

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAL PARA
ARMAZENAGEM E MOVIMENTAÇÃO EM UM PROCESSO
DE FABRICAÇÃO DE BATERIAS AUTOMOTIVAS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

WALDERIK SEVERO DE ARAÚJO

Orientador: Prof. Adiel Teixeira de Almeida Filho, Doutor

RECIFE, NOVEMBRO / 2013

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Kyria de Albuquerque Macedo, CRB4-1693

A663a Araújo, Walderik Severo de.

Análise do fluxo de material para armazenagem e movimentação em um processo de fabricação de baterias automotivas / Walderik Severo de Araújo. - Recife : O Autor, 2013. 105 f. : il. ; 30 cm.

Orientador : Adiel Teixeira de Almeida Filho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, 2013.

Inclui bibliografia e apêndices.

1. Engenharia de produção. 2. Controle de produção. 3. Métodos de simulação. 4. Controle de processo. 5. Acumuladores.
I. Título.

658.5

CDD (22.ed.)

UFPE (BC2013-256)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE**

WALDERIK SEVERO DE ARAÚJO

**“ANÁLISE DO FLUXO DE MATERIAL PARA ARMAZENAGEM E
MOVIMENTAÇÃO EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE
BATERIAS AUTOMOTIVAS ”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato **WALDERIK SEVERO DE ARAÚJO**.

Recife, 14 de Novembro de 2013.

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA FILHO, *Doutor* (UFPE)

Prof. CAROLINE MARIA DE MIRANDA MOTA, *Doutor* (UFPE)

Prof. JOSÉ GILSON ALMEIDA TEIXEIRA, *Doutor* (UFPE)

“O saber é o único utensílio da produção que não está sujeito a rendimentos decrescentes”.

John Clark

RESUMO

Em função do ambiente empresarial extremamente competitivo e do crescimento econômico estável registrado no país, e a necessidade do melhor aproveitamento do espaço físico fazem com que diversas empresas busquem melhorias em sua estrutura física e layout de processos. Para isto, é necessário ser capaz de adaptar seus processos e fluxos produtivos para atender aos requisitos de seus clientes. Para conquistar sucesso diante da concorrência, se faz necessário alcançar resultados com a implantação de processos melhoria contínua, permitindo respostas eficazes às variações na demanda, as alterações dos processos de fabricação e a busca por maximização dos recursos internos da organização. Rever o uso de seus recursos com a utilização de ferramentas de análise do fluxo produtivo, sistemas de programação e controle da produção, e avaliar diferentes cenários que permitam a melhoria na gestão do fluxo de produção da empresa alinhada aos seus objetivos. Diante disto, este trabalho propõe uma análise do fluxo de material para armazenagem e movimentação através de um caso prático aplicando a simulação de processos para avaliar a melhor configuração do sistema produtivo. Ao final é apresentado o resultado do estudo de caso, onde é descrito os ganhos que puderam ser alcançados, implicações práticas sobre utilização dos recursos, gestão das informações, movimentação e armazenagem, também é apresentadas propostas e ações que permitiram comprovar a eficácia na implementação da melhoria.

Palavras Chave: Gestão movimentação e armazenagem, Programação da Produção, Simulação de Processos.

ABSTRACT

Due to the extremely competitive business environment and stable economic growth in the country, and the need for better use of space mean that many companies seek improvements in their physical structure and layout processes. For this, you must be able to adapt their processes and production to meet the requirements of its customers flows. To gain success in the face of competition, it is necessary to achieve results with the implementation of continuous improvement processes, enabling effective responses to changes in demand, changes in manufacturing processes and the search for maximizing internal resources of the organization. Review the use of their resources with the use of the production flow analysis tools, scheduling systems and production control, and evaluate different scenarios that enable improved management of the flow of production aligned to their business goals. Thus, this paper proposes an analysis of the material flow for storage and handling of a case through applying the process simulation to evaluate the best configuration of the production system. At the end we present the results of a case study, which is described the gains that might be achieved, practical implications on the use of resources, information management, handling and storage, it is also submitted proposals and actions that allowed to prove the effectiveness of the implementation of improvement.

Keywords: Moving and Storage Management, Production Scheduling, Process Simulation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 NÍVEIS DO SISTEMA DE PPCP.....	15
2.1.1 Nível Estratégico (Longo Prazo).....	16
2.1.2 Nível Tático (Médio Prazo)	17
2.1.3 Nível Operacional (Curto Prazo).....	17
2.2 SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO	18
2.2.1 Planejamento de Recursos Empresariais (ERP).....	19
2.2.2 Planejamento Avançado da Programação (APS)	19
2.2.3 Regras de Programação.....	20
2.3 REGRAS HABITUAIS DE PROGRAMAÇÃO	21
2.3.1 Sistemas de Movimentação, Fluxo e Armazenagem de Materiais	22
2.4 ANÁLISE DA MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS	23
2.4.1 Planejamento do Fluxo de Materiais	26
2.4.2 Técnicas Gráficas para Análise de Movimentação de Materiais	30
2.4.3 Técnicas Analíticas de Movimentação de Material.....	40
2.5 SIMULAÇÃO.....	43
2.5.1 Bases da Simulação	44
2.5.2 Conceitos Básicos.....	44
2.5.3 Vantagens da Simulação	45
3. METODOLOGIA E CONTEXTO DO PROBLEMA	46

3.1	METODOLOGIA	48
3.2	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS ESTUDADOS	49
3.2.1	Fluxo de Informações	49
3.2.2	Fluxo de Materiais na movimentação e Armazenagem.....	52
3.2.3	Planejamento, Programação e Controle da Produção	57
4.	ANÁLISE DO PROBLEMA.....	61
4.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PROGRAMAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO.....	61
4.1.1	Levantamento de Dados e Análise Estatística.....	65
4.1.2	Testes Estatísticos.....	65
4.1.3	Proposta de Solução Inicial	72
4.2	SIMULAