estrutura de custos resultante do planejamento empresarial praticado pelas empresas congêneres no mercado.

Koster et al. (2007) e Gu et al. (2007) destacam que as atividades realizadas nos locais de armazenagem incluem a atividade de recebimento, que envolve inspeção de qualidade e quantidade; descarga, conferência e atualização de registros dos estoques; atividade de movimentação para os espaços destinados a estocagem dos produtos, preparação e posteriormente destes espaços para as docas de carregamento. Guarnieri *et al.*. (2006) complementa afirmando que estas atividades agindo de forma integrada, atendem às necessidades logísticas, evitando falhas e maximizando os recursos.

Para Stevenson (2001), desde a fase de projeto de instalações de armazenagem alguns fatores são importantes de ser considerada que define a técnica adotada para alocação do produto, como a freqüência de pedidos. Neste caso os itens mais frequentemente pedidos devem estar localizados próximo a entrada da instalação e os itens com pouca freqüência devem estar localizados mais no fundo da instalação.

Quando existe correlação entre itens, os mesmos devem estar localizados próximos um ao outro de forma a reduzir o custo e o tempo de acesso. Outras considerações incluem o número de alas, sua largura, a altura das estantes, a forma de expedição e recebimento (caminhão ou trem) e a necessidade de fazer a contagem física periódica dos itens armazenados.

E para o gerenciamento adequado é necessário o conhecimento de todos os detalhes que caracterizam uma área de armazenagem. Dentre eles pode-se citar:

- Dimensões – medidas internas, pé-direito do armazém e áreas de acesso para recebimento e expedição
- Planta – informações constantes da planta baixa do prédio.
- Layout operacional – arranjo físico da área de armazenagem, levando em conta a separação das pilhas, a acessibilidade dos volumes e os fluxos de tráfego de equipamentos.
- Condições e resistência estrutural do piso – que é o limite máximo de peso que um metro quadrado do piso pode suportar sem se deteriorar por compressão, determinado por meio de cálculos de engenharia e expresso por meio da relação tons/m^2.
- Capacidade estática – que é o limite máximo nominal de carga que uma área pode receber simultaneamente, expressa em toneladas.
- Área útil de armazenagem – que é o total de espaços realmente destinados a armazenagem e não a área total do piso.
- Altura de empilhamento.
- Taxa de ocupação – que é a relação entre a quantidade de carga armazenada em determinado momento e a capacidade estática.
- Todos os equipamentos necessários para movimentação horizontal e vertical de materiais.

Um armazém está diretamente ligado à movimentação de cargas sendo que sua produtividade é fortemente influenciada pelos equipamentos e sistemas de armazenagem. Para Ballou (2006), "a localização do estoque no armazém afeta diretamente as despesas gerais de manuseio de materiais de todos os produtos de movimentação no âmbito do espaço, buscando um equilíbrio entre custo de manuseio e

UFPB BIBLIOTECA CENTRAL

a utilização de espaço do armazém". Portanto no planejamento de um armazém deve-se encontrar o melhor padrão possível para a alocação e fluxo dos produtos. Os armazéns podem ter uma ou mais áreas de layout. As áreas mais comuns são:

a) Layout para recebimento de materiais: estes espaços, chamados de docas, é normalmente constituída de uma plataforma elevada onde os veículos estacionam em ângulos que depende do tipo do armazém ou do tipo do veículo, onde os produtos chegam e devem ser descarregados, conferidos e encaminhados ao ponto de armazenagem.

b) Layout para estocagem: serve para configurar os espaços dentro do armazém conforme o seu giro. Cada empresa tem que respeitar a sua capacidade e características de produtos para adequar o layout a equipamentos corretos de movimentação e estruturas adequadas de armazenagem. A partir disso é possível reduzir o tempo de retirada de estoques e a rápida reposição nos locais de armazenagem.

c) Layout para separação dos pedidos: local adequado para a separação de pedidos. Deve estar próximo da área de expedição e com espaço suficiente para montar pelo menos uma carga completa. O local escolhido para esta área de separação deve ser próximo dos produtos para encurtar a distância de movimentação.

d) Layout para despacho ou expedição de produtos: uma vez pronto para ser distribuído ou transportado, o produto é embarcado em veículo designado, utilizando para isso uma doca apropriada.

Com relação ao formato Atamanczuk (2009) destaca que o armazém pode ser de forma retangular que é o mais comumente encontrado, pois apresenta um cálculo da proporção ideal dos armazéns em função do número de corredores e espaços de armazenagem necessários para alocar a demanda ou de forma quadrada por apresentar o menor perímetro em comparação a retângulos que possuem a mesma área, possibilitando assim melhores resultados quanto a atividade de movimentação de mercadoria.

Com relação a disposição do estoque podem ser considerados arranjos em ângulo reto onde o estoque forma ângulo reto com as paredes e o arranjo angular onde o estoque forma determinado ângulo com as paredes. Os defensores do arranjo em

ângulo argumentam que o aumento na eficiência de movimentação compensa a menor utilização do espaço físico disponível. Na prática segundo Ballou (2006) apenas 2% dos armazéns utilizam o arranjo angular de forma total e 14% parcial caracterizando que a formação em ângulo reto é mais aceita.

Segundo Vieira at al (2008) a movimentação trata de todos os aspectos do manuseio ou fluxo de matérias-primas, estoques de produtos dentro de uma fábrica ou armazém. A movimentação de materiais procura atingir os seguintes objetivos: eliminar o manuseio onde possível; minimizar distâncias e estoque de produtos em processo; proporcionar um fluxo uniforme, livre de gargalos; e minimizar perdas com refugo, quebra, desperdício e desvio.

Autores como Koster et al. (2007) e Gu et al. (2007) mostram em seus estudos que o planejamento de operação ideal e eficiente de um armazém inicia no projeto de layout e nos métodos atribuídos em cada função básica de armazenagem, ou seja, no momento de recebimento, alocação, preparação e despacho. E cada etapa métodos de alocação (*storage*), roteirização (*routing*), agrupamento (*batching*), zoneamento (*zoning*) dentre outros são fundamentais para atendimento a demanda por um lado da área produtiva e por outro lado de um mercado mais exigente.

Segundo atamanczuk (2010) a definição de alocação de material para o local de armazenamento é conhecido como Problema de Designação da Localização de Estocagem (SLAP) cujo objetivo é reduzir o manuseio e aumentar o espaço utilizado. Para ser adequadamente utilizado são necessários as seguintes informações e critérios:

- Informação sobre a área de armazenamento como dimensionamento e disposição dos espaços de armazenagem.
- Informações sobre os locais de armazenagem contendo disponibilidade, características físicas, e localização.
- Informações sobre o conjunto de itens a serem armazenados, incluindo as suas dimensões físicas, demanda, quantidade armazenada, previsões de movimentação.
- Capacidade de armazenamento.
- Tempo de processamento da ordem de coleta.

- A compatibilidade entre produtos e destes com o local de armazenagem.
- Políticas de estocagem como FIFO (fist-in, first-out), LIFO (last-in, first-out), etc.

Dependendo da disponibilidade das informações diferentes algoritmos de alocação poderão ser aplicados buscando atender aos requisitos objetivados.

Ballou (2006) diz que para a designação de áreas de armazenagem existem métodos que vão desde o intuitivo até o científico. Os métodos intuitivos embora não garantam o arranjo físico de mínimo custo de manuseio são amplamente usados na prática. Eles assumem que a maior parcela do custo de manuseio está na seleção de itens para montagem dos pedidos e não no recebimento e armazenagem. Os principais métodos intuitivos são:

- Método da rotatividade do item que reconhece que diferentes produtos têm diferentes rotatividades. Neste caso os itens de maior rotatividade devem ser localizados próximos ao local de expedição enquanto que os outros devem ser localizados nos fundos do armazém. Desta forma o custo de manuseio seria minimizado causando também redução do custo total.
- Método do tamanho do item que reconhece que produtos diferentes vêm em diferentes tamanhos. Neste caso se itens menores são armazenados próximos as áreas de expedição, na montagem dos pedidos a distância total percorrida pode ser minimizada.
- Método do volume (cubagem) por pedido, uma combinação os dois métodos acima realizado por J. L. Heskett (BALLOU, 2006, p. 185) para definição do índice de volume por pedido (COI – *cube per order index*) que é a razão entre o volume solicitado e a quantidade diária de pedidos do produto. Quanto menor este índice indica que os produtos devem ser colocados próximos a expedição de modo que o maior volume de estoque seja movido pela menor distância.
- Método do agrupamento em famílias ou classes que leva em conta que na prática mais de um item pode ser expedido simultaneamente. Desta forma os itens que aparecem mais frequentemente no mesmo pedido devem ser agrupados no mesmo local.

De acordo com Koster et al. (2007) os principais critérios de alocação são:

- Alocação aleatória ou randômica (*random storage*), que designa o material para qualquer posição disponível com igual probabilidade. Este critério resulta em uma alta taxa de utilização do espaço disponível, em contrapartida ocorre um aumento da distância percorrida. E também só pode ser utilizado em armazéns com sistema de gerenciamento para identificação da posição de cada produto.
- Alocação em local disponível mais perto (*closest open location storage*), que designa o material para a posição mais próxima, Este critério resulta em grande quantidade de material perto do local de recebimento e menos material nos fundos do armazém. Do ponto de vista de performance é similar ao critério de alocação aleatória quando cada posição de armazenagem recebe um único produto.
- Alocação em área dedicada (*dedicated storage*), que reserva área definidas para armazenamento e designa o mesmo tipo ou grupo de material para posições fixadas. A vantagem é que a recuperação torna-se mais fácil, pois o material está agrupado e se conhece sua posição. Por outro lado tem a desvantagem da área reservada poder ser mal utilizada. É principalmente utilizado em armazéns onde os itens são pequenos e podem ser agrupados.
- Alocação em função da rotatividade (*full turnover storage*), que designa o material de acordo com a rotatividade. Produtos de maior rotatividade ficam perto da saída enquanto que produtos com menor rotatividade ficam distantes. Pode se utilizado com o método COI colocando os produtos com menor COI próximo a saída. Sua principal desvantagem é que quando a demanda varia constantemente e o agrupamento muda freqüentemente causa retrabalho na reorganização dos agrupamentos.

Segundo Pan et al. (2009) e Renaud (2007) outro critério utilizado que representa uma combinação de alguns critérios já definidos é o agrupamento por classes ou famílias (*class-based storage*) cujo principio é a divisão dos materiais em

classes que são designados a áreas de alocação dedicada. Dentro de cada área os materiais são alocados aleatoriamente. Este critério é baseado na lei de Pareto onde 15% dos produtos armazenados agrupados representam 85% da rotatividade e são denominados classe A e são alocados em posições próximas as entradas e/ou saídas. O próximo grupo de produtos de maior rotatividade é denominado classe B são alocados mais distante e assim por diante.

Normalmente são definidos 3 classes mas dependendo do cenário um número maior de classes pode obter ganhos no tempo de deslocamento ou índice de movimentação. O mesmo pode ocorrer com o valor percentual de cada classe. Na prática um número de classes entre 2 e 4 são utilizados.

Koster et al. (2007) afirmam que a formação das classes depende da combinação das propriedades dos produtos. A partir da relação dos mesmos podem ser armazenados em espaços conjuntos. Para Gu et al. (2007) a divisão dos itens em departamentos de armazenagem podem ser realizadas empregando o uso das características físicas dos produtos. Alguns critérios de agrupamento podem ser: áreas internas ou externas, medidas e peso individual, restrições de empilhamento, equipamentos disponíveis e modal (rodoviário ou ferroviário). Seu uso mais comum é na armazenagem para prestação de serviços ou de produtos acabados

Carvalho et al. (2008) estudou um problema típico de localização de produto acabado em armazém de uma indústria siderúrgica onde por um lado no planejamento da produção o agrupamento era por característica intrínseca dos produtos, tais como suas características físicas e químicas e o seu processo produtivo, a fim de alocar os recursos necessários e tratar aqueles que são gargalos. Por outro lado no planejamento de vendas o agrupamento era por características de mercado, direcionando os produtos com características semelhantes de vendas para grupos específicos. Como resultado era comum os armazéns apresentarem conflitos de armazenagem onde não se atendia nem as necessidades da produção nem as necessidades de vendas causando transtornos dentro do armazém.

Para resolver o problema foi proposta uma metodologia para o problema de localização utilizando como método um Modelo de Programação Linear Inteira onde primeiramente os produtos são agrupados em famílias por características físicas e de

movimentação para depois serem definidos os locais de armazenagem das famílias em áreas pré-definidas procurando atender desta forma tanto a produção quanto a vendas.

Os métodos científicos desenvolvidos para solucionar o problema de alocação em armazéns são geralmente baseados em programação linear ou heurística e envolvem extensos e complexos cálculos matemáticos. Koster et al. (2007) apresenta uma revisão bibliográfica recente de trabalhos nesta área e conclui que a maioria das pesquisas ainda tratam de modelos de armazenagem aleatória e afirma não existir modelos gerais que podem ser empregado em todas as situações. Cada modelo desenvolvido se aplica apenas a um ramo específico de indústria ou comércio atendendo a restrições particulares de cada situação.

Segundo Souza (2002) quando o uso de modelos de otimização não são adequados podem ser usados outras abordagens como a simulação e a inteligência artificial. A simulação é utilizada quando a magnitude do modelo de otimização o torna computacionalmente inviável. Os modelos de simulação contornam as dificuldades com o uso mais intensivo de dados estatísticos e com um maior esforço de validação do modelo. A Inteligência Artificial procura seguir o raciocínio lógico para chegar a um determinado objetivo fornecendo um método simples e estruturado de se projetar programas complexos de tomada de decisão.

Conforme Paletta et al. (2010) a gestão do espaço físico do armazém vai além do simples cálculo de área, altura útil de armazenagem e configuração do layout e discute dois indicadores como ferramentas de gestão de armazéns. Um refere-se ao cálculo da capacidade estática do armazém, proposto por Rodrigues (2007) que leva em consideração a multiplicação da área útil pela altura de empilhamento e dividindo-se pelo fator de estiva médio. A área útil leva em consideração a área disponível para armazenagem deduzindo-se da área de piso todo e qualquer espaço não utilizável. A altura de empilhamento deve levar em consideração não apenas o pé direito do armazém, mas também os equipamentos necessários para a elevação da carga e a segurança da operação, bem como as características de empilhamento de cada produto armazenado. O fator de estiva é entendido como o espaço ocupado por uma tonelada de um determinado produto, neste caso deve ser calculado o fator de estiva médio ponderado que leva em consideração o tipo de produto bem como o espaço

ocupado pelo mesmo no armazém. Segundo o autor este indicador possibilitará ao gestor otimizar as áreas de armazenagem até o limite, se for o caso, da capacidade volumétrica e da resistência estrutural do piso do armazém.

Conforme Pan et al. (2009) os métodos de designação objetivam alocar os materiais de forma que facilitem a recuperação reduzindo o tempo e preparação. A redução dos custos com movimentação são alcançados pela redução das distâncias percorridas. O tempo gasto para movimentação de cada item está atrelado a sua posição dentro do armazém e a proporção de viagens demandadas para buscá-los. A redução das distâncias médias percorridas implica em redução da necessidade de mão-de-obra e equipamentos (KOSTER et al., 2007).

Segundo Fontana et al. (2010) em geral as atividades de movimentação de materiais é de intensiva e repetitiva mão-de-obra, resultando que a localização do material e as operações de recuperação e preparação (*order picking)* se tornem a maior atividade no armazém afetam diretamente o total dos custos de movimentação. Desta forma o principal objetivo do problema de localização do estoque é minimizar o total da distância ou tempo de trajeto em todo o armazém.

Estratégias de *order picking* determinam como os materiais estão agrupados para serem recuperados de sua posição de armazenagem. Para Renaud (2007) existem 4 procedimentos básicos de recuperação e preparação: discreta (*discrete*), por zona (*zone*), por agrupamento (*batch*) e por onda (*wave*).

No *picking* discreto é realizada uma recuperação de um item por vez. São normalmente itens grandes representando uma ordem. Esta estratégia é muito usada por ser facilmente implementada e a sequência mantida. No *picking* por zona o armazém é dividido em zonas distintas onde são os itens recuperados por grupos diferentes de pessoas ou equipamentos. A principal vantagem é que sendo uma área menor e definida evita congestionamentos. A principal desvantagem é que os itens recuperados estão separados em zonas diferentes devendo ser realizado a consolidação posterior. No *picking* por agrupamento normalmente os itens são menores e portanto as ordens são agrupadas sendo então recuperados o grupo inteiro reduzindo o índice de movimentação. No *picking* por onda a recuperação é realizada em qualquer área do armazém para atender a ordem de despacho para um mesmo destino.

Roteirização é definido por Renaud (2007) como a estratégia seqüencial na qual os itens da ordem serão recuperados em suas posições no armazém visando minimizar a distância ou o tempo percorrido. Em geral são utilizados algoritmos lineares ou heurísticos para a definição da sequência. Requer atenção quando a sequência muda em função da ordem. Para evitar a minimizar este risco em alguns casos rotas pré-determinadas são utilizadas. Segundo Koster et al. (2007) o problema de roteirização é um caso especial do problema do caixeiro viajante (PCV) pois dependendo do layout do armazém diferentes variações do algoritmo podem ser usadas.

Um indicador proposto por Banzato (2001) se refere ao momento de transporte, que é dado pela multiplicação da distância pela intensidade de fluxo. A distância é entendida como o quanto que um equipamento de movimentação percorre ao longo do fluxo e o fluxo pode ser medido através de indicadores como quantidade de paletes transportados por hora ou número de viagens de uma empilhadeira por dia e assim por diante. Segundo o autor este indicador pode identificar se um layout é mais ou menos eficiente do ponto de vista de movimentação e fornece subsídios para a determinação e dimensionamento dos equipamentos de movimentação.

A movimentação de material implica que sejam projetados corredores com espaço suficiente para que a mesma, não interfira nos processos de produção e cause atrasos na produção ou engarrafamentos dentro da fábrica ou armazém. Desta forma a quantidade, tipo e forma, ou configuração do espaço influenciam a escolha dos equipamentos necessários a movimentação.

Conforme Rodrigues (2007) os equipamentos para a movimentação de cargas são bastante variados e a definição do equipamento adequado deve levar em consideração o tipo de carga a ser transportada, o peso e volume da carga, a capacidade de mover nos corredores, a velocidade necessária, o layout do armazém, etc.

Devido sua variedade, Moura (1997) divide os equipamentos de movimentação em categorias conforme sua natureza:

a. Veículos industriais – são equipamentos motorizados ou não, utilizados para movimentação de cargas intermitentes, em percursos variáveis e em espaços e superfícies adequadas. Tem como vantagens serem equipamentos muito

difundidos e encontrados em qualquer armazém sendo bastante rápidos e flexíveis em relação a percurso e a carga/descarga. E como desvantagens de serem dependentes, na maioria dos casos, da habilidade do operador, requererem o uso de corredores largos e de superfícies muito regulares e resistentes. Os principais tipos são:

i. Carrinho de mão
ii. Carrinho porta-paletes.
iii. Empilhadeiras diversas (mecânicas com garfos frontal, lateral, trilateral, com lanças telescópicas e toda a sua gama de implementos).
iv. Rebocadores ou tratores para carretas;
v. Veículos automaticamente guiados (AGV)
vi. Guindastes autopropelido.

b. Equipamentos para elevação e transferência - são equipamentos utilizados para elevação e transferência de produtos muito pesados ou volumosos (dentro de uma distância curta) para quaisquer pontos dentro de uma área fixa. Tem como vantagens grande capacidade de transporte, versatilidade quanto ao tipo de material a ser transportado, e em condições ideais agilizam o fluxo e ocupam pouco espaço no piso. E como desvantagens serem de alto investimento no geral, terem raio de ação limitado, requererem infra-estrutura muito cara. Os principais tipos são:

i. Talhas.
ii. Guindastes fixos.
iii. Pontes rolantes, telescópicas.
iv. Pórticos e semi-pórticos.

c. Transportadores contínuos - são equipamentos formados por uma base por onde o material desliza sobre elementos rolantes ou base inclinada, acionados por correias ou correntes sem fim através e tambores, polias, etc. São normalmente utilizados onde existem grandes fluxos contínuos ou montagens em série por percursos fixos. Tem como vantagens o baixo custo por unidade transportada, podem ser conectadas a outros sistemas de movimentação, podem ser instalados acima do nível do piso e não dependem

da habilidade de um operador. E como desvantagens têm um alto investimento inicial, tem manutenção cara, são pouco flexíveis na variação do tipo de carga e de peso, etc. Os principais tipos são:

i. Correias planas ou côncavas.
ii. Elementos rolantes (rodízios, rolos ou esferas).
iii. Correntes aéreas ou sob o piso.
iv. Taliscas, plataformas ou de arraste.
v. Elevador de caçamba contínuo de volumes, de plataformas e transelevadores.

Na definição e dimensionamento de equipamentos de movimentação poderão ser necessários equipamentos de uma ou mais categorias dependendo da característica do armazém e do projeto de layout definido.

Para Alvarenga et al. (2000) de uma forma geral, dos sub-sistemas integrantes da rede logística o sub-sistema transporte é um dos mais importantes em razão dos impactos que produz nos custos, no nível de serviço e nas demais variáveis do problema logístico, ou seja, influencia na pontualidade do serviço, no tempo de viagem, na capacidade de prover um serviço porta a porta, na flexibilidade para manuseio de vários tipos de carga, no gerenciamento de riscos quanto a roubos, danos e avarias e na capacidade, entre outros.

Segundo Netto et al. (2006) existem cinco modais para o transporte de carga: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário. Como critérios para escolha do modal adequado a ser utilizado deve-se considerar os custos e as características do serviço que o torna mais adequado para certo tipo de transporte e produtos. Em geral, quanto melhor o desempenho, maior tende a ser o custo do mesmo.

Na logística interna da indústria podem ser definidas duas áreas de atuação para o sub-sistema transporte sendo uma responsável pela movimentação interna entre processos produtivos desde o recebimento de matérias primas e suprimentos até o produto acabado e outra responsável pelo despacho que abrange desde o recebimento do produto acabado até o efetivo despacho para o cliente final. O transporte de materiais e produtos acabados pode ser realizado de diversas formas dependendo do

tipo de produto fabricado, podendo ser manual até com sofisticados equipamentos ou veículos.

Devido a diversos fatores como disponibilidade de área física contínua, aproveitamento de instalações existentes, relevo ou mesmo projeto de fluxo de materiais, dentro de ambientes industriais as áreas de armazenagem de suprimentos ou de produtos acabados muitas vezes não são únicas, requerendo movimentação entre armazéns. Como defendida por alguns autores este tipo de arranjo não é o ideal, pois aumenta o custo de deslocamento e de gerenciamento interno. Este tipo de arranjo é comum em grandes usinas siderúrgicas, principalmente em pátios de produtos semi-acabados e acabados. Os principais equipamentos utilizados nesta movimentação são:

i. Caminhões adaptados dependendo do tipo de produto movimentado. Estes veículos podem ter uma, duas e até três pranchas.
ii. Vagões puxados por locomotivas específicas para este fim.
iii. Transportadores com correias, esteiras, roletes ou reboques.

Com o avanço significativo das tecnologias na área de informática, aliado ao constante aumento de custo de áreas disponíveis limitando a localização, forma e tamanho de armazéns obrigando os projetos a considerarem a redução da largura dos corredores e maior ocupação do espaço vertical, inúmeras instalações automatizadas e sistemas tem sido projetados. Na área do armazém estes sistemas, chamados de WMS – *Warehouse management systems* (Sistemas de gerenciamento de armazéns) são responsáveis pelo gerenciamento da operação do dia-a-dia de um armazém.

De acordo com Banzato (1998 apud GUARNIERI et al., 2006.), o WMS é um sistema de gestão de armazéns, que otimiza todas as atividades operacionais (fluxo de materiais) e administrativas (fluxo de informações) dentro do processo de armazenagem, incluindo recebimento, inspeção, endereçamento, rotas, estocagem, separação, embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos, inventário, entre outras, que integradas entre si e a outros sistemas atendem as necessidades logísticas, maximizando os recursos e minimizando desperdícios de tempo e de pessoas.

Para Villar et al. (2004), estas instalações tentam realizar seu incremento de eficiência pela eliminação total ou parcial do homem visando também a redução de erros ou avaria. As principais características destes projetos são:

- Uso de equipamentos automáticos que coletem, movimentem, recomponham e separem os materiais e cargas de diversas espécies.
- Desenvolvimento de código de barras para identificação do produto, quantidades, fornecedor e outras informações necessárias que são lidas através de equipamentos de leitura ótica (*scanners*) fixos ou portáteis agilizando a identificação e manuseio.
- Utilização de equipamentos de localização e posicionamento automáticos tais como sensores, chaves de fim de curso, lasers, RFID.
- Uso de sistemas de gerenciamento que centralizam todas as informações garantindo a rastreabilidade dos produtos.

2.3 Técnicas de Construção de Cenários

Segundo Moritz et al. (2008) o termo cenário deriva do termo teatral latino "scaenarium-i", que significa o roteiro de uma peça de teatro, sendo que os principais elementos para a conceituação e o entendimento da técnica são os mesmos encontrados no teatro moderno, que são: cenários, cenas, trajetórias e atores. Afirma ainda que a análise de cenários caracteriza-se como o estudo criativo ou imaginativo sobre o futuro com abordagem e metodologia próprias. O que permite as organizações não somente criar seus cenários futuros, mas também, ao longo do desdobramento das suas cenas e trajetórias, construir respostas rápidas às mudanças do ambiente.

Schwartz (2004) afirma que os estudos de cenários ganham força logo após a Segunda Guerra Mundial, como um método de planejamento militar. A Força Aérea dos EUA tentou imaginar o que o seu oponente tentaria fazer, e prepara estratégias alternativas. Nos anos 60, Herman Kahn, que fizera parte do grupo da Força Aérea, aprimorou os cenários como ferramenta para o uso comercial para serem também utilizados em nível organizacional em diferentes áreas.

De acordo com Bernardes et al. (2006) Khan, por meio do Instituto Hudson, divulgou um trabalho que passou a ser referência no campo prospectivo, destacando os fatores essenciais para a sobrevivência das empresas em ambientes turbulentos. Os principais assuntos abordados no trabalho foram:

- Desenvolvimento de novas tecnologias.
- Mudanças e diferenças em valores sociais que afetam a produtividade.
- Detecção e exploração de novas fontes de matérias-primas.
- Planos concretos de desenvolvimento para determinadas áreas.
- Análise e considerações políticas sobre segurança de investimentos e estabilidade das atitudes dos operários, concernente à disciplina e trabalho esforçado.

Para Kato (2007) a construção de cenários permite à empresa realizar previsões, desenhar futuros alternativos e estabelecer estratégias competitivas alinhadas a essas mesmas previsões. Existem diversos métodos para a construção de cenários que fornecem uma série de alternativas que podem ser adaptadas à realidade de cada empresa ou cadeia produtiva.

De acordo com Marcial e Grumbach (2002), os principais métodos de elaboração de cenários que possuem base conceitual, passos definidos e filosofia são:

a) Método descrito por Michel Godet

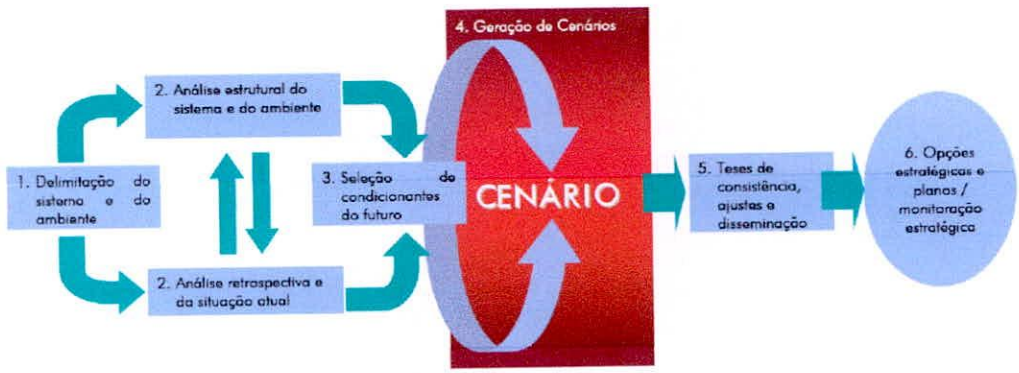
Este autor diz que o método de cenários deve compreender a construção da base de dados, a verificação das possibilidades futuras e a redução das incertezas a partir dessa base e, por fim, a elaboração de cenários que conduz ao estabelecimento de previsões por cenários.

Segundo Moritz et al. (2008) "no campo da moderna conceituação, a definição mais abrangente sobre cenários, encontrada na literatura contemporânea, é a de Godet (1993), para quem a técnica de cenários é um conjunto formado pela descrição coerente de uma situação futura e pelo encaminhamento imaginado e criado dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura".

O método de elaboração de cenários exploratórios descritos por Godet (1993)

é composto de seis etapas, conforme representado na Figura 6 e listado abaixo.

Figura 6 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Godet



Fonte: Marcial e Grumbach (2002, p.71).

- Delimitação do sistema e do ambiente: é primeira fase do método. O sistema é delimitado pelo objeto de estudo, seu horizonte temporal e área geográfica.
- Análise estrutural do sistema e do ambiente: consiste na elaboração de uma lista preliminar das variáveis relevantes do sistema e de seus principais atores.
- Seleção das condicionantes do futuro: nessa etapa identificam-se as tendências de peso, os fatos portadores de futuro, os fatores predeterminados, as variantes e as alianças existentes entre os atores.
- Geração de cenários alternativos: constitui a base para geração destes cenários a análise morfológica que é realizada decompondo-se cada variável explicativa em seus possíveis comportamentos ou estados futuros, segundo as estratégias dos atores.
- Testes de consistência, ajustes e disseminação: com o objetivo de assegurar a coerência dos encaminhamentos entre as diferentes imagens, realizam-se testes de consistência para verificar se, durante a descrição dos cenários, alguma variável ou ator está se comportando de forma não coerente ou não consistente com a lógica estabelecida para cada cenário.

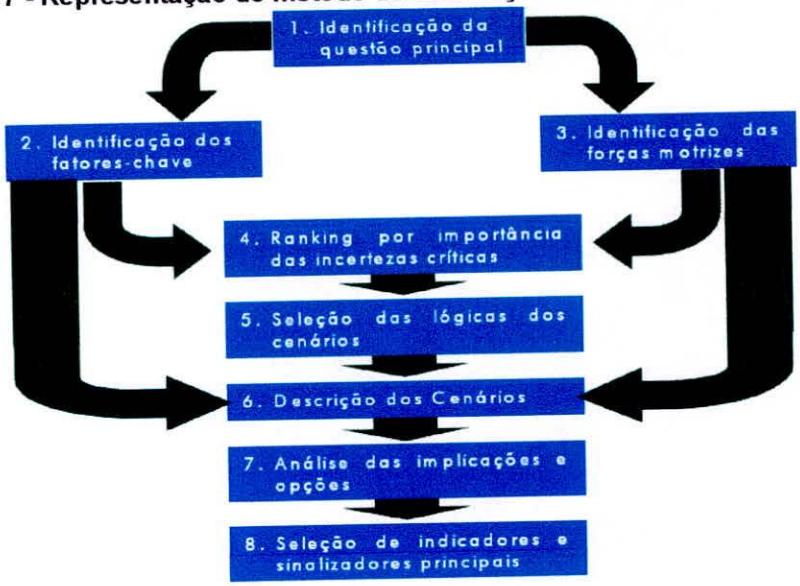
- Opções estratégicas e planos de monitoração estratégica: os cenários revisados disseminados devem ser utilizados pela cúpula da organização na elaboração das opções e planos estratégicos. Devem ser analisados os pontos fortes e fracos da organização em relação aos ambientes futuros.

b) Método descrito por Peter Schwartz

Para Schwartz (2004), os cenários são ferramentas que nos ajudam a adotar uma visão de longo prazo num mundo de grande incerteza. Cenários são histórias sobre a forma que o mundo pode assumir amanhã, histórias capazes de nos ajudar a reconhecer as mudanças de nosso ambiente e a nos adaptar a elas.

Segundo Bernardes et al. (2006), Schwartz sugere que antes de iniciar o processo de construção de cenários, deve-se examinar os "modelos mentais" usados na avaliação do futuro. E que somente após este mapeamento é que se deve partir para a análise dos modelos dos dirigentes. Sua metodologia para a elaboração de cenários prospectivos compõe-se basicamente de oito etapas, conforme representado na Figura 7 e listado abaixo.

Figura 7 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Schwartz



Fonte: Marcial e Grumbach (2002, p.78).

- Identificação da questão principal: Definição da questão estratégica que motivou a construção dos cenários alternativos.
- Identificação das principais forças do ambiente: Após a identificação da questão principal, identificam-se as principais forças do ambiente, também chamadas de fatores-chave.
- Identificação das forças motrizes (macro ambiente): São forças menos óbvias de se identificar, mas que podem influenciar ou impactar fortemente a evolução da questão principal e os fatores-chave definidos. Essas forças são os elementos que movem o enredo de um cenário.
- Hierarquia por importância e incerteza: É quando são analisadas as forças motrizes identificadas e classificadas em elementos predeterminados e variáveis incertas. Schwartz sugere selecionar apenas duas ou três variáveis, classificadas como mais incertas e mais importantes para facilitar a identificação da lógica dos cenários.
- Seleção das lógicas dos cenários: Essa etapa é considerada a mais importante no processo de criação de cenários. Essa seleção parte da análise do comportamento das variáveis classificadas como incertezas críticas, que devem ser posicionadas nos eixos ao longo dos quais os cenários serão descritos.
- Descrição dos cenários: Os cenários devem ser apresentados em forma narrativa, explicando detalhadamente a evolução da organização durante o horizonte temporal preestabelecido.
- Análise das implicações e opções: Uma vez descritos os cenários, volta-se à questão principal, para verificar em cada um deles as implicações das decisões, as vulnerabilidades da organização e as oportunidades existentes.
- Seleção de indicadores e sinalizadores principais: O objetivo da definição desses indicadores é possibilitar um monitoramento contínuo.

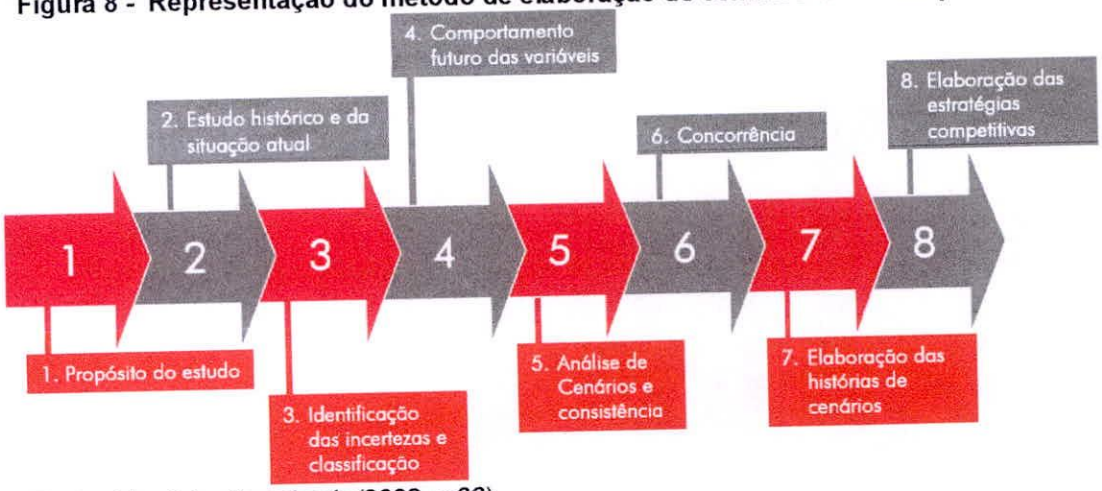
c) Método descrito por Michael Porter

Já segundo Grumbach e Marcial (2002 apud KATO, 2007), o método descrito

por Porter tem como foco a indústria e como objetivo a elaboração de cenários industriais. Ele parte do pressuposto de que os cenários prospectivos são a melhor ferramenta a ser utilizada por uma empresa no momento de escolher sua estratégia competitiva em um ambiente de grandes incertezas com relação ao futuro.

Segundo Porter (1992), todo ramo industrial é regido por cinco forças: a entrada de novos concorrentes no mercado; as ameaças de produtos substitutos; o poder de negociação dos compradores; o poder de negociação dos fornecedores; e, a rivalidade entre os concorrentes. Essas forças constituem a base para a definição das estratégias competitivas da empresa. As incertezas relacionadas a qualquer uma das cinco forças competitivas constituem a base conceitual para a construção de cenários industriais. O método de elaboração de cenários descritos por Porter (1992) é composto de oito etapas, conforme representado na Figura 8 e listado abaixo.

Figura 8 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Porter



Fonte: Marcial e Grumbach (2002, p.86).

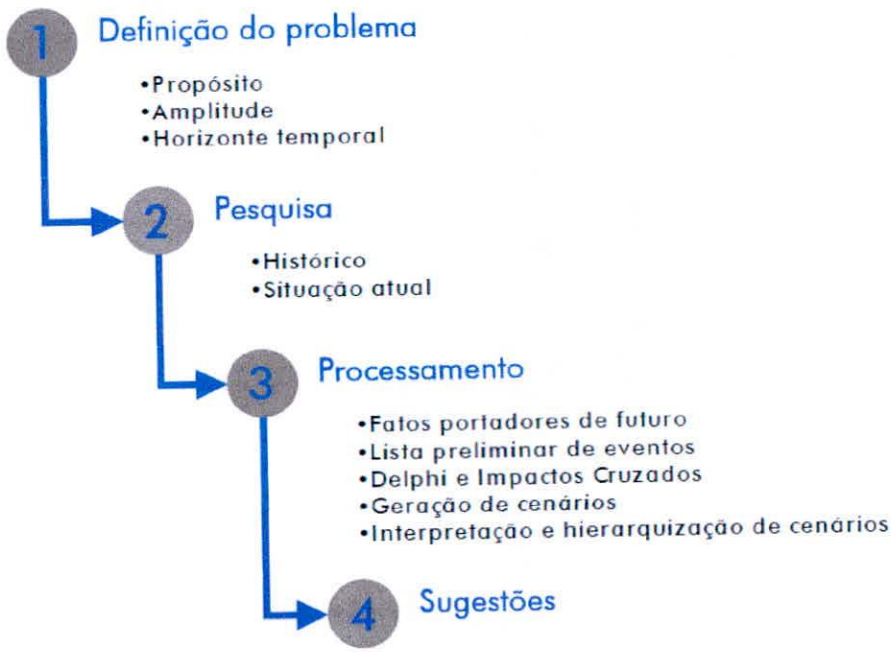
- Propósito do estudo: É quando o processo tem início com a fixação dos propósitos do estudo, amplitude e ambiente temporal.
- Histórico e situação atual: Análise histórica e da situação atual da estrutura da indústria e a identificação das incertezas que podem afetá-la.
- Identificação das incertezas críticas: Porter sugere uma série de passos,

sendo o primeiro a elaboração de uma lista de variáveis que poderão causar considerável impacto sobre a indústria num futuro próximo e a identificação do grau de incerteza de cada variável. Essa lista deve sofrer uma depuração, classificando-se as variáveis identificadas em constantes, predeterminadas e incertas.

- Comportamento futuro das variáveis: Dá-se início ao processo de depuração separando a lista das variáveis constantes e das predeterminadas, pois essas não determinam cenários. Porter (1992 apud MARCIAL; GRUMBACH, 2002) observa que, para a determinação dos cenários utilizam-se apenas as variáveis incertas, ou seja, as variáveis que constituem aspectos da estrutura futura e que dependem de incertezas não solucionáveis, as quais determinam os cenários.
- Análise de Cenários e consistência: Porter (1992) afirma que é importante criar pelo menos um cenário em torno das suposições que refletem as convicções da gerência, pois isso confere credibilidade ao seu processo de construção.
- Concorrência: identificam-se os concorrentes e seus comportamentos possíveis em cada cenário.
- Elaboração das histórias de cenários: é o momento de elaborar as histórias de cada cenário. Elas devem conter a descrição do comportamento das variáveis incertas dependentes e independentes, das mudanças estruturais predeterminadas e dos elementos constantes da estrutura da indústria. São também descritas as interligações dessas variáveis e especificados todos os fatores causais.
- Elaboração das Estratégicas competitivas: após o desenvolvimento dos diversos tipos de cenários, estes são utilizados na elaboração da estratégia competitiva da empresa. Nessa fase, os dirigentes têm a oportunidade de vislumbrá-la nos contextos possíveis e de definir as manobras que ela deverá executar para criar seu próprio futuro.

Na formulação de cenários podem ser observados a existência de diversos outros métodos e técnicas, alguns menos sofisticados e outros com abordagens mais complexas. Dentre estes pode-se citar o método descrito pela *General Electric* (GE), cujas fases são: Preparação das bases, Escolha e planejamento dos indicadores críticos da prospecção, Levantar e registrar a trajetória do comportamento passado de cada indicador escolhido, Verificar os eventos futuros potenciais e sua consistência, Prospecção de cada indicador escolhido, Estruturação e modelagem final e Guias gerais; e o método descrito por Grumbach, que se baseia nos conceitos definidos pela prospectiva de que existem vários futuros possíveis e de que o futuro não será, necessariamente, uma extrapolação do passado. Este método é composto das etapas: Conhecimento ou a definição do problema, Diagnóstico estratégico ou pesquisa do problema, Processamento dos dados e Sugestões, e que está representado na Figura 9.

Figura 9 - Representação do método de elaboração de cenários descritos por Grumbach



Fonte: Marcial e Grumbach (2002, p.106).

Segundo Blois et al. (2008) o método descrito por Grumbach incorpora as vantagens de dois métodos de elaboração de cenários – o de Godet e o de Porter.

2.4 Processos Siderúrgicos

Siderurgia é o ramo de atividade humana dedicado à obtenção do ferro metálico e de suas ligas a partir de fontes chamadas primárias, que se constituem de minérios, ou secundárias, pela reciclagem de sucata (MOURÃO, 2005, p. 2).

> A siderurgia é considerada uma indústria de base, uma vez que fornece produtos semi-acabados para muitas outras indústrias. Na sociedade moderna, a produção e consumo de aço e ferro fundido são indicadores de desenvolvimento econômico de um país, uma vez que tal consumo cresce proporcionalmente aos investimentos em construção de edifícios, execução de obras públicas, instalação de infra-estrutura como redes de transmissão de energia, torres de telecomunicações, ferrovias, torres e plataformas de exploração de petróleo, gasodutos, implantação de parques industriais (MORAIS, 2008, p. 18).

UFPB BIBLIOTECA CENTRAL

As usinas de aço do mundo inteiro, segundo o seu processo produtivo, classificam-se em:

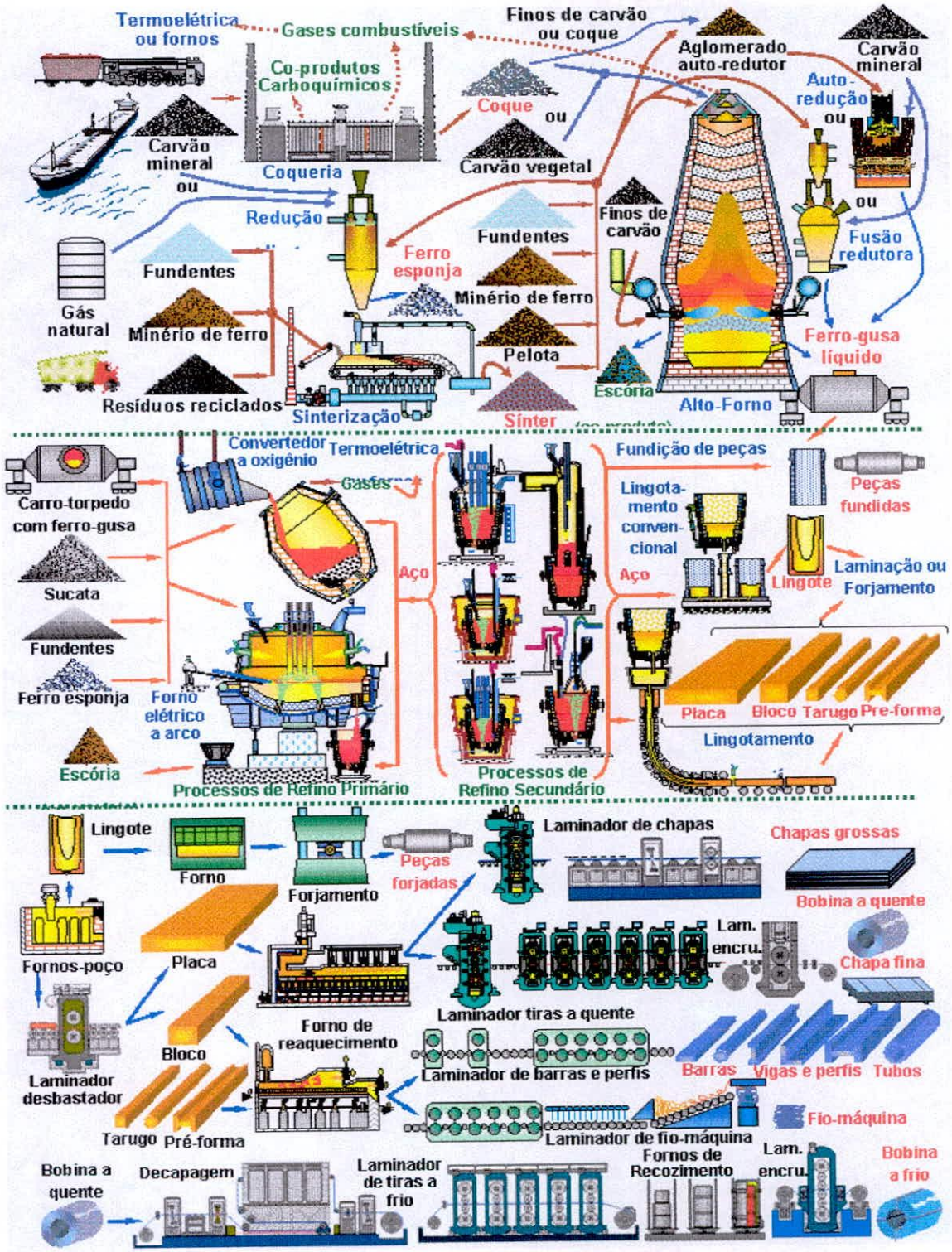
a) integradas: que operam as três fases básicas do processo siderúrgico: redução do minério, refino do aço e laminação do aço;
b) semi-integradas: que operam duas fases: refino do aço e laminação do aço. Estas usinas partem de ferro gusa ou sucata metálica adquiridas de terceiros para transformá-los em aço em aciarias elétricas e sua posterior laminação.

Existem ainda unidades produtoras chamadas de não integradas, que operam apenas uma fase do processo: redução do minério ou laminação do aço. No primeiro caso estão os produtores de ferro gusa, os chamados *guseiros*, e no segundo, estão os relaminadores, geralmente de placas e tarugos, adquiridos de usinas integradas ou semi-integradas.

No mercado produtor operam ainda unidades de pequeno porte que se dedicam exclusivamente a produzir aço para fundições.

Na Figura 10 pode ser visto o fluxo típico de usinas siderúrgicas integradas onde as três fases básicas do processo siderúrgico são representadas sequencialmente.

Figura 10 - Fluxograma típico de usinas siderúrgicas integradas



Fonte: Rizzo (2005, p.21).

A terceira fase do processo produtivo integrado de uma siderúrgica tem como principal processo a laminação do aço que transforma produtos semi-acabados, tais como placas, blocos e tarugos em produtos acabados, tais como chapas, perfis e bobinas, por exemplo, através de processo de transformação mecânica do aço. Segundo Rizzo (2005) a laminação é:

> [...] é um processo de conformação mecânica no qual o material é forçado a passar entre dois cilindros, girando em sentidos opostos, com praticamente a mesma velocidade superficial e espaçados entre si a uma distância menor que o valor da dimensão inicial do material a ser deformado. Ao passar entre os cilindros, a pressão surgida entre o esboço (produto em processamento) e os cilindros promove uma deformação plástica, na qual a espessura é diminuída e o comprimento é aumentado. Em certos casos, a largura pode não ser alterada.

Conforme Araújo (2003) existem diversos critérios para a classificação dos laminadores, sendo os mais usuais a condição de trabalho: laminadores a quente e a frio; ou a morfologia dos produtos a serem fabricados: planos, que incluem bobinas, chapas, entre outros; ou longos, que incluem perfis, trilhos, arame, entre outros produtos.

Os produtos resultantes deste processo podem seguir para reprocessamento em linhas de produção subseqüentes ou seguirem para pátios de resfriamento e despacho onde serão posteriormente enviados aos clientes, dependendo do direcionamento dado pela função de PCP.

2.5 Conclusão do Capítulo

A revisão bibliográfica realizada buscou levantar informações acerca de todo o contexto do tema que foi desenvolvido nesta pesquisa, tendo como foco a criação e análise de cenários de movimentação de bobinas de aço através de técnicas de elaboração de cenários prospectivos. Para culminar neste objetivo foram discutidos conceitos relativos a PCP; técnicas de arranjo físico, movimentação e armazenagem de materiais; e finalizando com a contextualização de processos siderúrgicos.

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho que consiste de um estudo de caso voltado para descrição e análise de cenários de movimentação de bobinas laminadas a quente em um pátio de despacho de uma siderúrgica.

Uma pesquisa requer a descrição de seus métodos e procedimentos, que significa definir a estratégia de investigação, identificando o melhor caminho, saindo do estado atual e chegar-se aos objetivos. Segundo Lakatos e Marconi (2005), método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões.

3.1 Tipo e Natureza do Estudo

Uma pesquisa quanto a sua abordagem pode ser definida como quantitativa ou qualitativa. A pesquisa é quantitativa quando se desejam traduzir em números opiniões e informações e relacioná-las, classificá-las e analisá-las. Normalmente requerem o uso de recursos e técnicas estatísticas. A pesquisa é qualitativa se considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. Não requerem necessariamente o uso de métodos e técnicas estatísticas.

Embora existam várias classificações de tipo de pesquisa, aqui segue-se a proposta de Vergara (2004) que classifica os tipos de pesquisa segundo dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Nesta pesquisa, portanto utiliza-se a metodologia de pesquisa qualitativa classificada quanto aos fins como pesquisa exploratória, pois buscou-se realizar a investigação de literatura disponível sobre o assunto, além de estudos específicos relacionados a área tema da pesquisa, e quanto aos meios como pesquisa documental e estudo de caso. Documental, pois exigiram pesquisas nos diversos meios de comunicação tais como livros, teses, dissertações, periódicos, trabalhos de congressos

e seminários, padrões técnicos e operacionais da área de produção, especificamente na área de programação e controle de produção (PCP), arranjo físico e administração de materiais voltada para área de gestão estratégica de recebimento, armazenagem, movimentação e despacho de cargas em pátios. A pesquisa é estudo de caso, pois o detalhamento e aprofundamento através de pesquisa de campo com o objetivo de se adquirir conhecimentos e informações acerca do processo de movimentação e armazenagem de bobinas laminadas a quente está focalizada em uma área especifica da indústria siderúrgica (MORAIS, 2008).

Segundo Santos, Rossi e Jardilino (2000 apud RODRIGUES, 2008):

> A pesquisa qualitativa se preocupa fundamentalmente com a compreensão e interpretação do fenômeno, tendo como principal objetivo compreender, explorar e especificar um fenômeno que pressupõe a influência das crenças, percepções, sentimentos e valores nos dados coletados. É um método que necessita de alto grau de criatividade e intuição para que faça uma análise comparativa de uma pequena amostra minuciosamente selecionada.

Para Nakano e Fleury (1996) os métodos qualitativos são interpretativos e analisam aspectos que estejam ligados às pessoas que são os objetos de pesquisa, observação de fatos do ponto de vista de alguém interno ao problema e compreensão profunda do contexto da situação estudada. Consideram ainda que as hipóteses não são tão fortes quando comparadas aos métodos quantitativos e o rigor metodológico é menor.

Berto e Nakano (2000 apud GODINHO, 2004) contribuem dizendo que

> [...] as pesquisas qualitativas buscam aproximar a teoria e os fatos, através da descrição e interpretação de eventos isolados ou únicos. Através de análises do fenômeno e da subjetividade do pesquisador chegam, geralmente, a resultados particularizados que possibilitam no máximo a comparação entre casos.

Os estudos exploratórios podem ser aplicados a diversas estratégias de pesquisa seja ela quantitativa ou qualitativa, pois quando desenvolvidos de forma estruturada induzem a um aumento do conhecimento do pesquisador acerca de um fenômeno que se deseja investigar.

Para Silva et al. (2001) uma pesquisa exploratória envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o

problema pesquisado, análise de exemplos que estimulem a compreensão, visando proporcionar familiaridade com o problema em estudo de forma a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Em geral assumem formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso.

Já Yin (2005) destaca que estudo de caso é utilizado quando questões do tipo "como" e "porque" são feitas sobre um conjunto de acontecimentos contemporâneos inseridos em algum contexto real e quando se tem pouco ou nenhum controle sobre estes acontecimentos. E também define estudo de caso como:

> [...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

Conforme Gil (2002), uma pesquisa classificada em um método específico segundo seus objetivos pode se aproximar dos outros métodos ao longo do desenvolvimento da pesquisa e embora cada método tem suas características distintas, eles não são mutuamente exclusivos, podendo o pesquisador utilizar de outras técnicas para atingir seus objetivos.

Os cenários propostos foram construídos baseados no método de Grumbach. Inicialmente definiu-se os contornos do problema (armazenagem e movimentação em um pátio de despacho de bobinas de uma grande siderúrgica) onde foram discutidos os propósitos do estudo e os temas a serem focados. Em seguida foi realizada uma pesquisa retrospectiva, a construção do estado atual e o entendimento das causas e origens da situação atual. Depois foram construídos três cenários alternativos de análise futura através de alteração de layout e com a utilização de técnicas de alocação randômica, agrupamento por famílias, roteirização, recuperação e preparação de materiais. A avaliação e interpretação de cada alternativa foram realizadas. Por fim foram sintetizados e comparados os resultados para permitir identificar o cenário mais favorável.

3.2 Delimitação do Estudo de Caso

Devido a acessibilidade de informações necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa foi escolhido a área de pátios de bobinas laminadas a quente da ArcelorMittal Tubarão e mais especificamente um pátio de despacho de bobinas típico com uma abrangência desde o recebimento, o manuseio interno e o despacho de bobinas.

Como cada pátio de bobina tem características próprias no que se refere ao layout, a capacidade de estocagem, número de posições de entrada e saída de caminhões e vagões e número de equipamentos disponíveis, os resultados verificados para o pátio estudado não poderão ser diretamente aplicados para os outros pátios da empresa, mas poderão ser adequados. O mesmo pode ser afirmado quando se considera a estocagem de qualquer produto em armazéns. Devido a estas diferenças Koster et al. (2007) afirma não existir modelos gerais que possam ser aplicado em todas as situações pois cada modelo desenvolvido atende a restrições particulares de cada situação.

3.3 Definição das Variáveis de Investigação

Para Lakatos e Marconi (2005), uma variável pode ser considerada como uma classificação ou medida; uma quantidade que varia; um conceito operacional que contém ou apresenta valores que podem ser de quantidades, de qualidades, de características, de magnitude etc. O conceito operacional pode ser um objeto, um processo, um agente, um fenômeno etc.

Segundo Rodrigues (2007), as variáveis dizem respeito aos aspectos do fenômeno de pesquisa que serão estudados. São os elementos de investigação que deverão ser rastreados, de modo a permitir a obtenção de respostas e/ou explicações aos objetivos previamente determinados.

Pela natureza qualitativa deste trabalho as principais variáveis de investigação são qualitativas e foram escolhidas por estarem diretamente relacionadas ao objetivo da pesquisa.

O Quadro 5 apresenta as variáveis de investigação e seus indicadores associados com objeto de estudo:

Quadro 5 – Variáveis e indicadores do estudo

Variável	Indicador	Perguntas
Planejamento e Controle da Produção **Descrição:** Política adotada pela área de PCP para a programação da produção e o planejamento de despacho	Programação diária de Bobinas (BQs/dia) Rota de produção (destino interno) Modal de despacho (modal)	a) Qual o no. de bobinas a serem produzidas? b) Qual o no. de bobinas a serem despachadas? c) Qual o pátio destino? d) Qual o modal de despacho?
Logística interna de produtos **Descrição:** Política adotada pela área de logística para utilização adequada do pátio	Layout do pátio (no. endereços possíveis) Estoque do pátio (Ton/dia) Bobinas recebidas (BQs/dia) Bobinas despachadas (BQs/dia) Movimentação interna no pátio Bobinas liberadas para despacho (%)	a) Qual a capacidade total do pátio? b) Qual a capacidade útil do pátio? c) Qual o estoque médio do pátio? d) Quantas bobinas são recebidas no pátio? e) Quantas bobinas são retiradas do pátio? f) Quantas bobinas em média estão liberadas para despacho?

Fonte: Elaboração própria (2011).

3.4 Coleta de Dados

A coleta de dados representa uma fase importante do projeto de pesquisa, pois representa a matéria prima destinada à análise das variáveis de investigação. É normalmente uma etapa cansativa e longa exigindo muito esforço pessoal, paciência e perseverança, alem de rigoroso cuidado no registro das informações. A escolha do instrumento de coleta de dados dependerá dos objetivos que se pretende alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado.

Segundo Lakatos e Marconi (2005), a coleta de dados é a etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos. Portanto a escolha certa dos

instrumentos de coleta e das técnicas são dois procedimentos muito significativos ao longo do processo de pesquisa.

Neste trabalho a coleta de dados foi realizada através de alguns instrumentos que serão apresentados a seguir. Segundo Yin (2005) os dados a serem coletados em estudos de caso podem se basear em muitas fontes de evidência e afirma que podem vir de seis fontes distintas: documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos.

A pesquisa realizou a coleta de dados através análises documentais de ordem direta e indireta.

A análise documental indireta tem o propósito de colher informações prévia sobre a área de interesse, permitindo a elaboração do estado da arte acerca do tema estudado. Incluiu o levantamento de informações em teses e dissertações e uma pesquisa documental com base em livros, periódicos, artigos de trabalhos de congressos, seminários e internet, relatórios e publicações internas, padrões técnicos e operacionais.

A análise documental direta tem o propósito de realizar o levantamento de dados no próprio local de realização da pesquisa, onde os fenômenos ocorrem. O pesquisador realizou visitas a campo nas áreas operacionais de programação da produção e dos pátios de bobinas de posse de um roteiro buscando respostas para as perguntas definidas no Quadro 5 para o levantamento das variáveis de investigação e seus indicadores. Através de observação direta coletou os dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa diretamente na área e por análise de informações coletadas em relatórios operacionais e nos sistemas informatizados existentes na forma tabelas, de arquivos e banco de dados (coleta de dados secundários), conforme descritos a seguir:

- Pesquisa de campo diretamente com os profissionais da área operacional onde se procurou levantar quais informações são utilizadas para a execução das atividades, entender como são interpretadas as informações recebidas dos sistemas informatizados, quais as principais interferências na execução das atividades e quais são as principais dificuldades encontradas.

- Pesquisa de campo com a coleta de dados disponíveis através do sistema de PCP existente.
- Pesquisa de campo com a coleta de dados disponíveis através do sistema de gerenciamento de pátios existente.
- Estudo de caso dos pátios através de observação direta e anotações.
- Estudo da interação entre os sistemas informatizados existentes baseados nos dados levantados.

3.5 Tratamento dos Dados

Concluído a coleta de dados foi realizada a ordenação e tratamento dos dados qualitativos de forma seqüencial, descritiva e comparativa com o levantamento realizado no referencial teórico permitindo a posterior análise e interpretação. Os dados quantitativos foram tabulados em forma de tabelas e gráficos complementando as informações levantadas para que de forma simples e precisa permita que as análises dos resultados sejam claras e objetivas, possibilitando realizar as comparações desejadas e estabelecer as conclusões e recomendações de acordo com a proposta desta pesquisa.

3.6 Descrição do Universo de Pesquisa

O ambiente de estudo para o desenvolvimento deste trabalho foi pátios de bobinas a quente da ArcelorMittal Tubarão. Tal ambiente foi escolhido pelo fato do autor fazer parte do staff técnico da área de automação da empresa, estar em constante interação com as áreas de PCP e logística interna de produtos e sendo um dos responsáveis para dar suporte a área operacional através de sistemas de automação e gerenciamento, tendo, portanto conhecimento das atividades práticas desenvolvidas assim como das bases de dados existentes que permitiram o levantamento das informações necessárias para a pesquisa.

A base de dados de análise foi levantada durante o ano de 2010, incluindo-se todos os dados relativos a observações, anotações e bases de dados das áreas e sistemas envolvidos.

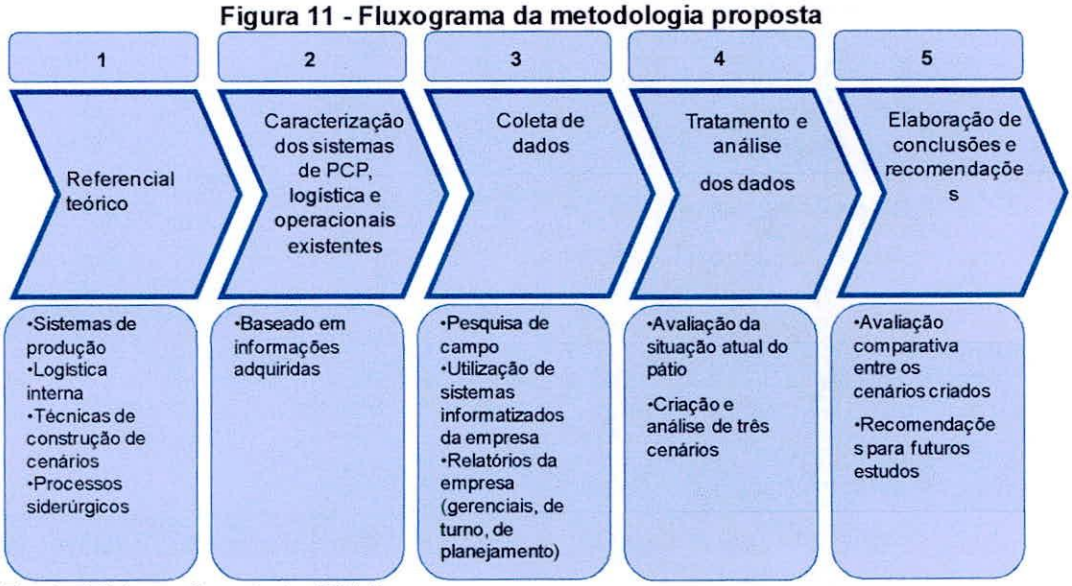
Esta pesquisa foi realizada conforme o roteiro descrito a seguir:

- Para construção do referencial teórico foi realizado pesquisa documental acerca dos temas relacionados ao trabalho através de consulta em fontes diversas como livros, teses, dissertações, periódicos, artigos, anais de congressos e seminários, revistas especializadas, informações obtidas da internet em sites de universidades, siderurgia, sites especializados em logística, dentre outros. Os principais temas estudados foram na área de PCP, arranjo físico e administração de materiais com foco em gestão de movimentação e armazenagem de materiais em pátios.
- Com base nos conhecimentos adquiridos definiu-se uma sequência de investigação para a coleta das informações desejadas da pesquisa para a construção do estudo de caso.
- Esta fase do estudo iniciou-se com a pesquisa documental direta em relatórios gerenciais, relatórios operacionais de turno e diários, relatórios de planejamento de produção e trabalhos técnicos desenvolvidos internamente que suportam as decisões da área.
- Em seguida realizou-se pesquisa de campo com visitas as áreas de PCP, logística interna de produtos e operacional para observação dos fatos como forma de identificar e descrever as atividades realizadas para cada área especifica e sua relação com as demais. Nesta fase ainda se procurou montar o fluxo de informações entre estas áreas com respeito ao processo de movimentação e armazenagem de bobinas.
- Nesta fase procurou-se levantar os dados existentes nos sistemas informatizados e o inter relacionamento entre estes sistemas.
- Iniciou-se então a fase de ordenação e tabulação das informações adquiridas para proceder a análise e interpretação dos dados adquiridos em forma descrição, tabelas, gráficos e figuras. Foi então descrito a situação atual do pátio e a criação e análise de três cenários de uso do pátio.

Por fim realizou-se a análise final com os resultados obtidos com o estudo, explicitando-se as conclusões com a avaliação comparativa entre os cenários criados e recomendações para futuros estudos.

A seguir segue o esquema visual de toda a metodologia:

Figura 11 - Fluxograma da metodologia proposta



Fonte: Elaboração própria (2011).

3.7 Conclusão do Capítulo

Este capítulo apresentou a metodologia utilizada no desenvolvimento desta pesquisa para atingir ao objetivo desejado de descrição de cenários de movimentação de bobinas em pátios de despacho tendo para isso respondido diversas perguntas relativas às variáveis de investigação. A coleta de dados através de análise documental direta e indireta mostraram-se fundamentais para o desenvolvimento do trabalho e importante fonte de evidências para o estudo de caso em andamento.

CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo descreve as características do estudo de caso pesquisado com abordagem para o sistema de planejamento, programação e controle de produção da empresa, seus subsistemas de logística interna de produtos e gestão de movimentação e armazenagem de bobinas, permitindo conhecer, analisar as técnicas utilizadas.

4.1 Caracterização da Empresa – estudo de caso

A empresa fundada em 1976 com nome de Companhia Siderúrgica de Tubarão, como uma joint-venture de controle estatal, com participações acionárias de empresas como Kawazaki (Japão) e Ilva (Itália), teve início de suas operações em novembro de 1983 com uma produção de 3 Mt/ano de placas de aço.

Nesse período, a empresa criou e consolidou sua liderança no mercado de placas de aço, passando por profundas transformações, intensificadas após a privatização em Julho de 1992, com investimentos em atualizações tecnológicas, aumento e enobrecimento do seu "mix" de produção, além de investimentos em programas de controle ambiental. Assim em 1995 entrou em operação o primeiro Lingotamento Contínuo de placas.

Em 1998 sua capacidade anual de produção de placas foi expandida para 4,5 Mt/ano com o início de operação do segundo Alto Forno e do segundo Lingotamento Contínuo de placas, dentre outras melhorias em processos e equipamentos auxiliares, marcando também o fim do Lingotamento Convencional de placas.

Em 2002, foi implantado o Laminador de Tiras a Quente (LTQ) com capacidade nominal anual de 2,0 Mt/ano de bobinas de aço, com foco no mercado interno, incorporando as mais avançadas tecnologias disponíveis no mercado na produção de bobinas laminadas a quente (BQ's). Desta forma, parte da produção de placas deixou de ser ofertado ao mercado, dando lugar às BQ's, produto de maior valor agregado.

Em 2007, com a intenção de recuperação da participação do mercado internacional de placas reduzida com a entrada do LTQ, novos investimentos foram realizados aumentando a capacidade produtiva para 7,5 Mt/ano com a implantação de novas unidades produtivas.

Por fim com vistas no equilíbrio na produção de placas e bobinas e na demanda do mercado interno, em 2009, foi aumentado a produção do LTQ para 4,0 Mt/ano através de investimentos em equipamentos e melhorias tecnológicas e operacionais (ARCELORMITTAL TUBARÃO,2010).

4.2 Fluxo de Produção

A ArcelorMittal Tubarão é classificada como indústria siderúrgica integrada pois operando em todas as fases básicas de um processo siderúrgico, produz dentro da sua própria usina todos os elementos necessários a fabricação de seus produtos finais. Possui o fluxo produtivo mostrado resumidamente na Figura 12 e descrito a seguir.

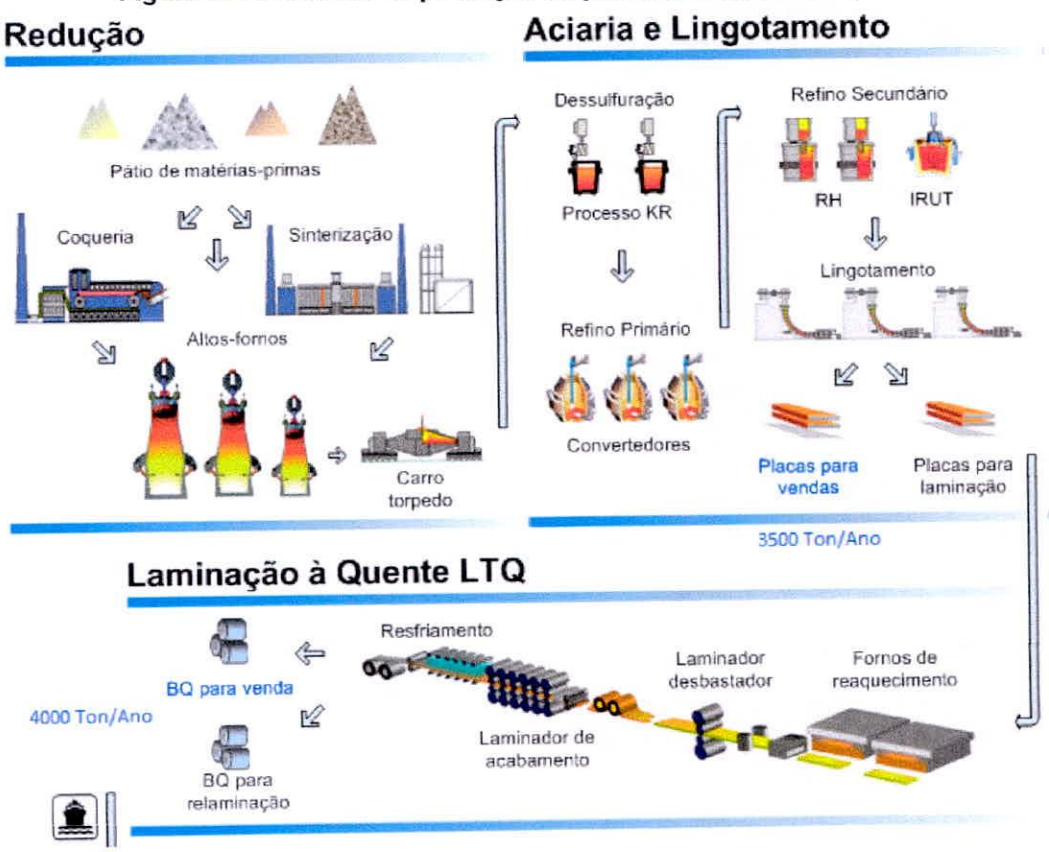
As placas produzidas são marcadas e enviadas para a área de Condicionamento e estocadas quando são para venda ou diretamente para o pátio de entrada do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) onde são produzidas as bobinas.

Após o processo de laminação a quente as bobinas produzidas são inicialmente enviadas a um Pátio para resfriamento. Depois de concluído este processo as mesmas poderão ser enviadas diretamente aos clientes ou serem movimentadas aos pátios intermediários para processamento nas Linhas de Acabamento (Linha de Encruamento ou Linha de Corte) ou ainda serem enviadas a pátios de saída onde ficarão aguardando seu despacho definitivo para os clientes.

Atualmente, na ArcelorMittal Tubarão, são produzidos basicamente dois produtos: placas (3,5 milhões de toneladas), cuja produção é voltada para o mercado externo e bobinas (4 milhões de toneladas), cuja produção é voltada para o mercado interno totalizando uma produção de 7,5 milhões de toneladas de aço anuais. As placas variam das dimensões entre 4.500 e 12.500mm no comprimento e entre 700 e 2.100mm na largura, com espessuras em 200, 225 ou 250mm. Já as dimensões das BQ's estão compreendidas entre 1,2 a 19mm na espessura e entre 700 e 1.880mm na largura. O comprimento da placa para BQ está compreendido entre 4.500mm a 11.500mm, dando uma cobertura do Forno de Reaquecimento de aproximadamente 95%. Observa-se uma vasta gama de produtos, face aos mercados atendidos pela companhia, traduzindo-se em um grande desafio para área de PCP da companhia.

A ArcelorMittal Tubarão ocupa atualmente, uma posição de liderança internacional, com produtos que atendem a exigentes mercados, como automobilístico, eletroeletrônicos, embalagens, tubos, construção civil e naval, dentre outras aplicações (ARCELORMITTAL TUBARÃO,2010).

Figura 12 - Processo de produção de placas e bobinas de aço



Fonte: Adaptado de Silva (2010, p 87).

O processo de produção de bobinas passa por várias fases, que vai desde o momento em que o cliente efetua o pedido até o armazenamento nos pátios de estocagem prontos para despacho.

O cliente ao solicitar a fabricação de bobinas para atender a demanda no seu processo, leva em consideração alguns fatores que são fundamentais para compor o seu produto final, os quais os principais são:

- Qualidade mecânica e química do material;
- Aplicação dos materiais (Norma);

- Peso mínimo e máximo;
- Dimensões (espessura, largura e diâmetro externo);
- Variação de espessura e largura ao longo da bobina;
- Comprimento máximo e mínimo da bobina;
- Data para entrega do pedido;
- Modal de despacho (rodoviário, ferroviário ou marítimo).

Com base nestas características cabe ao sistema de PCP realizar o agendamento para que o pedido possa ser encaminhado para a produção de forma a maximizá-la e atender o cliente no tempo determinado com a qualidade desejada.

4.3 Caracterização dos Sistemas de Planejamento e Controle de Produção

Devido a sua característica de grandes volumes de matérias primas e materiais ao longo do processo produtivo a ArcelorMittal Tubarão desenvolve estratégias específicas de produção, que segundo Francisqueto (2007) possui as seguintes características relacionadas aos sistemas de planejamento e controle da produção e estoques:

- Quanto a **estratégia de produção** pode ser classificada como tendo uma estratégia do tipo *make-to-order* uma vez que o início do processo produtivo somente ocorre a partir do registro do pedido do cliente e de sua liberação para a produção. Na fase de redução a transformação de matéria prima em produto em processo não há vinculação do pedido ao produto, pois se trata de um produto comum a ser utilizado na fabricação de diversos produtos acabados de características diferentes. É somente a partir da fase de refino, na aciaria, que o planejamento da produção emite as ordens de fabricação e elabora o sequenciamento das linhas produtivas (Aciaria, LTQ e Linhas de Acabamento) visando, além das restrições operacionais e técnicas, a data de entrega aos clientes. É neste momento que de fato o pedido é vinculado ao produto acabado. Para as principais matérias primas e insumos (minério de

ferro, carvão mineral, calcário, ligas, sucatas, etc.) é mantido estoque mínimo baseados no histórico de vendas e na projeção de mercado.

- Quanto ao **ambiente de manufatura** pode ser classificada como uma empresa de processo em fluxo (ou contínua) por movimentar grandes quantidades de matéria prima com processos contínuos até a fase de refino na Aciaria. A partir daí pode ser considerado processo repetitivo ou em lotes onde os pedidos de clientes são produzidos em sequência visando maior produtividade das linhas subseqüentes para atendimento ao prazo de entrega.
- Quanto à **programação** pode ser classificada como programação puxada ou para trás, pois a partir da data requerida pelo cliente, informa as datas limites para cada processo anterior, desde o despacho até a Aciaria considerando todos os pedidos em carteira, os pedidos que estão em consulta, o plano diário de produção e paradas de cada máquina. Em caso de impossibilidade de atendimento na data requerida, a área de planejamento e controle de produção negocia com a área de vendas nova data de entrega ou re-priorização de pedidos.
- Quanto ao **modo de produção** pode ser classificado como empurrada ou para frente, pois embora todo planejamento seja centralizado na área de PCP cada unidade produtiva estará procurando cumprir o seu plano de produção sem considerar se a área seguinte poderá ou não processar o produto. Nestes casos poderão ocorrer estoques devido à diferença de ritmo entre as etapas do sistema de produção.
- Quanto à **demanda** pode ser classificado como dependente, pois como a demanda na produção de aços planos é conhecida, os históricos de vendas são muito bem delineados e respeitados e o lead time para atendimento é longo.
- Quanto aos **modelos de estoques** pode ser classificado como método de empurrar estoques baseados na data de entrega dos pedidos de clientes. A empresa está em constante revisão do estoque final e em processo através de uma monitoração contínua de modo a atender aos prazos estabelecidos.

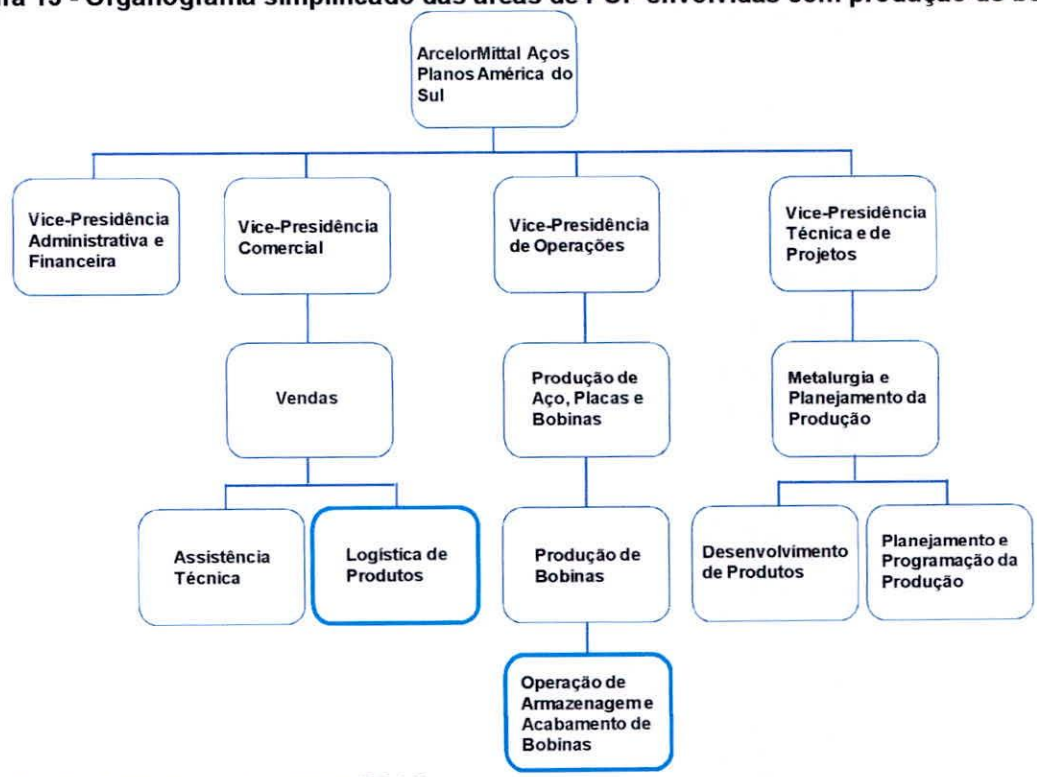
4.4 O PCP da Empresa

A área de planejamento e controle de produção de uma empresa, segundo Russomano (2000), é responsável por coordenar os diversos departamentos da fábrica, buscando atendimento ao setor de vendas no prazo e qualidade exigidas pelo cliente. Sua relação com vendas, compras, produção e engenharia de produto deve ser matricial tendo como objetivo reunir as informações necessárias para planejar, programar e acompanhar a produção.

A posição do PCP na estrutura organizacional está normalmente ligada à gerência industrial, embora isso não seja regra geral, como no caso da ArcelorMittal Tubarão onde a área de planejamento e programação de produção é uma unidade da empresa ligada na estrutura da vice-presidência técnica e de projetos através da gerência geral de metalurgia e planejamento e controle da produção, sendo responsável pela definição de estratégias e planejamentos a médio e longo prazos, ou seja, pela gestão da carteira de pedidos, planejamento e gestão da produção, otimização de recursos, geração de instruções de produção, controle da produção e estoques, dentro de parâmetros de custos e produtividade estabelecidos pela companhia. Nesta estrutura também está localizada a área de engenharia de produtos responsável pelo desenvolvimento de novos tipos de aço para o mercado. As outras áreas de maior interface estão ligadas a outras diretorias, como vendas, responsável por colocar toda a capacidade produtiva no mercado e a área de logística de produtos, responsável pela programação de despacho de produtos (bobinas e placas) além da operacionalização dos pátios internos de despacho de produtos acabados (bobinas e placas), estão ligadas a vice-presidência comercial. E a área de produção responsável por cumprir o plano de produção e operar os pátios de processo de produtos semi-acabados está ligada a vice-presidência de operações (ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2010). Esta configuração, que segundo Francisqueto (2007), é exclusiva na siderurgia mundial aumenta a responsabilidade do PCP na gestão dos resultados da empresa além do gerenciamento de conflitos entre as diversas áreas envolvidas.

A Figura 13 mostra o organograma simplificado das áreas da empresa envolvidas com a produção e posicionando as áreas diretamente responsáveis pela movimentação e armazenagem de bobinas.

Figura 13 - Organograma simplificado das áreas de PCP envolvidas com produção de bobinas



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

As Principais atividades desenvolvidas pela área de Planejamento, Programação e Controle da Produção são:

- Coordenação e elaboração do planejamento empresarial: atividade realizada para um horizonte de 5 anos correspondente ao planejamento de longo prazo, onde são definidos os volumes agregados de produção a partir das previsões de venda de produtos realizada pela área comercial e outras premissas definidas pela diretoria. O primeiro ano do planejamento empresarial é detalhado em volume mensal, servindo de base para a área de Vendas.
- Elaboração do programa mensal de produção: atividade realizada para um horizonte mensal correspondente ao planejamento de médio prazo. Neste plano, são definidos com mais detalhes e para todas as unidades produtivas da empresa os volumes de produção diários e nele são considerados também os índices de funcionamento das máquinas, os rendimentos a serem atingidos, os níveis de estoque previstos, os volumes a serem despachados, o

balanceamento das rotas de produção, o plano de paradas para manutenção das máquinas e o plano de produção de utilidades. Para a elaboração do plano mensal são basicamente utilizadas como entradas, o plano empresarial, as premissas definidas pela diretoria, informações sobre geração e consumo de utilidades e parâmetros de produção que são repassadas pelas áreas.

- Análise de consulta de clientes e aceite de pedidos: atividades que compreendem análise de carga x capacidade para as linhas finais de produção (da aciaria até o despacho), onde para isso são consultados os padrões técnicos, que definem a capacidade das linhas produtivas e o plano de vendas. Suas saídas respondem aos clientes (via área de vendas) as consultas sobre possibilidade de atendimento à demanda de produtos. As análises são a respeito de qualidades, dimensões e quantidades que podem ser produzidas e principalmente sobre prazo de entrega dos produtos. Caso o cliente concorde com as condições estabelecidas, o pedido será aceito e a partir deste momento, são liberadas todas as informações dos mesmos para a programação, com especificações detalhadas por item.
- Programação de produção: através da consideração de informações de níveis de estoques, plano de produção, pedidos confirmados de clientes, especificações de produção, instruções especiais, protocolos técnicos e solicitações de urgências e prioridades, envolve as seguintes atividades:
  - Programação mestre da produção - que é formada pelos planejamentos mensais de produção das máquinas de lingotamento contínuo, onde se visualiza o número diário de corridas a ser realizado em cada máquina para cada cliente e as datas previstas de troca de espessura.
  - Planejamento semanal de produção da Aciaria e do LTQ - que é um detalhamento maior da programação mestre da produção, onde é especificado, através dos saldos de pedidos a vazar na aciaria e a laminar no LTQ, o número de corridas e a tonelagem de placas a serem laminadas por cliente e por dia. Para a elaboração deste planejamento é utilizado como entrada os status de processo de pedido, as condições de estoque, o balanceamento de rotas e as previsões chegadas de navios e

barcaças e os planos de despacho dos modais rodoviário e ferroviário.

- Programação diária da Aciaria - que corresponde à programação em si, onde as especificações dos pedidos de aciaria são detalhadas e os horários de início e fim para cada pedido são definidos.
- Sequenciamento dos pedidos da aciaria - após o recebimento da programação diária, os seqüenciadores analisam em conjunto com a operação as condições operacionais e ordenam os pedidos a serem produzidos. Realizam também a manutenção do sincronismo operacional de toda a área da aciaria através da definição precisa dos horários de início e fim de todos os processos da aciaria, incluindo horário de posicionamento de panela de aço na torre do lingotamento contínuo, início e fim previstos de lingotamento com definição de velocidade de lingotamento e de tratamento de corridas nas estações de refino secundário (IRUT, RH e KR), assim como todas as definições relativas a contingências operacionais.
- Programação diária do LTQ - que é a programação da produção do laminador, através do ordenamento das placas a serem laminadas. Esta ordem deverá ser seguida a risca pela área operacional, já que as instruções ou chances de laminação seguem rigorosas regras técnicas na sua formação, visando atender critérios de prazo de entrega, qualidade do material, produtividade da linha, desgaste de cilindros etc..
- Sequenciamento do LTQ - após o recebimento da programação diária do LTQ são analisadas as condições operacionais e definido a seqüência de produção das instruções de laminação.
- Programação e sequenciamento das linhas de acabamento de bobinas - que é a programação da linha de tesouras e da linha de acabamento de bobinas, com a utilização de informações de estoque de material disponível e liberado para o sequenciamento das linhas, assim como informações sobre data de entrega e pedidos prioritários e, da mesma forma que no laminador de tiras a quente, obedecendo a critérios técnicos para a ordenação das bobinas a serem processadas.

- Acompanhamento de pedidos de placas e BQ's: tomada ações para correção de quaisquer desvios com relação ao atendimento dos pedidos no prazo, quantidade e qualidade prometida. As principais ações são aproveitamento de placas e/ou BQ's de estoque, troca de pedidos priorizando os mais urgentes, solicitação de priorização de pedidos para as áreas produtivas ou solicitação de revazamento de material na aciaria.
- Aproveitamento de placas e bobinas: que é uma função de gestão de estoques utilizada para aproveitamento de materiais que estão em estoque em função de não terem atendido a todas as especificações de determinado cliente, porém, que podem ser adequados a pedidos de outros clientes.
- Geração de informações corporativas: são também de responsabilidade da área a compilação das informações de produção, estoque e despacho bem como as comparações entre volumes planejados e realizados, e justificativas para as diferenças encontradas. Estas informações são enviadas à área de custos e controladoria para divulgação interna e externa dos resultados da empresa.

Enquanto a ArcelorMittal Tubarão era somente produtora de placas semi-acabados o PCP executava as atividades relativas ao planejamento, programação e controle de produção, movimentação, estocagem e despacho de placas. Todo o material produzido nas máquinas de lingotamento contínuo se deslocava através de vagões para a área de condicionamento de placas e posteriormente para os pátios aguardando o despacho. Como o foco da produção era o mercado externo a maior parte do despacho era por modal hidroviário através do porto de praia mole. Pequena parte que atendia o mercado interno era despachada por modal ferroviário.

Com a entrada da produção de bobinas os objetivos estratégicos da empresa tiveram que ser revistos para atendimento a um mercado exigente em termos de custo, serviço e qualidade do produto motivando o desenvolvimento de uma nova estratégia operacional para logística de BQ's, tanto dentro quanto fora da empresa que foi desenvolvido através do estudo "Modelo Operacional para a Logística de BQs" (2001). O fluxo físico logístico teve sua complexidade significativamente aumentada e o

envolvimento das áreas de PCP, logística, vendas e operacional foi de fundamental importância neste processo. Os principais desafios enfrentados foram:

- Projeto de uma área interna considerando níveis de eficiência operacional superiores aos da indústria nacional.
- Adaptação de diversos galpões existentes para a armazenagem de BQ's. O Quadro 6 apresenta a lista de pátios utilizados ou novos. Esta adaptação requereu além de reforma física de galpões, a reforma de pontes rolantes e instalação de outros equipamentos tais como carro de transferência e virador de bobinas.

Quadro 6 - Lista de pátios de processo e despacho de bobinas

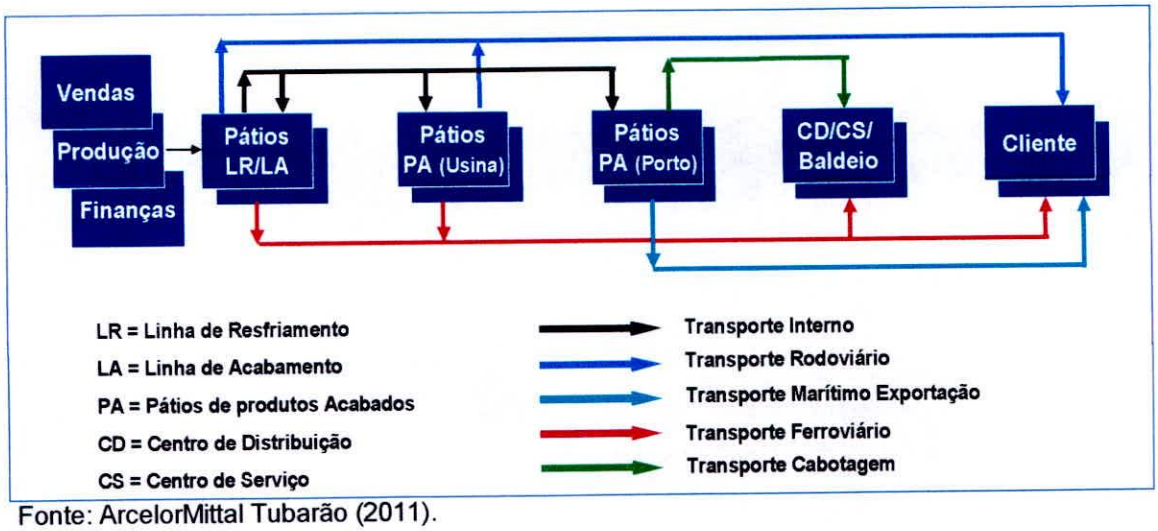
Pátio	Objetivo	Origem	Área Responsável
BQ0	Resfriamento	Galpão estripamento de lingotes	Operação
BQ1	Acabamento/ Despacho	Fornos de aquecimento de lingotes	Operação
BQ2	Acabamento / Despacho	Laminador desbastador	Operação
BQ3	Despacho	Pátio de placas	Logística
BQ4	Despacho	Fábrica de lingoteiras	Logística
BQ5	Despacho	Oficina de lingoteiras	Logística
BQ6	Despacho	Pátio de placas sem cobertura	Logística
BQ7	Resfriamento	Galpão estripamento + área nova sem cobertura	Operação
BQ8	Despacho	Área nova sem cobertura	Logística

Fonte: Elaboração própria (2011).

Como observado no Quadro 6, esta reforma foi fundamental no aproveitamento de galpões existentes e sem utilização, proporcionando significativa redução de custos de investimento.

- Fluxo interno de transporte complexo como mostrado na Figura 14. As bobinas produzidas podem realizar diversos fluxos até serem despachadas ao cliente obrigando uma gestão eficiente de movimentação interna e externa.

Figura 14 - Fluxo físico de BQ's



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

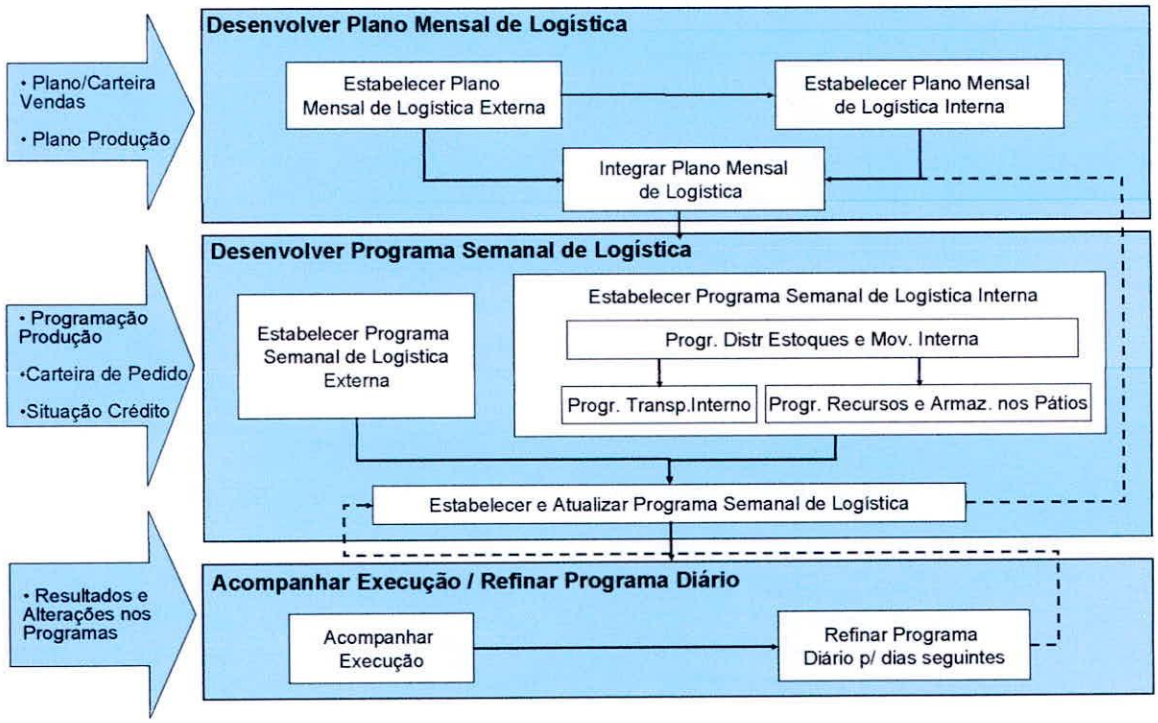
- Interrelação com fluxo de Placas.
- Distribuição através de modais distintos – Rodoviário, Ferroviário, Cabotagem e Marítimo Exportação.
- Vários terceiros logísticos envolvidos em Transporte e Armazenagem.

As responsabilidades de cada sub-sistema foram definidas gerando o modelo operacional descrito a seguir.

4.4.1 Planejamento e Programação

Este modelo, que é de responsabilidade das áreas de PCP e Logística, tem sua estrutura mostrada na Figura 15.

Figura 15 - Estrutura do modelo de planejamento e programação



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

O desenvolvimento do plano mensal de logística é realizado durante o planejamento mensal de vendas e produção (retroalimentando estes), integra o plano para placas e bobinas. O plano avalia capacidades e eventuais restrições dos pátios (área e recursos), transporte interno, CDs e transporte externo (ferroviário, rodoviário, marítimo e cabotagem) para a tomada de decisão a médio prazo.

No desenvolvimento do programa semanal de logística, o PCP gera a programação de distribuição de estoques através da otimização da distribuição de estoques de bobinas (e placas) *na Usina e no Porto, em função* da programação de produção / prontidão de lotes (sistema interno de controle de produção) e da programação de despacho e transferência para porto. Os seguintes itens são considerados:

- Capacidades dos pátios (armazenagem, pontes e outros equipamentos)
- Capacidade de transporte interno
- Estoques atuais e formação de lotes
- Vocação dos pátios (despacho rodoviário, ferroviário e hidroviário)

A área de logística valida a programação e caso existam restrições de capacidade, em conjunto, avalia as alternativas (por exemplo, áreas provisórias, antecipar descida de BQ's para porto, avançar estoque para CD, definir janelas específicas para movimentações internas, etc...).

Após a definição do programa de distribuição de estoques, as áreas operacionais (pátios e transportes) devem atualizar seus programas semanais e avaliar eventuais restrições. Todas as áreas envolvidas se reúnem com o seguinte objetivo:

- Avaliar alinhamento entre os programas logísticos (despacho, distribuição de estoques, pátios, transporte interno) e destes com os programas de produção e vendas.
- Resolver eventuais conflitos para programação futura.
- Avaliar resultados da semana anterior (resultados, ocorrências e indicadores de performance).
- Definir ações para resolver problemas de performance identificados na semana anterior.
- Atualizar plano mensal de Logística.

A etapa de acompanhamento de execução e refino do programa diário é responsável pelos seguintes itens:

- Resolução de pendências de programação.
- Instrução à operação (pátios, transporte, central caminhoneiros, porto, locomotiva, etc...).
- Acompanhamento da execução do programa diário.
- Registro de ocorrências (para acompanhamento de resolução) envolvendo áreas necessárias à solução imediata / definitiva.
- Ajuste na programação para dias seguintes em função da prontidão de lotes e de despacho, bem como em alterações nos programas. Outros ajustes são feitos continuamente à medida que seja necessário.

UFPB BIBLIOTECA CENTRAL

- Armazenagem nos Pátios de Produto Acabado

A estratégia de armazenagem segue regras como agrupamento de bobinas por cliente com vistas a facilitar a movimentação no momento do despacho. Regras como dimensões e peso indicam a possibilidade de agrupamento e empilhamento. O balanceamento dos equipamentos (pontes rolantes) entre recebimento e despacho de modo a manter níveis de serviço estabelecidos com a movimentação interna, entre outras, são realizadas pelo sistema informatizado de gerenciamento do pátio. Os pátios têm infra-estrutura mínima necessária a realização de ajustes manuais na embalagem, etiquetagem e verificação de avarias. Recursos de leitores de código de barras dão suporte para agilizar a conferência e minimizar possibilidade de erros no despacho. A área de logística instrui o despacho do 'código de despacho' que agrupa bobinas para o mesmo destino.

- Armazenagem nos Pátios do Porto

Através de uma estratégia que prevê sincronia entre a programação dos pátios internos, do transporte interno, do porto e das barcaças/navios o descarregamento de bobinas deverá ser diretamente no interior das barcaças ou no costado do navio, logo considera-se que a armazenagem deverá ser contingencial. Quando ocorre da embarcação não estar disponível as bobinas são armazenadas em áreas próprias do porto sem um critério específico. Isto se faz necessário para a liberação de espaço nos pátios internos de modo a evitar impacto no ritmo operacional.

- Gerenciar Modal Rodoviário

Na central de recepção de transportadores a área de logística administra a programação diária de transporte seguindo o plano de despacho diário e realiza ajustes caso sejam necessários. O plano de despacho é enviado ao transportador diariamente sendo que o mesmo tem até 48 horas para a retirada do material. É responsável por direcionar, regular a fila para pátios e diligenciar a chegada de caminhões com transportadoras. A gerenciadora de risco irá inspecionar todo veículo carregado verificando a peação de carga e condições gerais do veículo antes de liberar a documentação para o caminhão. O controle do despacho é feito por planilha Excel que receberá todas as informações necessárias para acompanhamento do despacho.

4.4.2 Operacional

Este modelo que é de responsabilidade das áreas de Operação e Logística tem as seguintes atribuições:

- Armazenagem nos Pátios das LR/LA

A operação dos pátios de resfriamento e das linhas acabamento deve sempre ter como objetivo a liberação contínua de espaço para a produção programada de modo a evitar impacto no ritmo operacional. Desta forma os pátios de resfriamento são divididos em alas específicas para agrupamento de bobinas com rota de despacho direto e rota para as linhas de acabamento. As bobinas quentes ao chegarem ao pátio são sempre alocadas à frente da anterior formando uma frente de calor conceituada de 'onda quente' circular. Desta forma bobinas frias liberadas para movimentação estariam sempre agrupadas na cauda da onda. O sistema informatizado de gerenciamento do pátio deve priorizar as operações dos equipamentos (pontes rolantes) para o recebimento e armazenagem do material recebido nos locais definidos. Depois devem instruir a retirada deste material seguindo o agrupamento realizado e a seqüência programada à medida que as bobinas sejam liberadas para movimentação. As movimentações podem ser para o porto/terminal de barcaça, pátios de despacho ou outros pátios de processo (linhas de acabamento). As operações de embalagem, etiquetagem e realocações devem ser realizadas de modo a favorecer a saída de materiais.

- Movimentação e Transferência Interna

Para otimização do dimensionamento de frota, esta deveria ser gerenciada por um único transportador. Os veículos deveriam ser intercambiáveis de forma a atender às necessidades de movimentações internas e de transferência para Porto/Terminal de Barcaça. Mas de fato, por questões de flexibilidade, optou-se por trabalhar com dois transportadores sendo um para movimentações de transferência para Porto/Terminal de Barcaça e outro para movimentações internas. Semanalmente é repassada ao transportador uma previsão de necessidade de recursos e a programação diária é passada toda manhã, para otimização dos recursos.

- Gerenciar Modal Ferroviário

O alinhamento da programação de composições será feito semanalmente com a Vale para confirmar o número de vagões necessários para cada destino com base na otimização/sequenciamento desejado. A área de logística é responsável por coordenar com a ferrovia, a locomotiva da AMT e os pátios de carregamento o posicionamento interno da composição e alocação de vagões para os pátios. A programação de carregamento para os clientes será comunicado com dois dias de antecedência e são esperados até 40 vagões por composição.

- Gerenciar Modal Cabotagem

A programação e rastreamento da operação de baldeio requerem uma comunicação direta entre a AMT e o operador de barcaça, operador portuário, ferrovia, CD/CS e transportador rodoviário. A programação de carregamento para os clientes do sul será comunicado com antecedência. O tempo de viagem da barcaça deve ser flexibilizado em conjunto com operador em função de variações do volume a embarcar ou atrasos durante a operação. ArcelorMittalVega será o operador logístico que coordenará as operações de baldeio e distribuição de produtos AMT a partir de São Francisco do Sul (SC).

- Gerenciar CD/CS e Locais de Baldeio

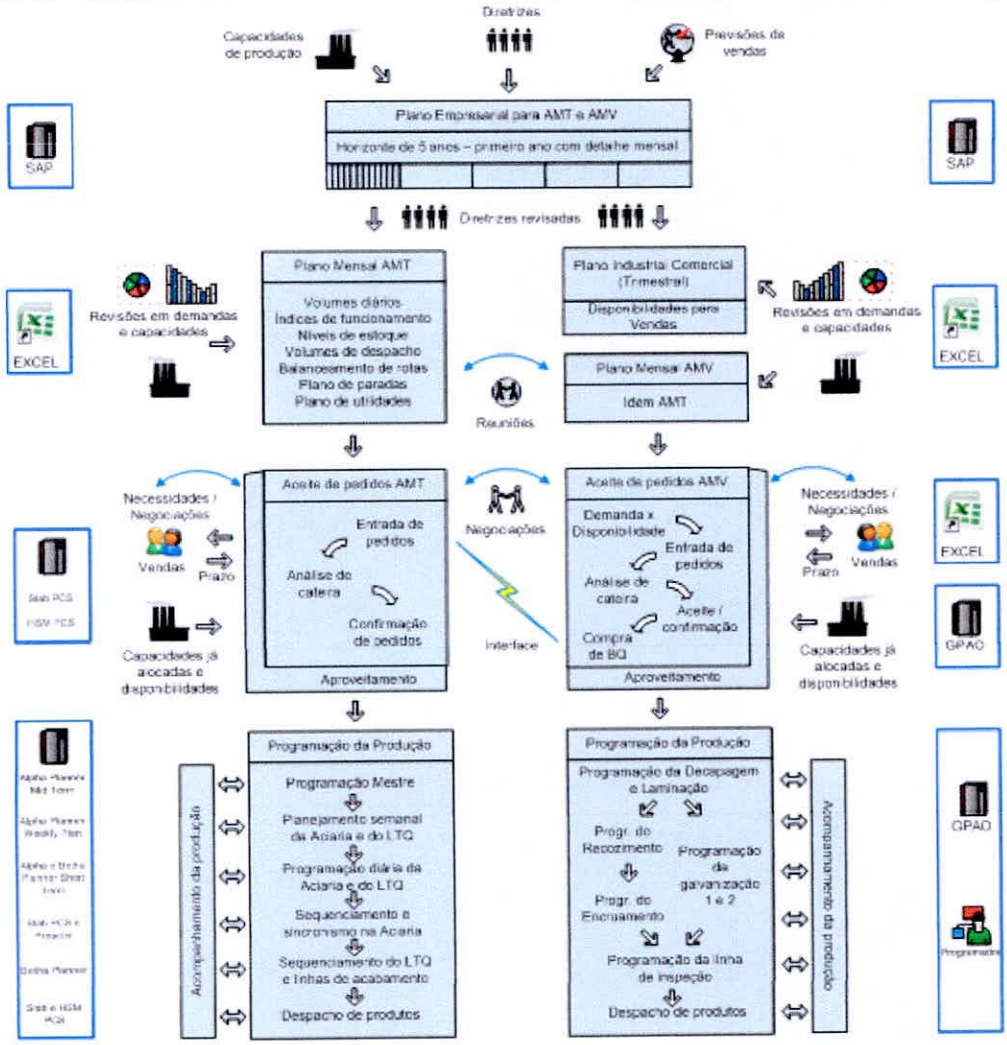
Os Centros de Distribuição e Serviço desempenham papel fundamental na operação logística para BQ's e sua interação com a área de Logística AMT será intensa.

4.4.3 Fluxo de Informações

Para suportar as atividades de produção e logística, conferindo produtividade e maior eficiência na geração dos programas de produção e no seu acompanhamento e proporcionando agilidade para tomadas de decisão e a assertividade das informações oficiais, colaborando para ao nível estratégico da empresa, o PCP dispõe de sistemas informatizados interligados a todos os níveis de informações. Pode-se destacar, por exemplo, o SAP® - *Supply Chain Planning* no planejamento estratégico, os sistemas

Planner (*AlphaPlanner, BetaPlanner* e *Material Flow Coordinator* da AI Systems®) para a programação de curto prazo, Planilhas Excel para o plano mensal, o sistema *PREACTOR* para o sincronismo da Aciaria, os sistemas informatizados de controle de processo (nível 2), entre outros.

Figura 16 - Sequência de atividades e sistema de produção de placas e bobinas de aço



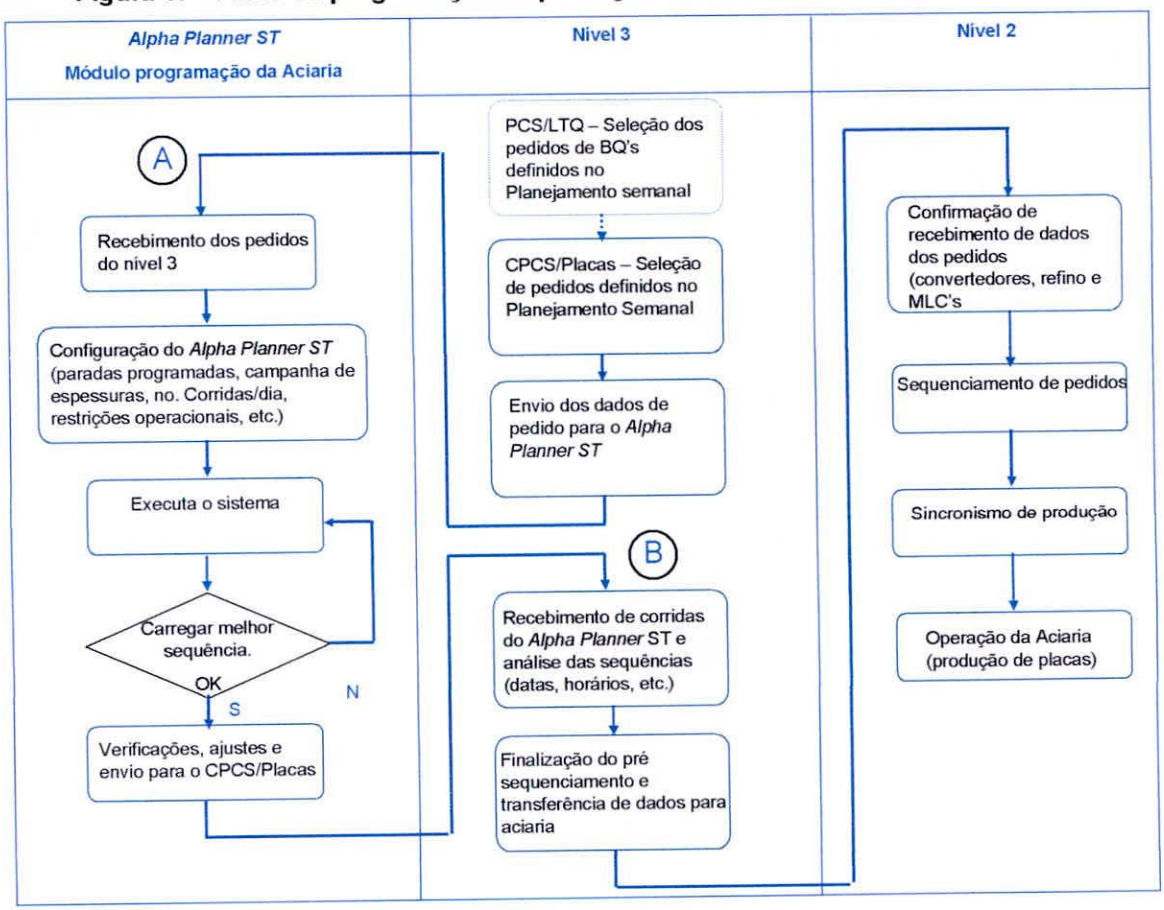
Fonte: Adaptado de Silva (2010, p 114).

Os sistemas descritos estão representados no lado esquerdo da Figura 16, mostrado a sequência de atividades desenvolvida pelas áreas responsáveis.

Segundo Souza (2008), antes da implantação do LTQ o PCP era responsável pela programação de placas na aciaria seguindo o fluxo descrito na Figura 17. Após a

definição dos volumes e pedidos a serem produzidos na aciaria, estes são selecionados no sistema interno de controle de produção (nível 3 – CPCS) e enviados para o módulo de programação diária da Aciaria, *AlphaPlanner*, para a formação de corridas e obtenção da melhor seqüência de distribuidores sugeridas para as MLC's, visando minimizar perdas de produção e otimizar os recursos disponíveis. Depois as melhores seqüências retornam ao sistema de controle, passam por avaliação e pré-sequeciamento e são enviados para os sistemas informatizados de controle de processo (sistemas de sincronismo e otimização) onde se tem a definição precisa dos horários de início e fim detalhado de todos os processos envolvidos na Aciaria

Figura 17 - Fluxo da programação da produção da Aciaria da ArcelorMittal Tubarão



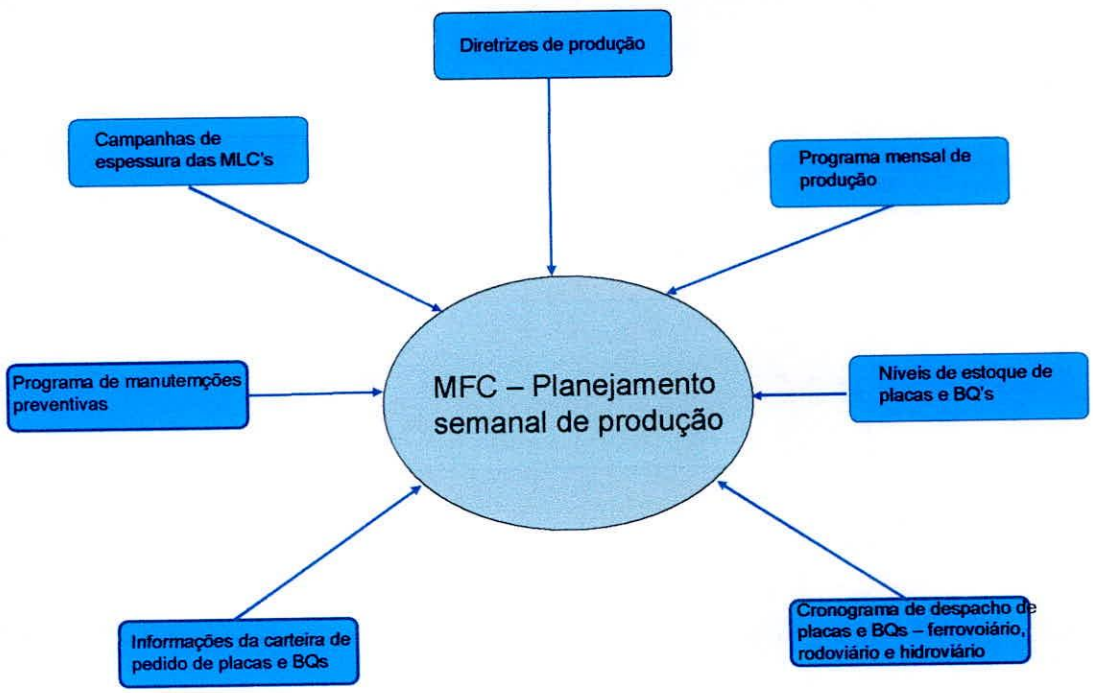
Fonte: Adaptado de Souza (2008).

Com a implantação do LTQ os sistemas existentes de PCP tiveram que ser adaptados e outros desenvolvidos para atendimento agora a uma nova rota de produtos.

Conforme Souza (2008), o planejamento semanal de produção da Aciaria passa a ser elaborado com o auxílio da ferramenta MFC (Material Flow Coordinator), que é um sistema de apoio ao planejamento da produção desenvolvido para indústrias siderúrgicas visando atender de forma balanceada e com recursos otimizados, aos estoques intermediários, às demandas de clientes de placas, demandas do LTQ, restrições da aciaria, demandas de despachos e linhas de acabamento, baseado em datas limites de processos. Conforme mostrado na Figura 17 em pontilhado agora também passa a ser considerada os pedidos de BQ's no planejamento semanal.

A Figura 18 mostra as principais entradas para o sistema de planejamento semanal de produção da aciaria observando agora a necessidade devida à produção de BQ's.

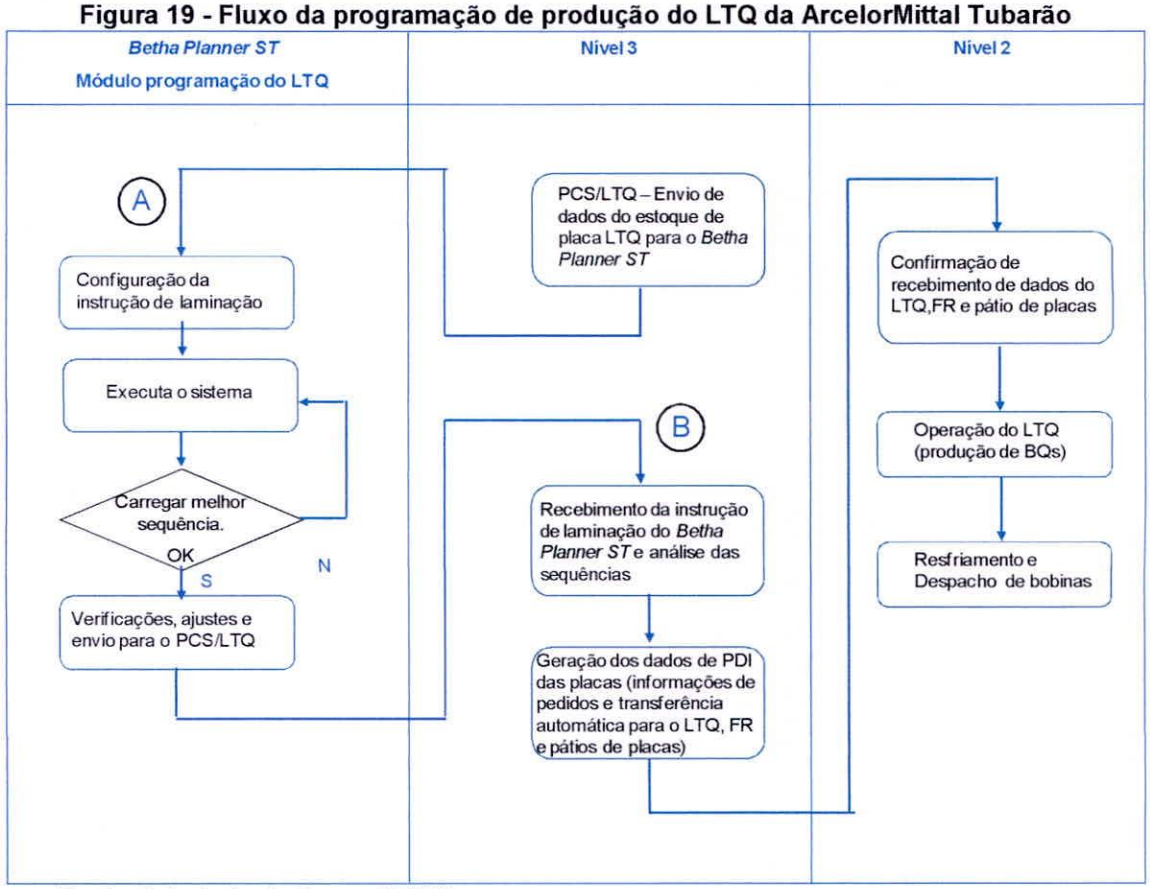
Figura 18 - Principais entradas do planejamento semanal de produção da ArcelorMittal Tubarão



Fonte: Adaptado de Souza (2008).

Para o LTQ foi desenvolvido o sistema *Beta Planner* que é uma ferramenta chave do seqüenciador na elaboração de uma Instrução de Laminação (IL) ótima do LTQ. Ele gera automaticamente uma programação, suporta a inserção de múltiplas restrições e manuseia todos os aspectos importantes no processo de laminação, inclusive as restrições *upstream* e de *downstream*, servindo como suporte na tomada de decisão (Figura 19). Nesta configuração o sistema interno de controle de produção (nível 3 – CPCS) é responsável por centralizar todas as informações desde a entrada e especificação de pedidos, passando por todo o planejamento, programação e controle da produção até o despacho do material (programação diária e semanal de despacho, transferências para porto/terminal de barcaças, instrução de despacho, rastreamento de cargas e gerenciamento de transportadores) além de suporte a todas as funções de consulta de clientes. O nível 3 é também o elo de integração com o módulo de programação do LTQ (*Betha Planner*) e os sistemas de controle de processo e gerenciamento dos equipamentos de produção do LTQ (nível 2 – pátio de placas, forno de reaquecimento de placas, laminador, pátios de resfriamento e despacho de bobinas e linhas de acabamento). O sistema informatizado de controle e gerenciamento dos pátios fica responsável pela estratégia de armazenagem nos pátios e pela execução das instruções de movimentação de recebimento, armazenagem e despacho de bobinas nos pátios.

Figura 19 - Fluxo da programação de produção do LTQ da ArcelorMittal Tubarão



Fonte: Adaptado de Souza (2008).

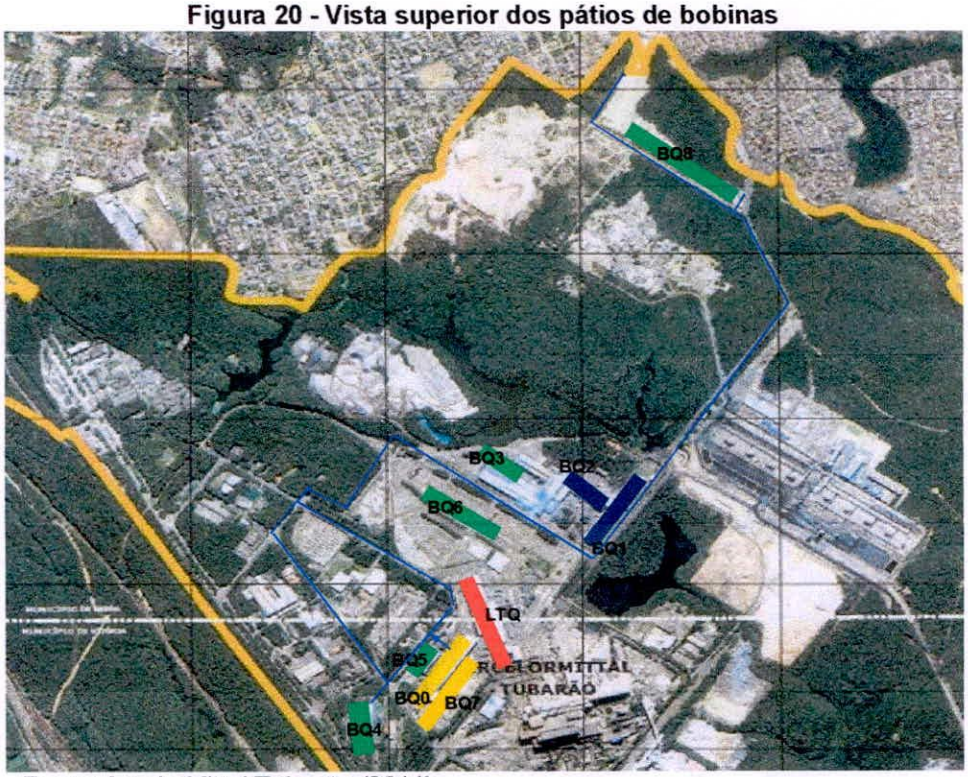
4.5 Caracterização Geral dos Pátios de Bobinas

A implantação do modelo desenvolvido apesar de parecer bastante consistente em sua totalidade apresentou diversos fatores que dificultavam a movimentação e armazenagem de bobinas gerando retrabalho e perda de produtividade principalmente no ambiente operacional validando a afirmação de Koster *et al.* (2007) de que os modelos são específicos para cada projeto de armazém dependendo também da área de negócio e dos produtos produzidos. Observou-se também que variações nas estratégias de produção ou despacho influenciam diretamente o índice de trabalho nos pátios.

Um fator identificado é que o elevado número de pátios internos aumenta a complexidade do modelo de decisão que indica o pátio destino da bobina interferindo na movimentação entre pátios e na armazenagem das bobinas e refletindo no custo de

transporte interno. Para minimizar esta situação deve haver uma boa integração entre as diversas áreas e sistemas envolvidos de modo a atender ao modelo logístico proposto. A Figura 20 mostra uma vista superior dos pátios de bobinas existentes.

Figura 20 - Vista superior dos pátios de bobinas



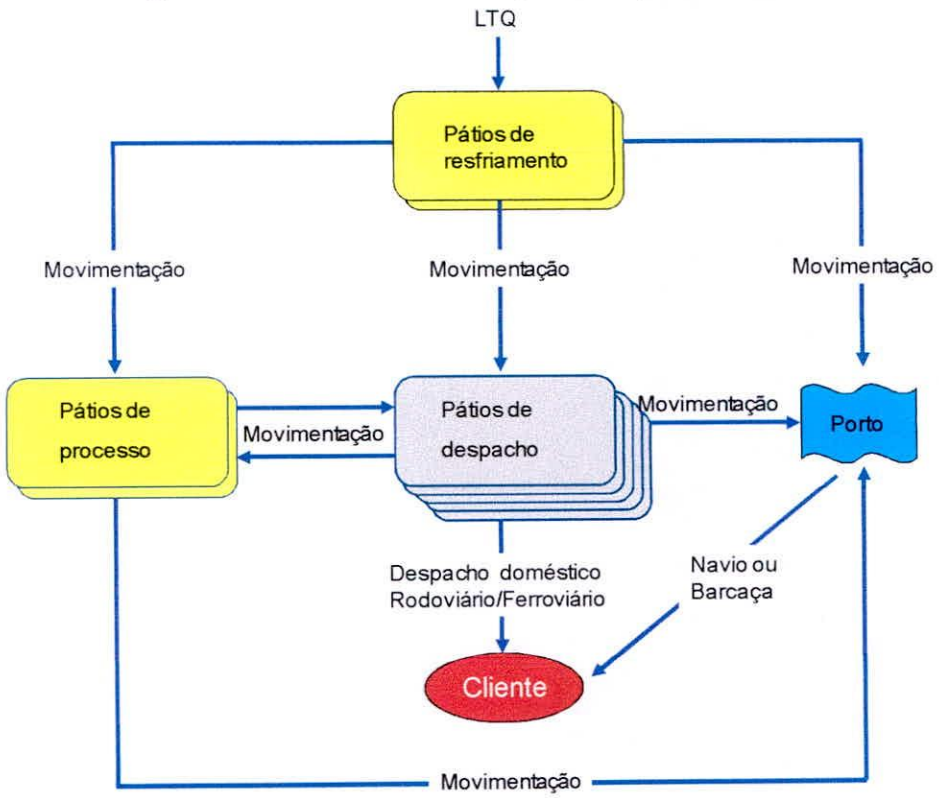
Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

A Figura 20 localiza o Laminador de Tiras a Quente (LTQ), os pátios internos de resfriamento (BQ0 e BQ7), os pátios internos de processo (BQ1 e BQ2) e os pátios de despacho (BQ3, BQ4, BQ5, BQ6 e BQ8) mostrando os trajetos percorridos pelos caminhões desde o resfriamento até o despacho final da bobina. Segundo estudo interno realizado pela área de logística de produtos (Necessidade de Investimento para Pátios de Despacho de BQ's, 2009) um caminhão de despacho rodoviário pode percorrer até 12 km entre a chegada e a saída da empresa. Já os caminhões de movimentação interna podem percorrer até 6 km quando a movimentação é para o pátio BQ8.

Além disso cada pátio possui características próprias em função de sua capacidade de estocagem, vocação de despacho de bobinas (Rodoviário, Ferroviário e

Hidroviário), seu *layout*, número de equipamentos disponíveis e posição de paradas de veículos para entrada e saída de materiais. A Figura 21 apresenta o fluxo de movimentação das bobinas entre os diversos pátios internos.

Figura 21 - Fluxo de movimentação entre pátios internos



Fonte: Elaboração própria (2011).

Os pátios são chamados de processo por estarem envolvidos diretamente com a produção, sendo divididos em pátios de resfriamento cuja função principal é resfriar as bobinas produzidas pelo LTQ até uma temperatura adequada para ser movimentada por caminhões e pátios de acabamento que contém dentro deles linhas de produção de acabamento de bobinas, necessitando realizar movimentações internas para alimentação e escoamento das linhas de produção. Os pátios são chamados de despacho por estarem envolvidos com o despacho de bobinas diretamente para os clientes através de modal rodoviário ou ferroviário ou para o porto através de modal hidroviário. Segundo dados das bases de produção da empresa no ano de 2010 aproximadamente 60% da produção foi despachado por modal hidroviário através dos

pátios de resfriamento, 28% foi despachado por modal rodoviário através dos pátios de despacho e 12% foi despachado por modal ferroviário através dos pátios de despacho.

A Quadro 7 apresenta as principais características dos pátios internos.

Quadro 7 - Características dos pátios internos

Pátio	Objetivo	Capacidade de estocagem (no. bobinas)	Vocação de despacho	Layout (empilhamento)	No. equipamentos	Posições parada de veículos (Rodoviário/ Ferroviário)
BQ0 (Processo)	Resfriamento	1985	Rodoviário	2 camadas	2 pontes rolantes	15/0
BQ1 (Processo)	Acabamento/ Despacho	1393	Rodoviário	2 camadas	4 pontes rolantes e 2 linhas de acabamento	5/0
BQ2 (Processo)	Acabamento / Despacho	1273	Rodoviário	3 camadas	2 pontes rolantes	1/0
BQ3 (Despacho)	Despacho	600	Rodoviário	3 camadas	1 ponte rolante	4/7
BQ4 (Despacho)	Despacho	2148	Rodoviário /Ferroviário	3 camadas	3 pontes rolantes	4/9
BQ5 (Despacho)	Despacho	638	Rodoviário/ Ferroviário	3 camadas	1 ponte rolante	3/6
BQ6 (Despacho)	Despacho	1700	Rodoviário/ Ferrroviário	1 camada	1 empilhadeira	14/10
BQ7 (Despacho)	Resfriamento	986	Rodoviário	1 camada	2 empilhadeiras	20/0
BQ8 (Despacho)	Despacho	1304	Rodoviário	1 camada	2 empilhadeiras	50/0

Fonte: Elaboração própria (2011).

As bobinas são recebidas nos pátios de resfriamento BQ0 ou BQ7 através de carros de transferência e walking beans. No pátio BQ0 são armazenados em até duas camadas nas áreas reservadas conforme a rota (porto/terminal de barcaça, despacho direto, linha de acabamento e linha de tesoura) seguindo a regra chamada 'onda quente' onde as bobinas são sempre alocadas sequencialmente uma em frente à outra formando uma frente de calor. Isto possibilita que as bobinas já resfriadas no final da onda sejam retiradas liberando espaço para que novas bobinas quentes sejam colocadas ciclicamente. Outras regras importantes consideradas são dimensão e

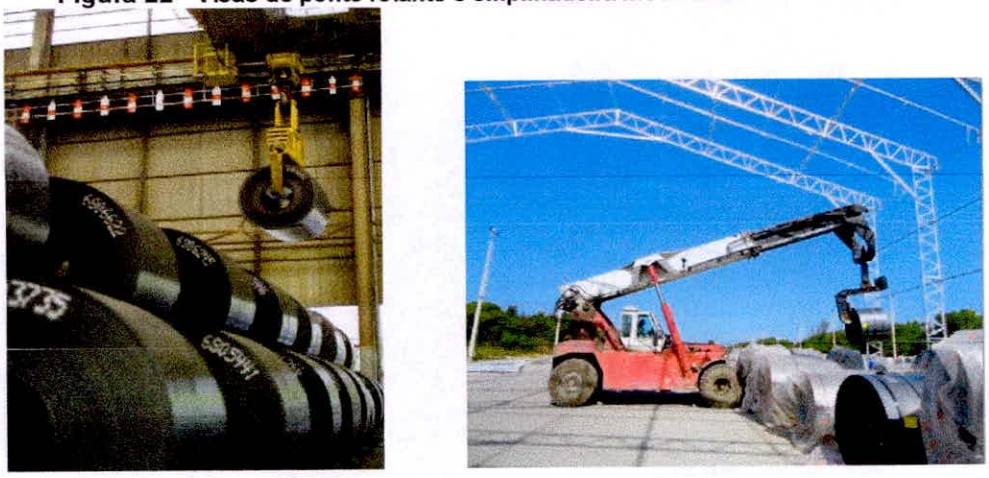
possibilidade de empilhamento. A saída de bobinas deste pátio é realizada por caminhões que param em posições específicas seguindo como regras principais a liberação de espaço, instrução de movimentação e prioridade. Toda a movimentação de bobinas neste pátio é realizada por pontes rolantes (Figura 22) conduzidas pelo sistema de gerenciamento do pátio. Para o pátio BQ7 que são enviadas bobinas de clientes que permitem resfriamento em pátio descoberto, armazena-se em apenas uma camada também usando o conceito de 'onda quente'. Toda a movimentação de bobinas neste pátio é realizada por empilhadeiras conduzidas pelo sistema de gerenciamento do pátio.

O pátio de processo BQ1 é dividido em três principais áreas: em um extremo tem a área de entrada da linha de acabamento, cuja função é a melhoria superficial da bobina, em outro extremo tem a área de entrada da linha de tesoura, cuja função é o corte da bobina e na região central tem a área de saída de bobinas. Nas áreas de entrada as bobinas chegam por caminhões que param em posições específicas. O empilhamento é realizado em duas camadas e segue basicamente a regra de bobinas instruída para processamento. Na área de saída o empilhamento é realizado em duas camadas e segue regras de dimensão e agrupamento por cliente. Como a área de saída deste pátio não tem capacidade suficiente, as bobinas podem ser movimentadas por carro de transferência para o pátio de processo/despacho BQ2. A saída de bobinas destes pátios é realizada por caminhões que param em posições específicas e são carregados segundo instruções de movimentação para os pátios de despacho ou para despacho doméstico rodoviário ou hidroviário, seguindo prioridade definida pela área de logística. Toda a movimentação de bobinas neste pátio é realizada por pontes rolantes (Figura 22) conduzidas pelo sistema de gerenciamento do pátio.

Nos pátios de despacho as bobinas são recebidas continuamente através de caminhão que param em posições específicas de entrada e saída. O empilhamento é realizado em até três camadas e as bobinas são armazenadas seguindo regras de agrupamento por clientes, dimensão ou a critério do operador da ponte rolante dependendo do ritmo de recebimento de bobinas no pátio. A saída de bobinas destes pátios é realizada por caminhões ou vagões que param em posições específicas comuns de entrada e saída seguindo instruções de despacho rodoviário e ferroviário dependendo do pátio e instruções de movimentação para outros pátios de despacho

quando necessário. Toda a movimentação de bobinas nestes pátios é realizada por pontes rolantes ou empilhadeiras conduzidas pelo sistema de gerenciamento do pátio conforme mostra a Figura 22 (a) e (b).

Figura 22 - Visão de ponte rolante e empilhadeira movimentando uma bobina



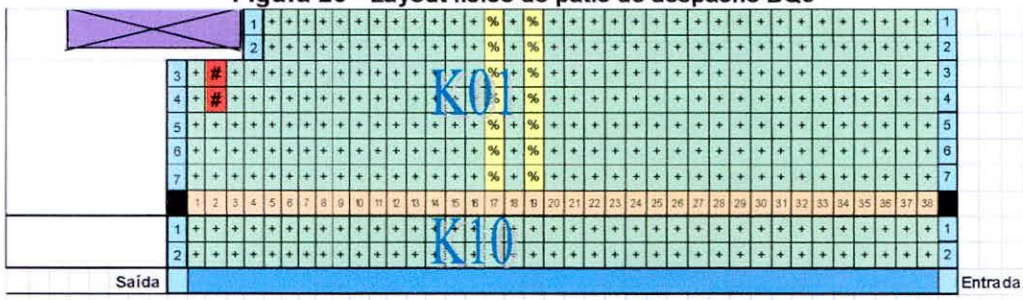
(a) (b)

Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

4.6 O Pátio – caso atual

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi considerado o estudo de caso de um pátio de despacho onde são analisados os fatores que caracterizam o processo de recebimento, movimentação, armazenagem e despacho de bobinas sendo posteriormente analisadas técnicas que modificam o trabalho, pontos positivos e negativos, considerando a teoria apresentada na revisão bibliográfica. O trabalho foi desenvolvido baseado nas técnicas de construção de cenários de Grumbach conforme representado na Figura 9. O pátio de despacho BQ5 foi selecionado por se tratar de um pátio típico, cujas características são mostradas no Quadro 7 e cujo layout físico é mostrado na Figura 23.

Figura 23 - Layout físico do pátio de despacho BQ5



LEGENDA	
+	ENDEREÇOS COM RESTRIÇÃO = NÃO RECEBER BOBINAS COM DIÂMETRO < 1400 NA 1ª CAMADA
%	COLUNAS DESTINADAS PARA SEPARAÇÃO / PALETIZAÇÃO DE BOBINAS PARA CARREGAMENTO FERROVIÁRIO
#	ÁREA SEGREGADA PARA BOBINAS COM ANOMALIAS
	RUA HORIZONTAL DE PARADA DE CAMINHÕES E VAGÕES
X	SALA DO SUPERVISOR DA CONTRATADA

OBSERVAÇÕES:				
TOTAL DE BERÇOS FIXOS - METÁLICOS				244
TOTAL DE BERÇOS ALTERNATIVOS - COLUNAS 17 E 19				14
TOTAL DE BERÇOS DO BQ5 (área K01)				258
TOTAL DE BERÇOS DO BQ5 (área K10 - pronto despacho ferro)				76
CAPACIDADE DE RECEBIMENTO POR CAMADA				
	1ª CAMADA	2ª CAMADA	3ª CAMADA	TOTAL
K01	258 BQS	208 BQS	172 BQS	638 BQS
K02	76 BQS			
QUANTIDADE MÁXIMA DE CAMADAS				3

RESTRIÇÕES
COLUNAS 17 E 19
COLUNAS DESTINADAS PARA SEPARAÇÃO E PALETIZAÇÃO DE BQS PARA CARREGAMENTO FERROVIÁRIO, RESTRITO A RECEBIMENTO SOMENTE NA 1ª CAMADA.

Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

O pátio de despacho BQ5 é composto pela área (K01) tendo 38 alas (indicado pela linha em cor creme), 7 colunas (indicado pela linha em cor azul claro) e permite o empilhamento em até 3 camadas, onde os quadrados verde com o sinal de (+) no interior representam os berços que recebem as bobinas. Uma área (K10) segregada para material pronto para despacho ferroviário, localizada ao lado das posições de parada de caminhões e vagões (indicado pela linha em cor azul escuro onde no lado direito é a entrada e no lado esquerdo a saída), com 38 alas e 2 colunas que permite o empilhamento em 1 camada. Com isso tem-se uma área total de armazenagem de 736 bobinas.

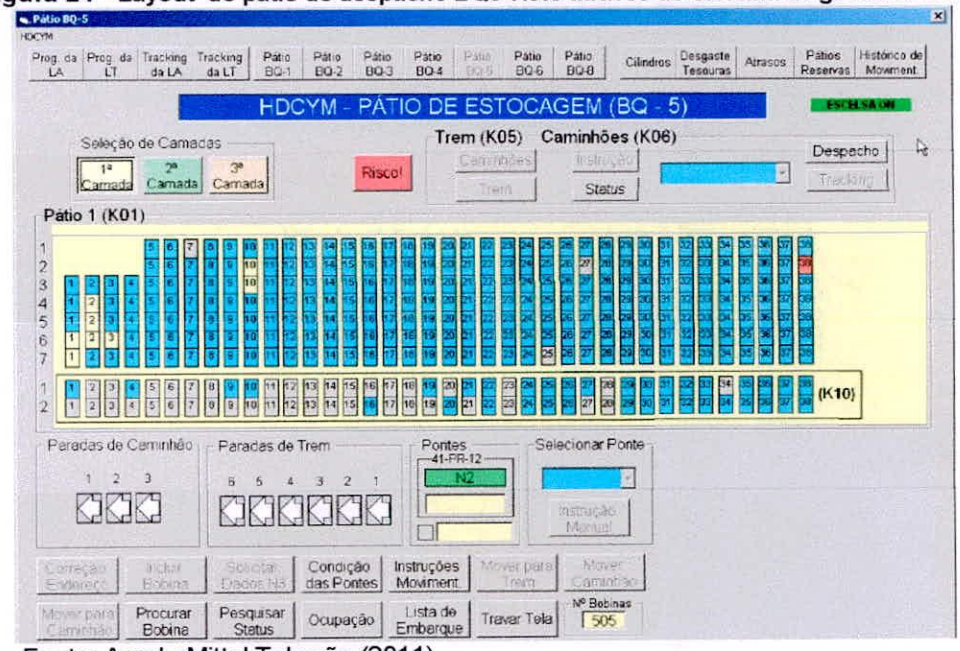
Considerando algumas restrições nas alas 1 a 4 que tem 5 colunas em função da posição da sala de operação, nas alas 17 e 19 que somente permite uma camada por ser área reservada a preparação e paletização de bobinas para despacho ferroviário onde os quadrados amarelos com sinal (%) no interior representam os berços que recebem as bobinas, o pátio BQ5 tem uma área útil de armazenamento de 638 bobinas.

É operado por uma ponte rolante, tem 3 posições de parada de caminhões e 6 posições de parada de vagões ferroviários ocupando o mesmo espaço físico (indicado

pela linha em cor azul escuro onde no lado direito é a entrada e no lado esquerdo a saída), ou seja, quando é executado o despacho ferroviário não é possível realizar o recebimento e nem despacho rodoviário. Sua função principal é o armazenamento de bobinas para despacho.

É importante salientar que toda bobina de despacho ferroviário passa pela área K01, nas alas 17 e 19, antes de ser movimentada para a área K10. A Figura 24 apresenta uma visão do pátio apresentada através do sistema de gerenciamento por onde podem são realizadas todas as operações de recebimento, movimentação e despacho realizadas no pátio. As posições quadradas em cor azul indicam berço com a existência de bobina armazenada e em cor cinza indica que não existe bobina.

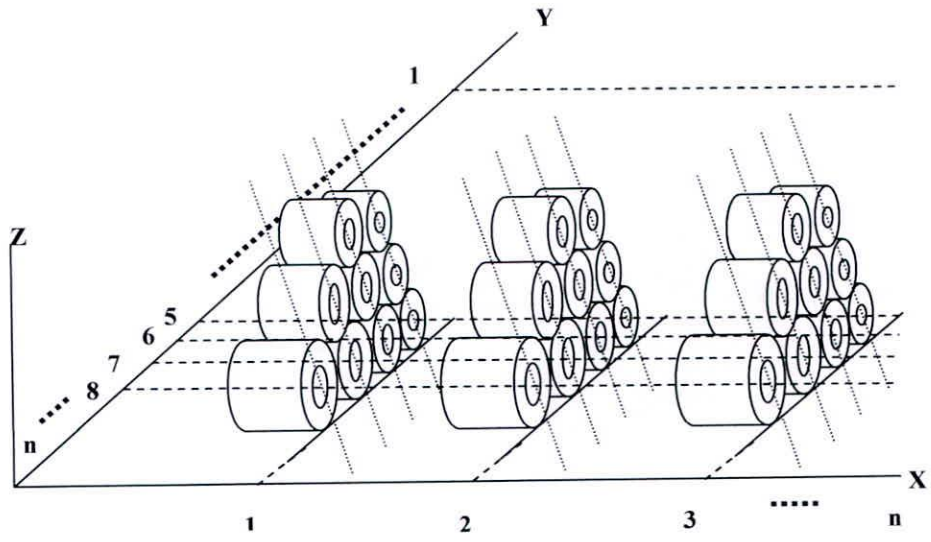
Figura 24 - Layout do pátio de despacho BQ5 visto através do sistema de gerenciamento



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

O armazenamento é realizado segundo o conceito de ala, coluna e camada através de uma estrutura matricial de coordenadas x, y e z utilizada para endereçar as bobinas em seus respectivos berços em até três camadas e em posição horizontal (face apoiada nos berços) conforme mostrado na Figura 25.

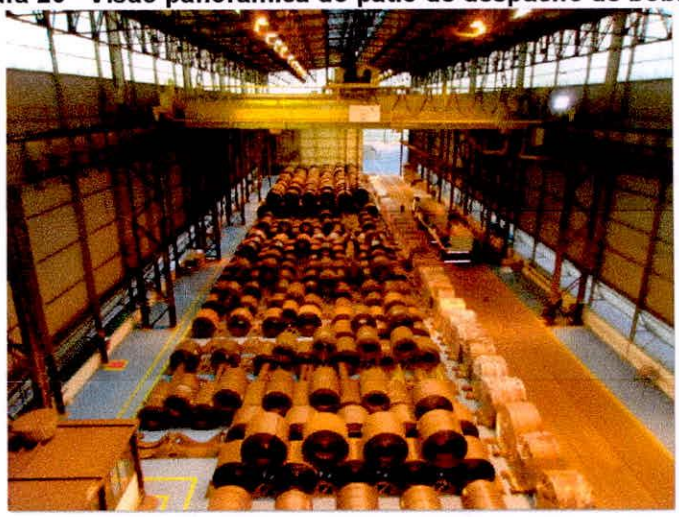
Figura 25 - Estrutura matricial de armazenamento de bobinas



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

Embora no planejamento mensal e semanal o PCP discuta os planos com as áreas de produção e logística, cada área trabalha para maximizar sua produção e é no plano diário que são ajustadas as limitações de cada área produtiva à frente. Desta forma os pátios recebem bobinas por caminhões no ritmo de produção da linha anterior e armazena nos berços. Simultaneamente para cumprir o plano de despacho bobinas são movimentadas para caminhões ou para vagões. Para atendimento a demanda de recebimento e despacho são utilizados os mesmos equipamentos. A Figura 26 Mostra uma visão do pátio com a área de armazenagem vista abaixo, as posições de parada vista a direita, a área segregada para material pronto para despacho ferroviário vista logo a esquerda desta, sendo todos no sentido longitudinal e a ponte rolante vista acima na cor amarela.

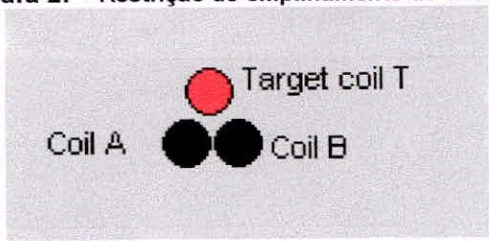
Figura 26 - Visão panorâmica do pátio de despacho de bobinas



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

Para atendimento ao prazo de entrega a área de produção utiliza estratégias e critérios de produção visando a produtividade máxima da planta, desta forma a produção é contínua e de diferentes produtos de clientes, pedidos e dimensões que são enviados aos pátios por caminhões. O armazenamento das bobinas segue o critério de agrupamento por cliente e dimensão. Por cliente pois o despacho é realizado para o mesmo cliente e por dimensão por restrições de empilhamento, ou seja, como mostrado na Figura 27, caso exista uma diferença de diâmetro muito grande entre bobinas adjacentes A e B não é permitido o empilhamento da bobina T por questões de segurança.

Figura 27 - Restrição de empilhamento de bobinas



Fonte: Elaboração própria (2011).

Em caso de impossibilidade quebra-se o critério do cliente e armazena-se onde tiver espaço disponível. Como bobinas com prazo de entrega menor chegam primeiro ao pátio eles tendem a ficar armazenados nas camadas inferiores requerendo

realocação dos mesmos para serem despachados. O número de movimentações para deslocamento de material desde o recebimento até o despacho em um armazém depende de seu layout, ou seja, do número de áreas disponíveis. Em um armazém com uma área normalmente esperam-se um mínimo de duas movimentações de material, sendo uma para receber e outra para despachar. Realocação ou movimentação extra de material significa movimentar um produto que está obstruindo outro que se deseja recuperar causando retrabalho e custo. Em geral o número total de movimentações é calculado conforme mostrado na Fórmula 1.

$$NTM = (NMR + NMP + NMD + NR) \quad (1)$$

Formula 1 – Número total de movimentos por material
Fonte: Elaboração própria (2011).

Onde NTM = número total de movimentações por material
NMR = número de movimentações no recebimento
NMP = número de movimentações na preparação
NMD = número de movimentações no despacho
NR = número de realocações ou movimentos extras

Segundo Pan et al. (2008) a recuperação de produtos é considerado um dos maiores custos em armazéns afetando principalmente o tempo de movimentação na saída do armazém, de forma que a política de armazenagem deve objetivar alocar os produtos de forma que o tempo de recuperação seja reduzido. O número de realocações pode ser representado como:

$$Número_de_realocações = f(posição_da_bobina, número_bobinas_acima) \quad (2)$$

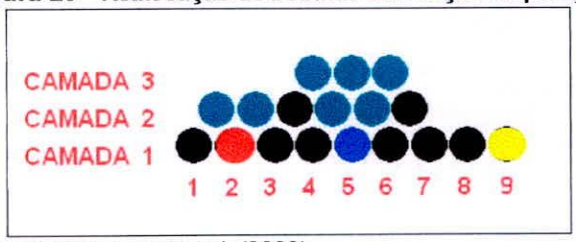
Formula 2 – Representação do número de realocações possíveis de uma bobina
Fonte: Elaboração própria (2011).

Onde posição da bobina, significa a camada onde a bobinas está, variando de 1 a 3 e número de bobinas acima, significa o número de bobinas acima da bobina que se deseja movimentar, variando de 0 a 5.

Logo dependendo de sua posição, pode ser necessária a realização de até cinco

movimentações, para que ela seja acessada. Como exemplifica a Figura 28 para se acessar a bobina amarela, não ocorrerão movimentações extras, pois ela está em camada 1 e não existem bobinas sobre ela. Para acessar a bobina vermelha, serão necessárias duas realocações, pois ela está em camada 1 e será necessário retirar duas bobinas que estão sobre ela. Por fim, para acessar bobina azul, que corresponde ao pior caso, serão necessárias cinco movimentações.

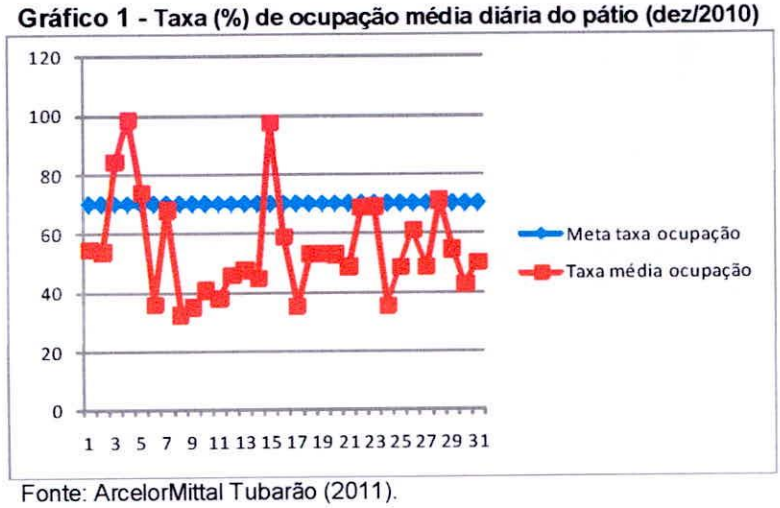
Figura 28 - Realocação de bobinas em função da posição



Fonte: Bittencourt et al. (2009)

Segundo o padrão interno de operação para um melhor aproveitamento da área útil o pátio deveria trabalhar com uma taxa média de ocupação de berços de 70%, mas o que observa-se no Gráfico 1 é que este patamar dificilmente é mantido, significando espaço ocioso no pátio.

Gráfico 1 - Taxa (%) de ocupação média diária do pátio (dez/2010)

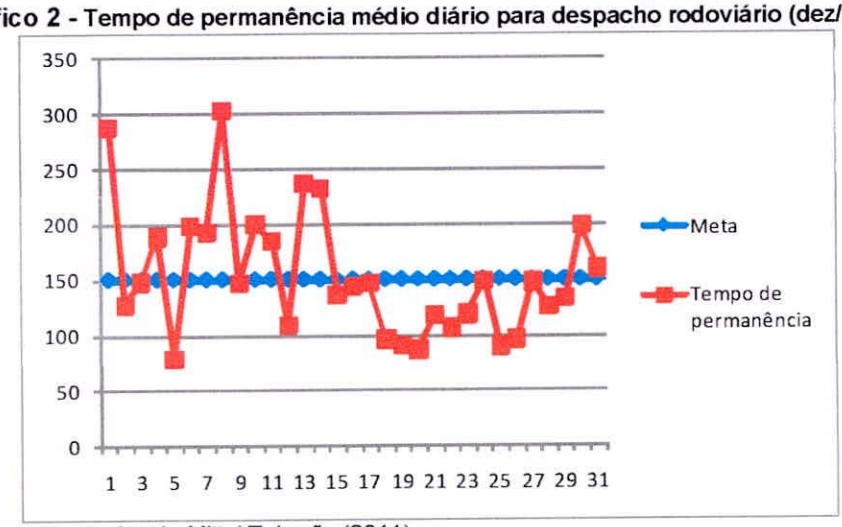


Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

Para atendimento ao plano de despacho, a área de logística tem um grande desafio. Seus pátios são os últimos antes do despacho e tem que lidar com o recebimento e armazenamento das bobinas da área de produção, com a preparação de bobinas instruídas para despacho e com o despacho. Para o despacho doméstico por

caminhões é definido uma meta de tempo de permanência máximo de 2:30h. Este tempo é calculado pela diferença entre o momento de chegada na empresa com a instrução de despacho e o tempo de emissão da nota fiscal.

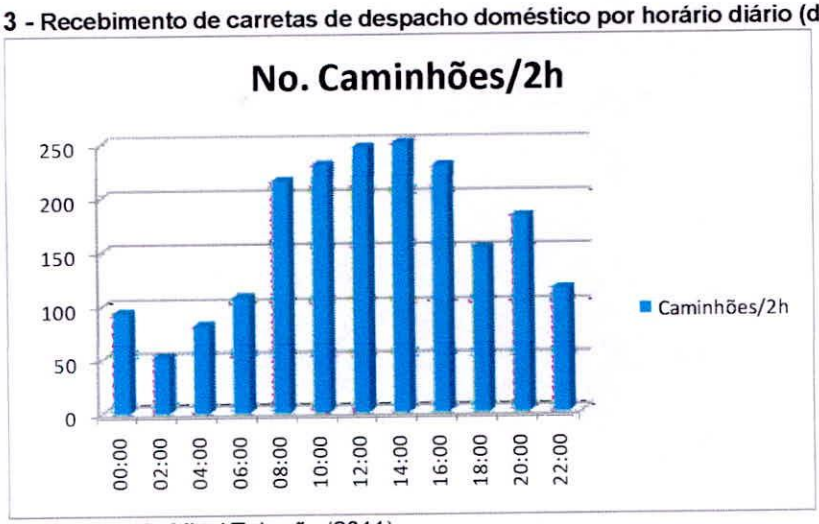
Gráfico 2 - Tempo de permanência médio diário para despacho rodoviário (dez/2010)



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

Conforme mostra o Gráfico 2 o tempo de permanência médio diário com muita freqüência ultrapassa a meta definida. Ele pode ser afetado pelo número excessivo de caminhões que chegam para carregamento no mesmo período, quando o caminhão é carregado em mais de um pátio, quando aguarda descarregamento de bobinas ou quando ocorre carregamento lento em algum pátio.

Gráfico 3 - Recebimento de carretas de despacho doméstico por horário diário (dez/2010)

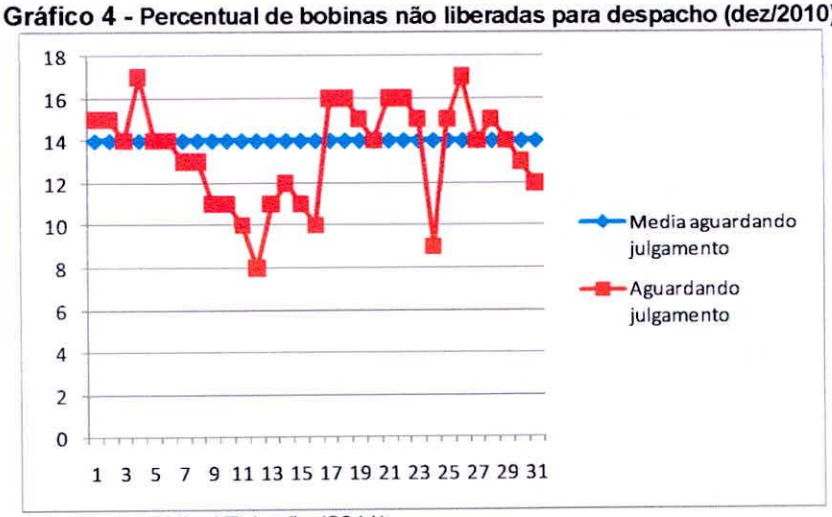


Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

Conforme mostra a Gráfico 3 os caminhões para despacho doméstico estão normalmente concentrados no período diurno. Isto ocorre devido aos motoristas da empresas transportadoras e agregadas preferirem o trabalho diurno. A relação com estas empresas é um desafio constante para os gestores da companhia.

A programação de despacho é realizada diariamente pelo programador que deve seguir critérios e restrições definidas pelo cliente, pelo transportador e pela própria empresa, limitando a disponibilidade das bobinas existentes no pátio para despacho. O Gráfico 4 mostra que em média 14% das bobinas não estão liberadas para despacho porque ainda estão aguardando julgamento pela área de inspeção e qualidade.

Gráfico 4 - Percentual de bobinas não liberadas para despacho (dez/2010)



Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

As principais restrições são descritas abaixo:

- Somente podem ser programadas bobinas totalmente liberadas para despacho.

No pátio as bobinas não liberadas são:

- Bobinas aguardando processamento nas linhas de acabamento.
- Bobinas aguardando julgamento de despacho com alguma pendência de processo (julgamento final, análise química, amostragem).
- Bobinas aguardando julgamento de despacho com alguma pendência do cliente (por exemplo, crédito).
- Bobinas aguardando instrução de despacho, mas com restrição de recebimento pelo cliente, ou seja, o cliente limita a tonelagem que deseja receber por dia.

- Bobinas aguardando instrução de despacho, mas com restrição de recebimento pelo cliente, pois foi produzido antecipadamente.

- Após realizada a programação de despacho rodoviário o transportador tem até 48h para a retirada do material. O ritmo de chegada de caminhões para despacho é aleatório se concentrando no horário diurno. Para despacho ferroviário é previsto até 40 vagões a cada 2 dias, mas que depende da disponibilidade do transportador e do volume de bobinas liberadas.
- O modelo de despacho adotado é por unidade/cliente, ou seja, cada instrução de despacho determina as bobinas que serão carregadas no caminhão ou vagão. O motorista do caminhão ao chegar a empresa trás consigo a instrução de despacho indicando quais as bobinas que deverão ser levadas.
- A carga é negociada com o transportador que sempre deseja maximizar a capacidade do caminhão e não aceita levar peso menor do que definido com o transportador.

UFPB
BIBLIOTECA CENTRAL

Por outro lado a operação logística de produto em cada pátio acompanha diariamente número de bobinas e o estoque de forma a controlar o ritmo de recebimento, armazenagem, movimentação e despacho sendo que quando alguma destas variáveis atinge patamares acima do esperado, atua para manter o pátio operacional. Quando o número de bobinas atinge seu limite em determinado pátio, elas são desviadas para outros pátios ou em casos extremos são colocadas em locais provisórios com o risco de perda de rastreabilidade, qualidade e avaria.

4.7 Possibilidades de Rearrumação das Bobinas

Diante do exposto foi possível verificar as principais características da dinâmica operacional do pátio. Em função deste cenário atual serão analisados e discutidos outros cenários de movimentação e armazenagem que poderão ser aplicadas de forma a melhorar as taxas de ocupação e movimentação do pátio. Está sendo considerado nesta análise que a empresa dispõe de sistemas integrados de PCP e de gerenciamento de pátios conforme já discutidos.

Antes de iniciar a análise serão descritas as premissas e considerações em função das características do processo estudado:

- A movimentação de bobinas para o pátio é executado por operador logístico interno exclusivo 24h por dia através de caminhões que atende a regra de que bobinas prontas para despacho devem ser movimentadas de imediato dos pátios de processo para os pátios de despacho de forma a não impactar no ritmo de produção.
- O despacho rodoviário de bobinas do pátio é executado por transportadores externos com frotas próprias ou agregado que atendem a retirada de bobinas através das ordens de despacho recebidas dentro do prazo estabelecido. Normalmente priorizam a retirada durante o dia.
- Cada ordem de despacho rodoviário é uma carga composta por bobinas nominadas de mesmo cliente. Cada carga pode ter de 2 a 4 bobinas dependendo do tipo de caminhão. Para Koster et al. (2007) o processo de preparação de ordens de despacho, que são a movimentação e agrupamento do produto em áreas próprias, representam um dos maiores custos dentro do armazém sendo motivo de muita atenção. Os armazéns típicos segundo Ballou (2006) são divididos em 4 áreas: área de recebimento, área de estocagem, área de separação de pedidos e área de despacho ou expedição. Para o caso do pátio em estudo tem-se três fatos complicadores, sendo o primeiro as bobinas podem ser empilhadas em até 3 camadas, o segundo que as bobinas que chegam primeiro normalmente saem primeiro pois tem prazo de entrega mais próximo, mas estão nas camadas inferiores e terceiro que os caminhões chegam aleatoriamente para carregar, causando um grande trabalho no processo de preparação.
- O despacho ferroviário de bobinas do pátio é executado por um único transportador que atende a retirada de bobinas através das ordens de despacho recebidas dentro do prazo estabelecido. A carga composta por bobinas nominadas de mesmo cliente para cada vagão. Cada carga pode ter de até 6 bobinas dependendo do tipo de vagão. A retirada é realizada a partir da disponibilidade da composição que ocorre a cada dois dias. Neste caso a

ordem de despacho é por composição/vagão. Para o pátio em estudo existe uma área específica onde são colocadas as bobinas preparadas para despacho reduzindo o trabalho e tempo de carregamento em função do tempo disponível para preparação.

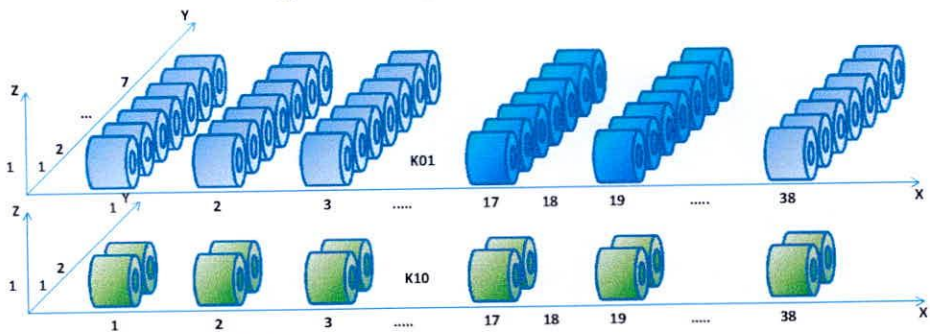
- Segundo levantamento de dados nas bases de produção em média 14% das bobinas não estão liberadas para despacho, sendo necessário movimentação interna adicional.

Serão analisados três cenários onde se busca discorrer sobre o tema proposto pelo trabalho. Observando que para cada caso diversas variações são possíveis e sua aplicabilidade será função dos objetivos logísticos desejados.

4.7.1 Cenário 1: Armazenamento em uma Camada com Alocação Aleatória de Bobinas Recebidas

Como cenário 1 de análise foi considerado a área K01 do pátio com armazenamento em uma camada com distribuição aleatória das bobinas recebidas e a área K10 segregada com bobinas prontas para despacho ferroviário com armazenamento em uma camada conforme mostra a Figura 29. Este cenário pode ser considerado primário e inicial e servir de base na evolução das demais análises. Este cenário tem vantagens e desvantagens no uso do pátio que serão discutidos abaixo.

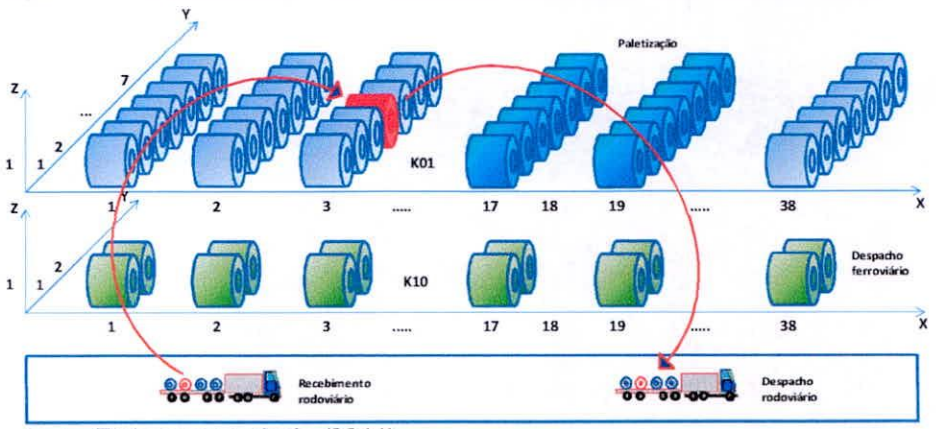
Figura 29 - Representação cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2011).

Considerando que tenha disponibilidade de espaço, o armazenamento em uma camada tem a vantagem em relação ao número de movimentações. Para despacho rodoviário, no recebimento a bobina vai do caminhão para o endereço designado, no despacho a bobina vai do endereço para o caminhão e o número de realocações é igual a zero (NR = 0), representando um total de dois movimentos.

Figura 30 - Representação movimentação despacho rodoviário no cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2011).

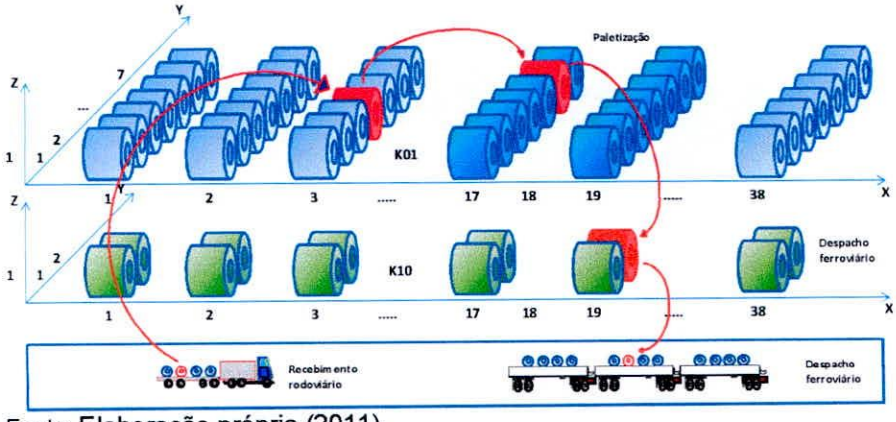
Logo,

$$NTM = (NMR + NMP + NMD + NR) = 1 + 0 + 1 + 0 = 2 movimentos \quad (3)$$

Formula 3 – Número total de movimentos por material no despacho rodoviário no cenário 1
Fonte: Elaboração própria (2011).

Para o despacho ferroviário, no recebimento a bobina vai do caminhão para o endereço designado, depois é movimentada para o endereço de paletização, em seguida é movimentada para o endereço de despacho e finalmente do endereço de despacho para o vagão, representando quatro movimentos. Refletindo diretamente no número de realocações que é igual a zero (NR = 0), na utilização de recursos operacionais, na otimização de tempo de pessoal, na formação de fila de recebimento e despacho e no manuseio geral dos produtos (VIEIRA, 2008).

Figura 31 - Representação movimentação despacho ferroviário no cenário 1



Fonte: Elaboração própria (2011).

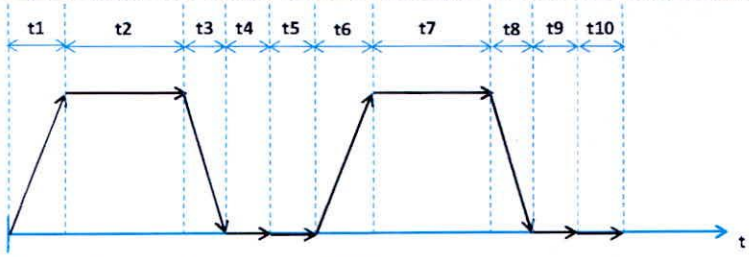
Logo,

$$NTM = (NMR + NMP + NMD + NR) = 1 + 2 + 1 + 0 = 4 movimentos \quad (4)$$

Formula 4 – Número total de movimentos por material no despacho ferroviário no cenário 1
Fonte: Elaboração própria (2011).

Segundo Koster et al. (2007) o método de alocação aleatório resulta numa alta utilização do espaço disponível, mas trás como desvantagem o aumento das distâncias movimentadas. Afirma ainda que sua utilização é aplicada a armazéns que sejam gerenciados por sistemas computacionais pois o produto podendo estar em qualquer posição do armazém sua localização deve ser conhecida. Conforme Renaud et al. (2007) o problema da distância pode ser resolvido com o uso de técnicas de roteirização que trata da minimização da distância movimentada ou do tempo de trajeto através do uso de algoritmos heurísticos, de programação linear ou mesmo por rotas predeterminadas. Como o pátio tem somente uma ponte rolante para atender a todos os movimentos, o tempo de trajeto torna-se mais importante que a distância percorrida, sendo a disponibilidade da ponte um indicador relevante. O tempo de trajeto para o movimento de uma bobina após o recebimento da ordem de execução é dado pelo somatório dos tempos de içar a tenaz para posição segura de translação (t1), mover para a origem (t2), abaixar a tenaz (t3), posicionar a tenaz (t4), fechar a tenaz (t5), içar a bobina (t6), mover para o destino (t7), abaixar a tenaz (t8), posicionar sobre o endereço (t9) e abrir a tenaz (t10).

Figura 32 - Representação no tempo da movimentação de uma bobina da origem ao destino



Fonte: Elaboração própria (2011).

$$t_{trajeto_cada_bobina} = (t1 + t2 + t3 + t4 + t5 + t6 + t7 + t8 + t9 + t10) \quad (5)$$

Formula 5 – Tempo de trajeto de movimentação de uma bobina após receber ordem de execução
Fonte: Elaboração própria (2011).

Como a ponte rolante move uma bobina por vez da origem ao destino o tempo total gasto para cada instrução de despacho é a soma dos tempos gastos de movimento de cada bobina individualmente uma vez que não são necessárias realocações (NR = 0).

$$T_{total_uma_instrução} = \sum_{1}^{n} t_{trajeto_cada_bobina} + \sum_{0}^{m} (t_{realocação_cada_bobina}) * NR \quad (6)$$

Formula 6 – Tempo total de trajeto de uma instrução de despacho
Fonte: Elaboração própria (2011).

Onde $T_{total_uma_instrução}$ é o tempo total gasto para execução de uma instrução de despacho

$t_{realocação_cada_bobina}$ é o tempo gasto na realocação de cada bobina não pertencente a instrução em execução

Mas este cenário apresenta como principal desvantagem a subutilização da área útil de armazenagem, pois de uma capacidade de 638 bobinas estão sendo utilizadas 258 posições, gerando uma perda de 60% de capacidade. Como mencionado por Moura (1997) a construção de armazém associado a equipamentos de movimentação é um investimento elevado deve-se utilizar de outras alternativas para melhor

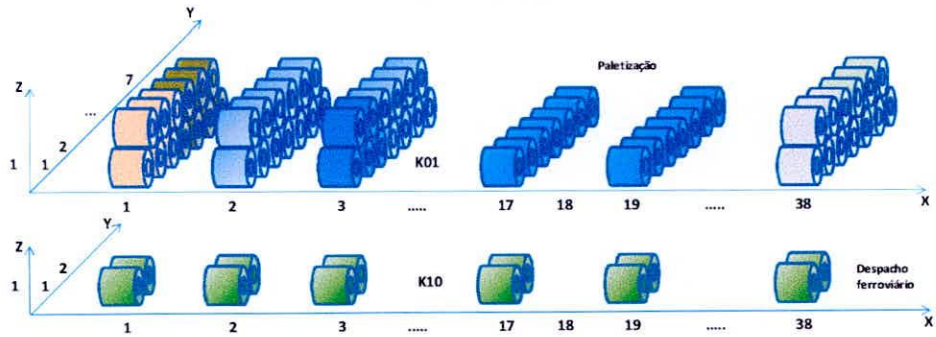
aproveitamento do espaço disponível. Para Vieira (2008) as estratégias no processo de armazenagem mais utilizadas são: verticalização e gestão dos estoques, automatização e automação na armazenagem e endereçamento móvel. Complementando afirma que o objetivo do armazenamento é buscar a utilização do espaço nas três dimensões (comprimento, largura e altura), de maneira eficaz e que as instalações do armazém devem propiciar a movimentação ágil de produtos desde o recebimento até a expedição.

Concluindo, este cenário de análise do ponto de vista operacional é interessante para este pátio, pois resolve alguns dos problemas apresentados anteriormente como manuseio excessivo de material, tempo de permanência de caminhões para despacho, redução de filas de recebimento e despacho, mas as desvantagens do ponto de vista da empresa são consideráveis. Em função da capacidade produção seriam necessários grandes investimentos em armazéns além de necessidade de área disponível. Desta forma técnicas de melhor aproveitamento do espaço disponível associadas a movimentação eficiente são aplicadas buscando equilíbrio que atendam de forma global aos requisitos da empresa.

4.7.2 Cenário 2: Armazenamento em duas Camadas com Agrupamento de Bobinas por Família (cliente, modal)

Neste cenário de análise foi considerada a área útil K01 do pátio com duas camadas e agrupamento de bobinas no recebimento e a área K10 segregada com bobinas prontas para despacho ferroviário com armazenamento em uma camada conforme mostra a Figura 33. Para Koster et al. (2007) quando os produtos tem alguma relação entre si podem ser agrupados segundo o conceito de agrupamento por família além de poder ser combinado com outra estratégia. No caso se faz o agrupamento inicial por família (cliente e modal), pois sabe-se que o despacho é feito por mesmo cliente e modal.

Figura 33 - Representação cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2011).

No momento da chegada do caminhão para o recebimento da bobina as seguintes informações são conhecidas:

- Todos os dados da bobina a ser recebida, como identificação, dimensões, peso, pedido, cliente, modal de despacho, data de entrega.
- Situação do pátio, como todas as bobinas existentes, endereços livres e ocupados, bobinas no pátio com instrução de despacho.

Mas não se tem ainda a instrução de despacho da bobina. Segundo Gu et al. (2007) a definição de localização dentro do armazém pode ser tratado como *Storage Location Assignment Problem* (SLAP) ou Problema de Designação da Localização de Estocagem, mas como todas as informações não são conhecidas pode-se fazer a designação aleatória, por área especifica ou por agrupamento por classes. Para o cenário em estudo a designação de endereço aleatória com todo o pátio sendo uma única área é aplicada por utilizar melhor os endereços disponíveis, considerando o agrupamento por família, a restrição de não misturar com bobinas que já tenham instrução de despacho disponível e as restrições de dimensão no empilhamento. Caso não se atenda a condição definida quebra-se a regra e armazena-se onde tiver espaço disponível, pois a prioridade neste momento é descarregar as bobinas para a liberação do caminhão e da posição de parada. Neste momento também não são realizadas movimentações relativas a bobinas sem instrução de despacho. Desta forma no recebimento a bobina vai do caminhão para o endereço designado, ou seja, o número de movimentos é igual a um (NMR = 1).

Para o despacho ferroviário, após o recebimento da instrução de despacho é iniciado o roteiro de movimentação das bobinas de mesmo cliente/vagão para a área de paletização para preparação seguindo como prioridade a ordem de instrução de composição ferroviária recebida. A ordem de retirada do endereço privilegia as bobinas instruídas na segunda camada para reduzir o número de movimentações. Como o agrupamento é por cliente/modal existe uma boa possibilidade de bobinas instruídas estarem agrupadas. Conforme mostrado na Fórmula 2 o número de realocações é função da posição da bobina e do número de bobinas acima. A Figura 34 exemplifica alguns casos de necessidades de realocações.

Figura 34 - Realocação de bobinas em função da posição cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2011).

No caso das bobinas A, B, C e D não serão necessárias realocações.

No caso das bobinas E e F não serão necessárias realocações.

No caso das bobinas G, H, e I não serão necessárias realocações.

No caso da bobina J será necessário realocar uma bobina K.

No caso das bobinas N, O, e P serão necessárias duas realocações L e Q.

No caso da bobina U serão necessárias duas realocações R e S. Mas a bobina T que está adjacente somente precisará de uma realocação.

Desta forma observa-se que o número de realocações por bobina instruída dependerá do agrupamento realizado, das instruções de despacho geradas, podendo variar de zero a duas movimentações no pior caso.

Bobinas realocadas em segunda camada não instruídas são agrupadas com outras também não instruídas, o mesmo ocorrendo com as bobinas instruídas. Em tempo de preparação o algoritmo de roteirização deve considerar além do tempo de movimentação das bobinas instruídas também o tempo de realocações, logo o tempo total de uma instrução de despacho é igual ao somatório dos tempos gastos de

movimento de cada bobina individualmente mais o somatório dos tempos gastos de movimento das bobinas realocadas.

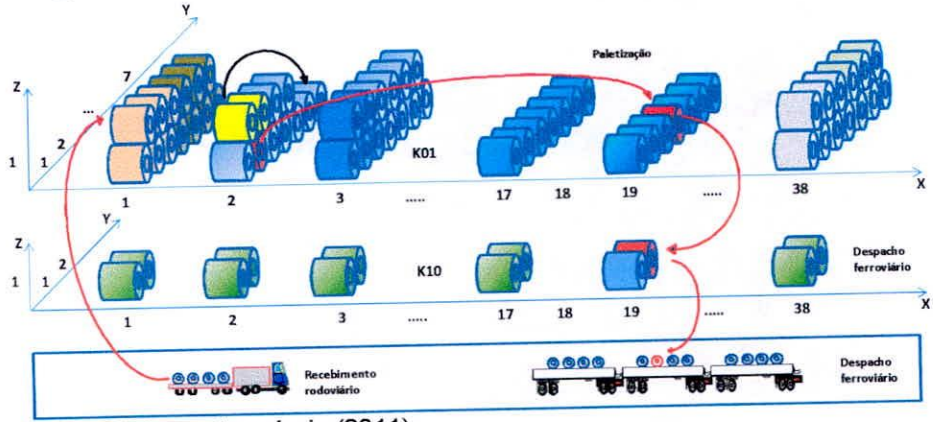
$$T_{total_uma_instrução} = \sum_{1}^{n} t_{trajeto_cada_bobina} + \sum_{0}^{m} (t_{realocação_cada_bobina}) * NR \qquad (7)$$

Formula 7 – Tempo total de trajeto de uma instrução de despacho
Fonte: Elaboração própria (2011).

Logo o tempo total variará não somente em função do trajeto, mas também em função do número de realocações necessárias para movimentar as bobinas da instrução de despacho para área de paletização, como mostrado na Figura 35.

Posteriormente as bobinas são movimentadas para a área segregada de despacho com a colocação prioritária em endereços adjacentes para reduzir o tempo de movimentação para os vagões. Como a área de preparação e de despacho tem uma camada, o algoritmo de roteirização considera os tempos gastos de movimentação de cada bobina individualmente, pois não tem realocação. Por fim com a chegada da composição as bobinas são movimentadas da área de despacho para os vagões sem realocações.

Figura 35 - Representação movimentação despacho ferroviário no cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2011).

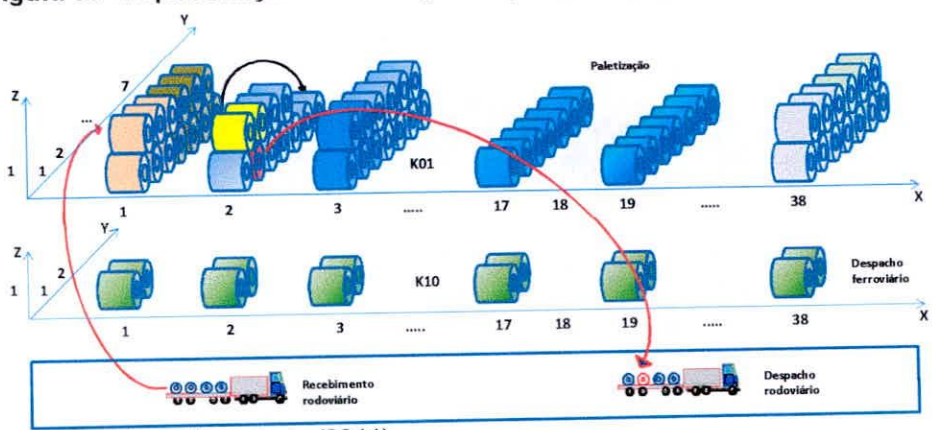
Logo,

$$NTM = (NMR + NMP + NMD + NR) = 1 + 2 + 1 + nr = (4 + nr)\, movimentos \qquad (8)$$

Formula 8 – Número total de movimentos por material no despacho ferroviário no cenário 2
Fonte: Elaboração própria (2011).

Para o despacho rodoviário, após o recebimento da instrução de despacho não é realizado movimentos de realocação, pois como não se sabe da ordem de chegada dos caminhões a dinâmica de movimentos no pátio causaria desorganização dos agrupamentos. Quando o caminhão chega ao pátio para carregamento é iniciado o roteiro de movimentação das bobinas instruídas. A ordem de retirada do endereço é similar ao movimento de preparação do despacho ferroviário. A diferença consiste no fato de que a preparação das bobinas para despacho é realizada neste momento.

Figura 36 - Representação movimentação despacho rodoviário no cenário 2



Fonte: Elaboração própria (2011).

Logo,

$$NTM = (NMR + NMP + NMD + NR) = 1 + 0 + 1 + nr = (2 + nr)\, movimentos \qquad (9)$$

Formula 9 – Número total de movimentos por material no despacho rodoviário no cenário 2
Fonte: Elaboração própria (2011).

Como se tem somente uma ponte rolante neste pátio a prioridade de atendimento é: carregamento de caminhão de despacho doméstico, recebimento de bobinas para descarregamento, carregamento de vagão, preparação de bobinas para despacho ferroviário e realocação de bobinas internas.

Comparado ao cenário 1 este cenário trás como vantagem um melhor aproveitamento da área útil de armazenagem do pátio com a ocupação de até 466 bobinas contra uma capacidade de 638 bobinas, gerando ainda uma perda de 27% de capacidade. O método de alocação aleatório associado ao agrupamento por família resulta numa alta utilização do espaço disponível e uma redução das distâncias movimentadas. Observa-se a existência de realocações durante dois momentos, ou seja, durante movimentação para os endereços de preparação das bobinas para o despacho ferroviário que por ser realizado com antecedência, não afeta o tempo de despacho e durante o despacho rodoviário, pois as movimentações são realizadas quando da chegada do caminhão, provocando maior tempo na liberação do mesmo. Neste caso o tempo total de realocações passa a ser relevante devendo ser avaliado o seu impacto em todo o contexto do pátio.

4.7.3 Cenário 3: Armazenamento em três Camadas com Agrupamento de Bobinas por Família (cliente, modal) e Área Segregada para Despacho Rodoviário

Neste cenário de análise foi considerada a área útil K01 do pátio com três camadas e agrupamento de bobinas no recebimento, foi considerada uma área Kxx segregada com bobinas prontas para o despacho rodoviário com 38 endereços em uma camada localizada ao longo da área de parada de caminhões/vagões e a área K10 segregada com bobinas prontas para despacho ferroviário com armazenamento em uma camada. A Figura 37 mostra layout físico do pátio proposto modificado com a área Kxx identificada na coluna 7 em cor verde escuro e a Figura 38 mostra uma representação tridimensional deste cenário. O agrupamento inicial no recebimento é feito por família (cliente e modal), pois sabe-se que o despacho é feito por mesmo cliente e modal.

Figura 37 - Layout físico do pátio de despacho BQ5 modificado



LEGENDA	
·	ENDEREÇOS COM RESTRIÇÃO = NÃO RECEBER BOBINAS COM DIÂMETRO < 1400 NA 1ª CAMADA
%	COLUNAS DESTINADAS PARA SEPARAÇÃO / PALETIZAÇÃO DE BOBINAS PARA CARREGAMENTO FERROVIÁRIO
#	ÁREA SEGREGADA PARA BOBINAS COM ANOMALIAS
	ÁREA SEGREGADA PARA BOBINAS PARA DESPACHO RODOVIÁRIO
	RUA HORIZONTAL DE PARADA DE CAMINHÕES E VAGÕES
X	SALA DO SUPERVISOR DA CONTRATADA

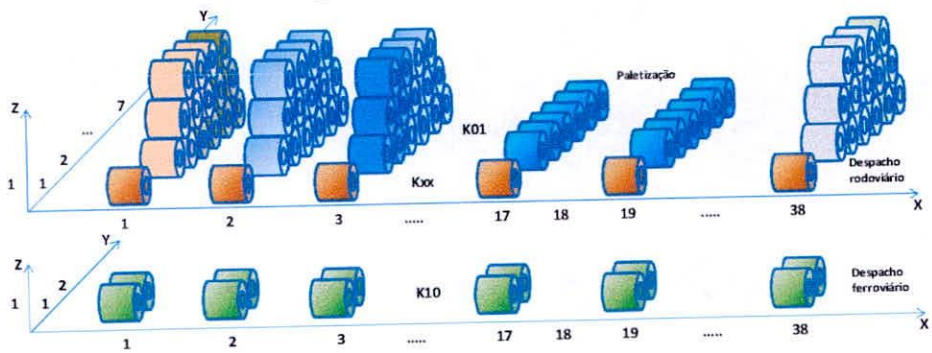
OBSERVAÇÕES:	
TOTAL DE BERÇOS FIXOS - METÁLICOS	244
TOTAL DE BERÇOS ALTERNATIVOS - COLUNAS 17 E 19	14
TOTAL DE BERÇOS DO BQ5 (área K01)	258
TOTAL DE BERÇOS DO BQ5 (área K10 - pronto despacho ferro)	76

CAPACIDADE DE RECEBIMENTO POR CAMADA				
	1ª CAMADA	2ª CAMADA	3ª CAMADA	TOTAL
K01	258 BQS	208 BQS	172 BQS	638 BQS
K02	76 BQS			
QUANTIDADE MÁXIMA DE CAMADAS				3

RESTRIÇÕES
COLUNAS 17 E 19
COLUNAS DESTINADAS PARA SEPARAÇÃO E PALETIZAÇÃO DE BQS PARA CARREGAMENTO FERROVIÁRIO, RESTRITO A RECEBIMENTO SOMENTE NA 1ª CAMADA.

Fonte: ArcelorMittal Tubarão (2011).

Figura 38 - Representação cenário 3



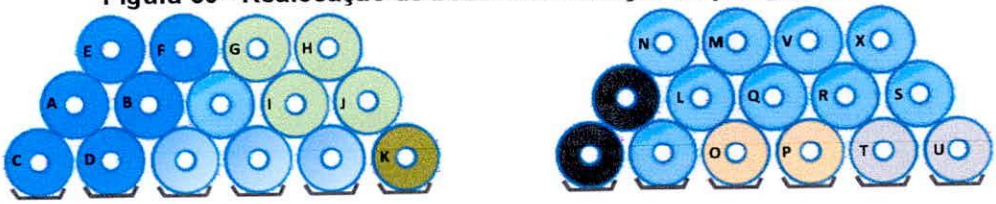
Fonte: Elaboração própria (2011).

No recebimento de bobinas por caminhão o processo é similar ao descrito no cenário anterior com a consideração de que o empilhamento é realizado em três camadas, seguindo as mesmas técnicas de alocação. Desta forma no recebimento a bobina vai do caminhão para o endereço designado, ou seja, o número de movimentos é igual a um (NMR = 1).

Para o despacho ferroviário, após o recebimento da instrução de despacho o processo é similar ao descrito no cenário anterior. A ordem de retirada do endereço privilegia as bobinas instruídas na terceira camada para reduzir o número de

movimentações. Como o agrupamento é por cliente/modal existe uma boa possibilidade de bobinas instruídas estarem agrupadas. Conforme mostrado na fórmula 2 o número de realocações é função da posição da bobina e do número de bobinas acima. A figura 39 exemplifica alguns casos de necessidades de realocações.

Figura 39 - Realocação de bobinas em função da posição cenário 3



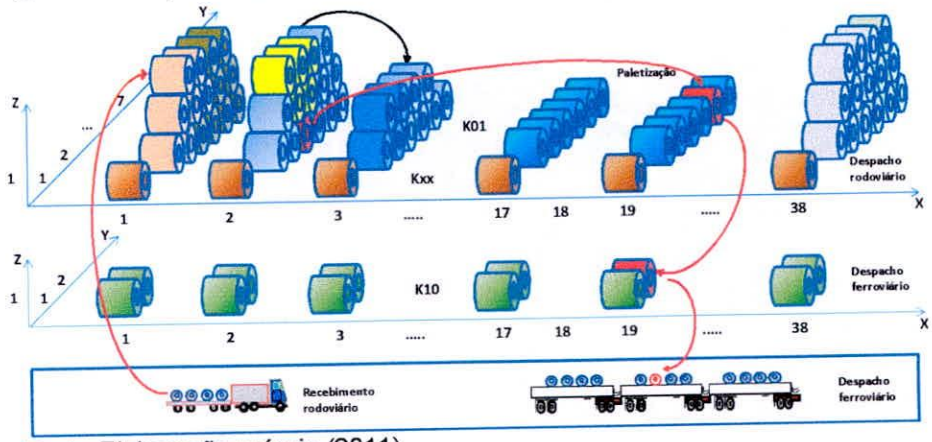
Fonte: Elaboração própria (2011).

No caso das bobinas A, B, C, D, E e F não serão necessárias realocações.
No caso das bobinas G, H, I e J não serão necessárias realocações.
No caso das bobinas K serão necessárias duas realocações H e J.
No caso da bobina J será necessário realocar uma bobina K.
No caso das bobinas L e M será necessária uma realocação N.
No caso da bobina O serão necessárias cinco realocações M, N, L, Q e V. Mas a bobina P que está adjacente somente precisará de duas realocações.
No caso da bobina T serão necessárias quatro realocações R, S, V e X. Mas a bobina V que está adjacente não precisará de realocação.

Desta forma observa-se que o número de realocações por bobina instruída dependerá do agrupamento realizado, das instruções de despacho geradas, podendo variar de zero a cinco movimentações no pior caso, causando um número de realocações é maior se comparado ao cenário anterior. Bobinas realocadas em terceira e segunda camada não instruídas são agrupadas com outras também não instruídas, o mesmo ocorrendo com as bobinas instruídas. Em tempo de preparação os tempos totais de movimentação serão maiores em função da realização de mais realocações. Os processos de movimentação para a área segregada de despacho e depois para os vagões são similares ao descrito no cenário anterior. Logo o tempo total variará não somente em função do trajeto, mas também em função do número de realocações

necessárias para movimentar as bobinas da instrução de despacho para área de paletização, como mostrado na Figura 40.

Figura 40 - Representação movimentação despacho ferroviário no cenário 3



Fonte: Elaboração própria (2011).

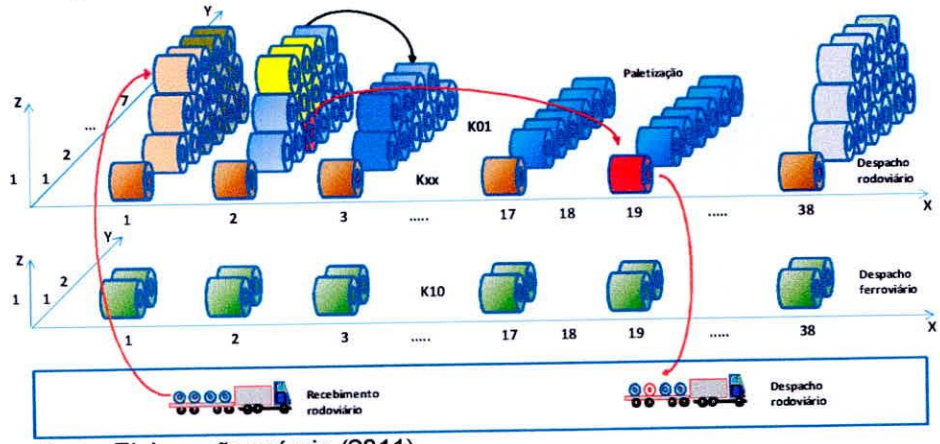
Logo,

$$NTM = (NMR + NMP + NMD + NR) = 1 + 2 + 1 + nr = (4 + nr)\,movimentos \qquad (10)$$

Formula 10 – Número total de movimentos por material no despacho ferroviário no cenário 3
Fonte: Elaboração própria (2011).

Para o despacho rodoviário, após o recebimento da instrução de despacho é iniciado o roteiro de movimentação das bobinas de mesma instrução para a área segregada de despacho seguindo como prioridade a ordem de instrução recebida. O processo é similar ao despacho ferroviário sendo que não existe área de preparação. Com a chegada do caminhão para carregamento é iniciado o roteiro de movimentação da bobinas instruídas. Como as bobinas já estão prontas para despacho em área de uma camada, o algoritmo de roteirização considera os tempos gastos de movimentação de cada bobina individualmente, pois não tem realocação. Desta forma o tempo total de permanência do caminhão parado no pátio é reduzido.

Figura 41 - Representação movimentação despacho rodoviário no cenário 3



Fonte: Elaboração própria (2011).

Logo,

$$NTM = (NMR + NMP + NMD + NR) = 1 + 1 + 1 + nr = (3 + nr)\, movimentos \qquad (11)$$

Formula 11 – Número total de movimentos por material no despacho rodoviário no cenário 3
Fonte: Elaboração própria (2011).

Este cenário trás como vantagem um ainda melhor aproveitamento da área útil de armazenagem do pátio com a ocupação de até 524 bobinas contra uma capacidade de 638 bobinas, gerando ainda uma perda de 18% de capacidade. O método de alocação aleatório associado ao agrupamento por família resulta numa alta utilização do espaço disponível e uma redução das distâncias movimentadas. Mas observa-se agora a existência de maior número de realocações em função de uso de três camadas, tomando o algoritmo de roteirização mais complexo o que segundo autores como Renaud et al. (2007), Koster et al. (2007), Bonassa et al. (2011) deve ser resolvido com algoritmos heurísticos. Como as realocações são agora realizadas durante a movimentação para os endereços de preparação e despacho das bobinas tanto para o despacho ferroviário quanto para o despacho rodoviário, que por ser realizado com antecedência, não afeta o tempo de despacho, mas podem afetar a dinâmica do pátio em função do ritmo de recebimento e despacho de bobinas. O índice de disponibilidade da ponte rolante passa a ser cada vez mais relevante. Assim deve ser avaliado o impacto considerando todas as variáveis envolvidas no contexto.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais desta pesquisa, cujo objetivo foi a avaliação de técnicas de movimentação e armazenagem de produtos acabados aplicados a um pátio de despacho de bobinas laminadas a quente de uma siderúrgica e descrever através de análise de cenários as possibilidades de organização das bobinas visando melhor aproveitamento da área útil e atendimento ao recebimento e despacho.

Na revisão bibliográfica, realizada no Capítulo 2, foram abordados assuntos relativos a PCP, arranjo físico, armazenamento e movimentações de materiais e processos siderúrgicos para dar subsídios às análises realizadas neste estudo de caso. Uma vez que a empresa trabalha com a estratégia de produção *make-to-order* os pátios de despacho mantém os produtos acabados com clientes definidos aguardando para serem entregues. O PCP da empresa tem um papel fundamental no planejamento em todos os níveis e que apoiado nos seus sistemas informatizados possa garantir o fluxo de produção. Como a área de produção, para cumprir o plano, trabalha com a estratégia de empurrar os produtos para frente é necessário um planejamento adequado e ajustado com a área de logística de forma que os pátios de despacho, trabalhando como 'pulmão' possa atender tanto ao ritmo de produção quanto ao cliente no prazo e qualidade requeridos. Desta forma a operação do pátio com o uso de técnicas adequadas tem papel relevante nesta etapa da cadeia produtiva.

Pela descrição realizada pode-se observar que o processo operacional do pátio desde o recebimento de bobinas por caminhão, alocação, manuseio e despacho rodoviário e ferroviário requer atenção dos gestores da área para não se tornar um gargalo no fluxo de material e afetar o plano de produção da empresa. Em função das restrições e considerações apresentadas certo grau de imprevisibilidade é percebido dificultando um planejamento prévio assertivo nas operações.

O processo operacional do pátio nas condições atuais trás problemas que dificultam o fluxo de material. No recebimento as bobinas são alocadas em três camadas nas posições mais próximas seguindo somente o critério de agrupamento por cliente por ala sem o conhecimento do modal causando realocações tanto no despacho

rodoviário quanto ferroviário. Para reduzir o número de realocações tem sido priorizado o armazenamento em duas camadas reduzindo também taxa de ocupação do pátio. Devido a imprevisibilidade da ordem de chegada de caminhões para despacho rodoviário, principalmente durante o dia é necessário uma alta taxa de trabalho de pessoal e de equipamento para atendimento a demanda neste período. Na situação atual devido a não existência de uma área segregada para preparação de material de despacho rodoviário causa um trabalho adicional na movimentação para os caminhões durante o despacho não tendo um critério específico de rota para esta atividade, fazendo com que o caminhão pare distante das bobinas a serem recuperadas.

No cenário 1 avaliado problemas de realocação são resolvidos com o uso de uma camada de armazenamento, porém ao custo de redução da área de armazenamento e indo contra a tendência de utilização máxima de área de armazenagem nas três dimensões. Também problemas de agilidade de recebimento, alocação e despacho são reduzidos. Considerando o layout deste pátio, nesta configuração o uso de técnicas de agrupamento e roteirização trazem ganhos adicionais na movimentação de bobinas. Além disso, a área fixa de bobinas pronta para o despacho ferroviário poderia ser eliminada e utilizada para qualquer tipo de bobina aumentando a disponibilidade de posições de armazenamento, pois estando em uma camada a bobina poderá ser recuperada de qualquer posição. Porém a indisponibilidade de espaço disponível nas indústrias aliado ao alto custo de construção de armazém tem sido atualmente fator decisivo para o desenvolvimento de estudos para melhor utilização dos armazéns existentes.

No cenário 2 o uso de duas camadas aumenta a disponibilidade de posições de armazenagem e a alocação aleatória por agrupamento por família no recebimento trás maior aproveitamento da área disponível e com menor tempo na recuperação, pois as bobinas a serem movimentadas tendem a estar alocadas juntas. Por outro lado aumenta o número de realocações, pois será necessário buscar bobinas em primeira camada. Este número será menor quanto melhor for o agrupamento realizado. Dos problemas causados o que mais fica prejudicado é o despacho rodoviário pois tendo que fazer a preparação da carga em tempo de chegada do caminhão aumenta o tempo de permanência do mesmo. O número de alocações úteis da área de despacho

ferroviário deve estar adequado a demanda média deste modal para poder trazer benefícios gerais ao pátio, ou seja, para minimizar movimentações durante o despacho deste modal.

No cenário 3 foi proposto uma configuração com 3 camadas para o aumento da disponibilidade de posições úteis, a alocação aleatória por agrupamento por família no recebimento para maior aproveitamento da área disponível e uma área Kxx segregada para bobinas prontas de despacho rodoviário em uma camada cujo objetivo foi a busca de equilíbrio entre o recebimento, o manuseio e o despacho. No recebimento as bobinas são alocadas em qualquer posição do pátio onde haja disponibilidade respeitando-se o agrupamento por família, no despacho com a utilização de área segregada reduz-se o tempo de permanência de veículo para carregamento, refletindo na maior disponibilidade de posição de parada e no manuseio, porém ocorre o aumento de número de realocações que pode ser absorvido durante os períodos que não tem recebimento nem despacho ou se necessário seguindo a prioridade de atendimento definido. Desta forma espera-se uma taxa de utilização da ponte mais constante ao longo do tempo, reduzindo os picos durante o despacho. A área Kxx poderá ser revista no tamanho tanto para mais quanto para menos, no número de camadas e na sua posição física dentro do pátio em função da necessidade de se adequar a demanda média.

No Quadro 8 pode ser visto de forma resumida a configuração de cada cenário analisado e suas vantagens e desvantagens.

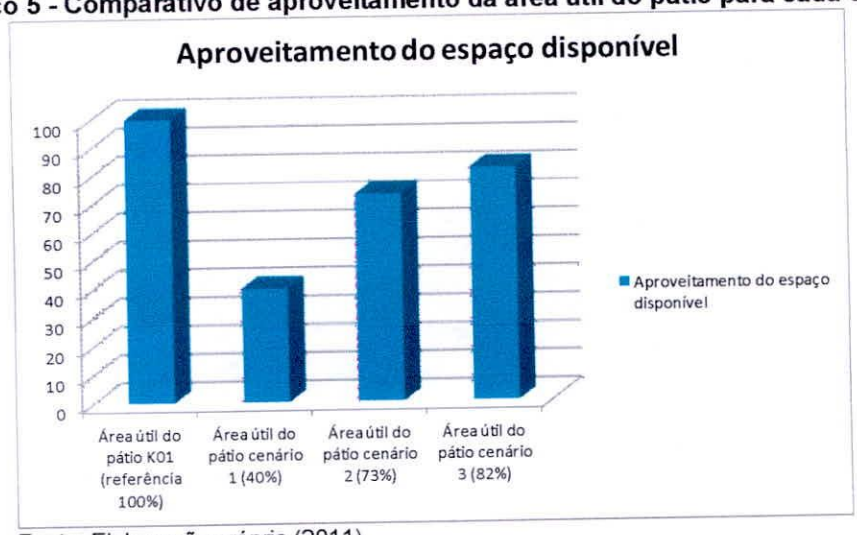
Quadro 8 - Quadro resumo e comparativo dos cenários

	Vantagens	Desvantagens
Cenário 1	**Resumo:** Alocação aleatória de bobinas recebidas na área K01, armazenamento em uma camada, área de paletização, área K10 segregada para despacho ferroviário com uma camada, despacho rodoviário realizado da área K01.	
	. No. Movimentações para recebimento igual a um	. Subutilização da área útil de armazenagem (perda de 60%) com a necessidade de investimento em outras áreas de armazenagem
	. No. Movimentações para despacho rodoviário igual a um	. Em função de bobinas espalhadas pelo pátio demanda maior tempo total de recuperação
	. No. Movimentações para despacho ferroviário igual a três	
	. No. Realocações igual a zero	
	. Menor tempo de permanência de veículo para despacho rodoviário e ferroviário	
Cenário 2	**Resumo:** Alocação aleatória de bobinas recebidas na área K01, agrupamento de bobinas por família (cliente e modal), armazenamento em duas camadas, área de paletização, área K10 segregada para despacho ferroviário com uma camada, despacho rodoviário realizado da área K01.	
	. No. Movimentações para recebimento igual a um	. Subutilização da área útil de armazenagem (perda de 27%) com a necessidade de investimento em outras áreas de armazenagem
	. No. Movimentações para despacho rodoviário igual a um	. No. Realocações máximo igual a dois por bobina instruída em função de ter empilhamento em duas camadas
	. No. Movimentações para despacho ferroviário igual a três	. Maior tempo de permanência de veículo para despacho rodoviário quando comparado ao cenário
	. Bobinas agrupadas representam menor probabilidade de realocação	
	. Em função de bobinas estarem agrupadas por familia no pátio demanda menor tempo total de	
Cenário 3	**Resumo:** Alocação aleatória de bobinas recebidas na área K01, agrupamento de bobinas por família (cliente e modal), armazenamento em três camadas, área de paletização, área K10 segregada para despacho ferroviário com uma camada, área Kxx segregada para despacho rodoviário com uma camada.	
	. No. Movimentações para recebimento igual a um	. No. Realocações máximo igual a cinco por bobina instruída em função de ter empilhamento em três camadas
	. No. Movimentações para despacho rodoviário igual a dois	
	. No. Movimentações para despacho ferroviário igual a três	
	. Bobinas agrupadas representam menor probabilidade de realocação	
	. Em função de bobinas estarem agrupadas por familia no pátio demanda menor tempo total de recuperação	
	. Utilização adequada da área útil de armazenagem (perda de somente 18%). É necessário uma reserva de espaço para realocação	
	. Menor tempo de permanência de veículo para despacho rodoviário e ferroviário	
	. Melhor distribuição de utilização de ponte rolante ao longo do tempo	

Fonte: Elaboração própria (2011).

O Gráfico 5 mostra a evolução do aproveitamento do espaço do pátio à medida que se verticaliza a área disponível. A estratégia adotada deverá aquela que melhor atende aos requisitos gerais da empresa com relação a produção, qualidade, atendimento a clientes e investimentos.

Gráfico 5 - Comparativo de aproveitamento da área útil do pátio para cada cenário



Fonte: Elaboração própria (2011).

Uma proposta a ser analisada e que trás benefícios diretos e imediatos a operacionalização dos pátios, considerando qualquer cenário de análise é a melhoria na previsibilidade de recebimento e saída de bobinas. Se por um lado as entradas podem ser discutidas entre as áreas de PCP, produção e logística, que são departamentos da mesma empresa, revendo os critérios definidos, o mesmo não se pode dizer nas saídas que são operadores logísticos diferentes, com regras e limitações próprias, onde são demandadas negociações constantes.

Desta forma verifica-se que os objetivos propostos neste trabalho foram abordados no referencial teórico e individualmente aprofundados na pesquisa servindo de base para atingir o objetivo geral de descrever os cenários de movimentação e armazenagem de bobinas no pátio de despacho estudado.

5.1 Recomendações e Sugestões

Nas análises realizadas foram feitas algumas simplificações objetivando facilitar as discussões em torno do problema foco, mas em estudos mais aprofundados outras considerações deverão ser verificadas. Dentre elas pode-se citar:

- Característica específica dos berços para recebimento de bobinas de determinada dimensão – significa que determinadas posições de armazenamento tem restrições com relação a largura e ao diâmetro.
- Restrições de empilhamento em função do material ou do cliente – significa que determinados materiais ao serem empilhados podem sofrer deformações ou mesmo marcas externas na aceitas por clientes.
- Número de equipamentos disponíveis.
- Número de clientes existentes no pátio.
- Número de destinos do material armazenado.
- Prazo de entrega.

Nos cenários analisados e nas comparações realizadas é possível verificar que existe um número significativo de variações nas configurações propostas que podem apresentar diferentes resultados nos índices de trabalho de um pátio de despacho de bobinas em função de técnicas de movimentação e armazenagem utilizadas. O melhor cenário sempre será aquele que com a utilização dos recursos existentes se atenda aos requisitos da empresa. Não se teve a pretensão neste trabalho de esgotar as discussões em torno deste assunto porque este tema é vasto e de extrema importância por ser um pátio de despacho o elo entre a indústria e seus clientes. Por isso sugerem-se outros trabalhos com abordagens específicas em layout, discutindo-se as diversas configurações possíveis; em recebimento, alocação, manuseio e despacho discutindo-se métodos e algoritmos que solucionem otimamente o problema de ocupação do espaço disponível, a utilização eficiente dos equipamentos e das pessoas sem perder de vista o atendimento a produção e aos clientes.

A literatura aborda que a construção de novos pátios requer investimentos elevados, então sugere-se também um estudo de caso com uma análise comparativa

entre 'utilização espaços (galpões) existentes' versus 'construção pátios novos' como forma de comprovar a afirmação realizada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, Aguiar Ribeiro de. **Gerenciamento de restrições no planejamento da produção em uma indústria siderúrgica**. 2009. 116f. Dissertação (Mestrado) Universidade FUMEC. Faculdade de Ciências Empresariais, Belo Horizonte, MG, 2009.

ALVARENGA, Antônio Carlos; NOVAES, Antônio Galvão. **Logística aplicada:** suprimento e distribuição física. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

ANDRADE, Maria Lúcia Amarante de; CUNHA, Luiz Maurício da Silva; RIBEIRO, Caio Cesar. **Impactos da privatização no setor siderúrgico**. São Paulo, 2001. Disponível em:<www.bndes.gov.br>. Acesso em: 23 nov. 2007.

ARAÚJO, Juliano Bezerra de. **Economias de escala em duas tecnologias alternativas:** um estudo do setor siderúrgico. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

ARCELORMITTAL Tubarão. **Usina - Fluxo de produção**. Disponível em: <http://www.arcelormittal.com/br/tubarao/>. Acesso em: 14 maio 2010.

_____. **Usina – História do aço**. Disponível em: <http://www.arcelormittal.com/br/tubarao/>. Acesso em: 14 maio 2010.

_____. **Empresa**. Disponível em: <http://www.arcelormittal.com/br/tubarao/>. Acesso em: 14 maio 2010.

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.

ATAMANCZUK, Mauricio João. **Modelo de arranjo físico de armazém baseado em classificação de estoque de supermercado**. Ponta Grossa, PR, 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2009.

BAKER, Peter, CANESSA Marco. *Warehouse design: A structured approach.* ***European Journal of Operational Research,*** n. 193, p. 425–436, 2009.

BANZATO, Eduardo. **Integrando layout com movimentação de materiais**. Disponível em: <http://www.guialog.com.br/ARTIGO217.htm>. Acesso em: 23 fev. 2011.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial:** transporte, administração de materiais e distribuição física. 5. ed. Porto Alegre: Bookman. 2006.

_____. **Logística empresarial:** gerenciamento da cadeia de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARDAKI, C.; KOUROUTHANASSIS, P.; PRAMATARI, K. *Modeling the information completeness of object tracking systems.* ***J. Strateg. Inform. Syst.*** (2011), doi:10.1016/j.jsis.2011.03.004

BERGONSI, Ricardo; LÓTICI, Karine Marosin; SILVA, Clairton T.Bidtinger da. Otimização da Armazenagem de Congelados em uma Agroindústria. SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 5, 2008. Resende, RJ. **Anais...** Resende, RJ.2008.

BERNARDES, José F.; LAPOLLI, Edis Mafra. Métodos e Técnicas em Cenários Prospectivos. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO UNIVERSITÁRIA NA AMÉRICA DO SUL, 6, 2006, Blumenau/SC. **Anais...** Blumenau/SC: 2006 CD ROM.

BITTENCOURT, Saulo V., MATEDE, Weslley C. **Uma abordagem acerca dos problemas de otimização referentes ao sistema de alocação em pátios de estocagem e às movimentações de bobinas de aço laminadas**. Disponível em:<http://www.inf.ufes.br/~claudine/courses/paa09/ seminarios/textos/seminario7.pdf>. Acesso em: 14 maio 2010.

BLOIS, Henrique D.; SOUZA, João Carlos. Cenários Prospectivos e a Dinâmica de Sistemas: proposta de um modelo para o setor calçadista. **Revista de Administração de Empresas**, vol.48, no.3, São Paulo, July/Sept. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75902008000300004&script=sci_arttext>. Acesso em: 22 jun. 2011.

BONASSA, Antonio Carlos; CUNHA, Claudio Barbieri da. Sistema de apoio à decisão para a otimização da roteirização da separação manual de peças em armazém utilizando planilhas eletrônicas. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 105-118, 2011.

BRAGANÇA, E.; FREITA, A.; SOUZA, C.; Laranja, J.; Zorzanelli, L; Carneiro, M; Expansão do Sistema de Gerenciamento dos Pátios de Bobinas da CST. In: SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS, 9, 2005. Curitiba. **Anais...** Curitiba, Paraná, – ABM, 2005.

BRUNO, Igor Firmeza. **Análise da sistemática de armazenamento e controle de produtos alimentícios refrigerados**. <Disponível em http:// www.fa7.edu.br/.../IGOR_FIRMEZA_BRUNO_ANALISEDA_ SISTEMATICA_DE_ARMAZENAMENTO_E_CONTROLE_DE_...>. Acesso em: 23 fev. 2011.

CAMPOS, Renato de; CARVALHO, Marcius Fabius H.; ROSÁRIO, João Maurício. Proposta de um sistema integrado para suporte ao planejamento da produção discreta. In: ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO. ABEPRO, 19, 1999, Rio de Janeiro. **Anais....** Rio de Janeiro. 1999.

CARVALHO, Carlos R.V. de; CAMPOS, Magno Silvério; SARAIVA, Mariana Silva; ROCHA, Thiago Pereira; GOMES, Vinícius Cotta. Warehouse Management: Desenvolvimento de uma Metodologia para o Problema de Localização de Produtos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 28, 2008. Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro/RJ: ENEGEP, 2008 CD ROM.

CHOW, Harry K.H.; CHOY, K.L.; LEE, W.B.. *A dynamic logistics process knowledge-based system – An RFID multi-agent approach.* ***Knowledge-Based Systems,*** n. 20, p. 357–372, 2007.

POON, T.C.; CHOY, K.L.; CHOW, Harry K.H. et al. *A RFID case-based logistics resource management system for managingorder-picking operations in warehouses.* ***Expert Systems with Applications,*** n. 36, p.8277–8301,2009.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos:** estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços. São Paulo: Pioneira Thomson, 1999. cap. 1.

CORRÊA, H. L; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Calos A. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2008.

DIAS, A. N. da F.; PARDINI, D. J.; POMPEU, Alexandre. A Teoria Institucional e o Espírito do Capitalismo como Pilares Teóricos para Estudar a Evolução das Ações Sociais de uma Empresa do Setor Siderúrgico. **Revista Alcance**. 2006. Disponível em: <http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/ra/article/viewFile/98/77>. Acesso em: 12 nov. 2009.

DIAS, Marco A. **Administração de materiais:** uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 1993.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; SANTORO, Miguel Cezar. Avaliação do Grau de Prioridade e do Foco do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Modelos e Estudos de Casos. **Revista GESTÃO & PRODUÇÃO**, v.12, n.1, p.25-38, jan.-abr. 2005.

FONTANA, Marcele E.; CAVALCANTE, Cristiano A. V.. Utilização do número de clientes para formação de classe e localização dos itens para minimização da distância percorrida para picking. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 30, 2010, São Carlos/SP. **Anais...** São Carlos/SP: ENEGEP, 2010 CD ROM.

FRANCISQUETO, Jovanir. **A influência dos estoques de bobinas em processo (WIP) nos parâmetros operacionais da linha de acabamento de bobinas** – Estudo de caso de uma empresa siderúrgica brasileira. 2007. 104f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

FREITAS, Felipe Fonseca Tavares de; NASCIMENTO, Kelly Sales Corrêa do; PELAES, Thiago Souza et al. Otimização das operações de Movimentação e Armazenagem de materiais através de rearranjo físico: uma proposta de melhoria para um almoxarifado da esfera pública. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 26, 2006, Fortaleza/CE. **Anais...** Fortaleza/CE: ENEGEP, 2006 CD ROM.

GARCIA, Vinicius B.; OLIVA, Fábio L.; CANTON, Adolpho W. P.; GRISI, Celso C. de H. Cenários Internacionais para o Setor Siderúrgico Brasileiro. In: WORKSHOP SOBRE INTERCIONALIZAÇÃO DE EMPRESAS. Disponível em: <http://www.pro.poli.usp.br/ginebra/referencias/conferencias/workshop-usp/11.pdf >. Acesso em: 22 jun. 2011.

GODET, Michel. **Manual de prospectiva estratégica:** da antecipação a ação. Lisboa: Dom Quichote, 1993.

GODINHO FILHO, M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura:** configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. 2004. 267f. Tese (Doutorado). São Carlos: UFSCAR, 2004.

GUARNIERI, P.; CHRUSCIAK, D.; OLIVEIRA, I. L.; HATAKEYAMA, K. ; SCANDELARI, L.; BELMONTE, D. L. WMS - Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. In: **Produção**, v. 16, n. 01, p. 126-139, 2006.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOEBEL, Dieter. **Curso de pós-graduação em comércio exterior logística:** otimização do transporte e estoques na empresa.- estudos em comércio exterior. Rio de Janeiro, 1996. v.1. (Apostila) ECEX – IE/UFRJ

GOUVINHAS, Reidson Pereira; DANTAS, Luciana de Medeiros; ALMEIDA, Marilia de Souza et al. A importância do planejamento físico na otimização do processo de armazenagem: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 25, 2005, Porto Alegre/RS. **Anais...** Porto Alegre/RS: ENEGEP, 2005 CD ROM.

GU, Jinxiang, GOETSCHALCKX, Marc; MCGINNIS, Leon F.. *Research on warehouse operation: A comprehensive review.* ***European Journal of Operational Research*** 177 (2007) 1–21.

HARJUNKOSKI, Iiro; NYSTRÖM, Rasmus; HORCH, Alexander. *Integration of scheduling and control—Theory or practice.* **Computers and Chemical Engineering,** n. 33, p. 1909–1918, 2009.

HARMONOSKY, Catherine M. e TOTHERO, Gregory K. *A multi-factor plant layout metodology.* **Int. Journal of Production Research,** v. 30, n. 8, 1992.

Instituto Aço Brasil. **O aço - História**. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br>. Acesso em: 14 maio 2010.

_____. **Relatório de Sustentabilidade 2010, 2009, 2008, 2007, 2004**. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br>. Acesso em: 14 maio 2010.

_____. **Indústria do aço e o mercado**. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br>. Acesso em: 14 maio 2010.

_____. **Siderurgia Brasileira: Princípios e Políticas**. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br>. Acesso em: 14 maio 2010.

_____. **Parque Siderúrgico**. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br>. Acesso em: 14 maio 2010.

KATO, Jerry Miyoshi. Um modelo para a construção de cenários aplicado à Indústria de Transportes Rodoviários de Cargas no Brasil. **Revista da FAE**, Curitiba, v.10, n.2, p.179-197, jul./dez. 2007.

KOSTER, René de; LE-DUC, Tho; ROODBERGEN, Kees Jan. *Design and Control of Warehouse Order Picking: a literature review*. **European Journal of Operational Research** n.182, p. 481–501, 2007. Disponível em: <www.sicencedirect.com>. Acesso em: 23 fev. 2011.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

LEE, C.K.M.; HO, William; HO, G.T.S.; LAU, H.C.W.. *Design and development of logistics workflow systems for demand management with RFID*. **Expert Systems with Applications,** n.38, p. 5428–5437, 2011.

LOPES, Renata Almendra; LIMA, Jeane de Fátima Gomes de. Planejamento e Controle da Produção: Um Estudo de Caso no Setor de Artigos Esportivos de uma Indústria Manufatureira. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 28, 2008, Rio de Janeiro/RJ. **Anais...** Rio de Janeiro/RJ: ENEGEP, 2008. CD ROM.

LOPES, Rita; MICHEL, Murillo. Planejamento e Controle da Produção e sua Importância na Administração. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Contábeis**, ano 5, n.9, maio 2007 – Periódico Semestral.

LORENZATTO, Júlia Trindade; RIBEIRO, José Luis Duarte. Projeto de Layout Alinhado às Práticas de Produção Enxuta em uma Empresa Siderúrgica de Grande Porte. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 27, 2007, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: ENEGEP, 2007. CD ROM.

LOURENÇO JUNIOR, Antônio; OLIVEIRA, Luiz C. V.de; KILIMNIK, Zélia M. O Planejamento de Cenários como Aprendizado. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 03 - 32, Jan./jun. 2010.

LUZZI, A. **Uma abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta:** um estudo de caso. 2004. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MARCIAL, Elaine Coutinho, GRUMBACH, Raul José dos Santos. **Cenários prospectivos:** como construir um futuro melhor. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

MARCIAL, Elaine Coutinho; COSTA, Alfredo J. L. O uso de cenários prospectivos na estratégia empresarial: vidência especulativa ou Inteligência Competitiva?. In: ANPAD - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 25 , 2001, Campinas/SP. **Anais...** Campinas/SP: ANPAD, 2001 CD ROM.

MEIRA Julia A.; LIMA; Serrano P.; MAIA; Rafaella Dias de A. et. al. Aspectos envolvidos na logística de produção: prospecção analítica das atividades de armazenagem e movimentação em uma empresa atacadista. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 30, 2010, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: ENEGEP, 2010. CD ROM.

MELO, Luca A.; SAUTTER, Klaus D.; JANISSEK, Paulo R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. **Eng Sanit Ambient**, Curitiba, v.14 n.4, out/dez 2009. 551-558.

MENDONÇA, J.C.V. **Movimentação de materiais**. Disponível em: <http://www.guiadelogistica.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2011.

MOORE, Franklin G.; GENDRICK, Thomas E. ***Production operations management***. 8 ed. Homewood: Richard D. Irwin, 1980.

MORAES, Edilaila Fernandes. **Um Modelo de Programação Matemática para Otimizar a Composição de Lotes de Minério de Ferro da Mina Cauê da CVRD**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto/MG, 2005.

MORAIS, Marcos Antônio Colombo. **Proposta de um modelo para análise de cadeias de suprimentos de usinas siderúrgicas**: Estudo de caso da ArcelorMittal Tubarão Aços Planos. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Thomson Learning, 2004.

MORITZ, Gilberto de O.; NUNER, Rogério; PEREIRA Maurício F. Os Métodos de Prospecção de Cenários e sua Aplicaçao nas Organizações: Um Estudo de Caso no Período 1998-2008. **Revista de Administração FACES Journal,** Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 68-83, abr./jun., 2008.

MOURA, Reinaldo A. **Logística:** suprimento, armazenagem, distribuição física. São Paulo: IMAN, 1989.

_____. **Armazenagem e distribuição física**. 2 ed. São Paulo: IMAM, 1997.

_____. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. São Paulo: IMAM, 1998.

_____. **Movimentar e estocar os materiais inteligentemente**. Disponível em: <http://www.guiadelogistica.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2011.

MOURÃO, Marcelo Breda. **Siderurgia para não siderurgistas:** programa de educação continuada. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2005.

MUYLDER, Cristiana Fernandes de; CARVALHO, Fátima Marilia andrade de. **Fatores empresariais da indústria siderúrgica brasileira:** cenário recente. <Disponível em: http://www.sober.org.br/palestra/2/623.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2009.

NAKANO, D.N.; FLEURY, A.C.C. Métodos de pesquisa na Engenharia de Produção. In: Encontro Nacional de Engenharia De Produção, 16, 1996. Piracicaba. **Anais...** São Paulo: ABEPRO, 1996.

NANTES, Antônio Carlos. **Gestão de estoques nas empresas públicas de geração de energia elétrica**. Florianópolis, 2001. 140 fl., Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

NETTO, Gizelle Coelho; RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral. Transporte em uma empresa da indústria siderúrgica brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 26, 2006, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza/CE: ENEGEP, 2006. CD ROM.

PAN, Jason Chao-Hsien; WUB,Ming-Hung. *A study of storage assignment problem for an order picking line in a pick-and-pass warehousing system*. **Computers & Industrial Engineering** n.57, p. 261–268, 2009.

PALETTA, Marco Antonio; SILVA, Alexanders Gonçalves da. **Otimizando o layout do armazém através da movimentação eficiente de materiais.** <Disponível em http://www.logisticadescomplicada.com/otimizacao-do-layout-de-armazens>. Acesso em: 23 fev. 2011.

PEREIRA FILHO, Orlandino R.. **Gerenciamento logístico do fluxo de Informações e materiais em unidade industrial aeronáutica**. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Adminstração, Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, 2002.

PETERSEN, Charles G.; AASE, Gerald R.; HEISER, Daniel R. ***Improving order-picking performance through the implementation of class-based storage***. <Disponível em http://www.emeraldinsight.com/0960-0035.htm>. Acesso em: 23 fev.2011.

PORTER, Michael E. **Estratégia competitiva:** técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

RENAUD, Jacques; RUIZ, angel. ***Improving product location and order picking activities in a distribution center***. <Disponível em:<http://www.fsa.ulaval.ca/personnel/.../Product%20location%20v5.pdf >. Acesso em: 23 fev. 2011.

RIZZO, E. M. S. **Introdução aos processos siderúrgicos**. São Paulo, ABM, 2005.

RODRIGUES, Celso Luiz Pereira. **Método e técnicas de pesquisa**. In: João Pessoa, 2007. (Apostila) DEP/UFPB.

RODRIGUES, Paulo Cesar Chagas; OLIVEIRA, Otávio José de. Um Estudo sobre a Gestão de Estoques Intermediários em uma Empresa Brasileira de Manufatura de Produtos a Base de Papel. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 4, 2008, Niterói, RJ.

RODRIGUES, Paulo César Chagas. **A gestão de estoques em sistemas produtivos *Engineering-To-Order* e *Make-To-Stock*:** estudo de casos em empresas do setor gráfico. 2008. 97f. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, 2008.

RODRIGUES, Paulo R. A. **Gestão estratégica de armazenagem**. São Paulo: Aduaneiras, 2007.

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

SANTOS, João L. F. dos; SILVA, R. Moreira da; MOREIRA, J. A. et al. Fontes alternativas energéticas: parâmetros para tomada de decisão no brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 27, 2007, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: ENEGEP, 2007 CD ROM.

SANTORO, Miguel Cezar; MORAES, Luiz Henrique. Planejamento e projeto de arranjo físico (*plant layout*) de uma fábrica de motores. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 21, 2001, Curitiba/PR. **Anais...** Curitiba/PR: ENEGEP, 2001. CD ROM.

SCHWARTZ, P. **A arte da visão de longo prazo: planejando o futuro em um mundo de incertezas**. 3. ed. São Paulo: Nova Cultural, 2004.

_____. **Cenários:** as surpresas inevitáveis. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

SERIO, Luiz Carlos Di; SAMPAIO, Mauro; PEREIRA, Susana C. Faria. A Evolução dos Conceitos de Logística: Um Estudo na Cadeia Automobilística no Brasil. **RAI - Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 125-141, 2007.

SILVA, Adriano César. **Integração da produção entre unidades produtivas distantes geograficamente:** estudo de caso ArcelorMittal Tubarão – ArcelorMittal vega. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SILVA, Alessandro Lucas, RENTES, Antônio Freitas. Tornando o layout enxuto com base no conceito de mini-fábricas num ambiente de multiprodutos: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÂO, 22, 2002, Curitiba/PR. **Anais...** Curitiba/PR: ENEGEP, 2002 CD ROM.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.

SILVEIRA JÚNIOR, José Aélio. **Otimização das perdas em cortes guilhotinados para bobinas de aço**. Fortaleza, 2005. 57 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Mestrado em Informática Aplicada, Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Fortaleza, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Fabio Abreu Freitas de. **Elaboração de um modelo de localização de cargas unitizadas agroindustriais em pátios portuários**: aplicação ao caso do Terminal Portuário do Pecém. Fortaleza, 2002. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

SOUZA, Manuel Fernandes Silva; MOORI, Roberto Giro; MARCONDES, Reynaldo Cavalheiro. Sincronismo entre Clientes e Fornecedores. **RAE – Revista de Administração de Empresas**, v. 45, n.4, 2005.

SOUZA, Marco Antonio Dias de. **Programação de enfornamento a quente de placas:** estudo de caso de uma empresa siderúrgica brasileira. 2008. 116f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

STEVENSON, William J. **Administração das operações de produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

TEODORO, Guilherme Sebastião; GARCIA, Letícia Gimenez; NAGASHIMA, Márcia Sayuri et al. **Integrando o arranjo físico, o fluxo de materiais e a qualidade de vida na Danisco Brasil Ltda.** Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Presidente Prudente. Presidente Prudente, SP, 2002.

TORRES, Isaias. **Um formalismo relacional para o desenvolvimento de arranjo físico industrial**. 2007. 205f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e controle da produção:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

TINOCO, J. E. P.; TORRE, R. E. L.; IMONIANA, J. O. et al. **A Análise econômica, financeira, social e ambiental de empresas brasileiras do setor siderúrgico: período de 2002 a 2006**. Disponível em: <www.bndes.gov.br>. Acesso em: 12 nov. 2009.

TSIAKIS, Panagiotis; PAPAGEORGIOU; Lazaros G.. *Optimal production allocation and distribution supply chain networks.* ***Int. J. Production Economics*** n.111, p.468-483, 2008.

VASCONCELLOS, Themis Castro de; MARINS, Fernando A. S.; MUNIZ JUNIOR, Jorge. Implantação do método *activity based costing* na logística interna de uma empresa química. **Gest. Prod.** v.15, n..2, São Carlos maio/ago. 2008.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

VIEIRA José G. V; BRAGA, Lilian M.; Pimenta, Carolina M.. Gestão de Armazenagem em um Supermercado de Pequeno Porte. **Revista P&D em Engenharia de Produção,** n.8, p. 57-77, 2008. Disponível em: <www.revista-ped.unifei.edu.br>. Acesso em: 16 maio 2011

VILLAR, Antonio M.; NOBREGA JUNIOR, Claudino Lins. **Planejamento das instalações industriais**. João Pessoa: Manufatura, 2004.

VILLAR, Antonio M.; Silva, LICIANE M. F.; NÓBREGA, Mariana M. **Planejamento, programação e controle da produção**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2008.

VILLELA, Cristiane Da S. S., MERLIN, Fabricio Kurman; PEREIRA, Vera Lúcia D. do V. **Adequação estratégica de áreas de estocagem e armazenagem:** um estudo de caso em uma montadora de bicicletas. Disponível em: <www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/.../E2009_T00431_PCN43360.pdf >. Acesso em: 16 maio 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YIN, Robert K. *Case study methods*. USA: Cosmos Corporation. Revised draft (To appear in the 3rd edition of *Complementary Methods for Research in Education*, **American Educational Research Association**, Washington, DC, forthcoming), 2004.

ZORZIN, Gislaine. **Otimizando espaços e reduzindo custos**. Disponível em: <http://www.guiadelogistica.com.br >. Acesso em: 23 fev. 2011.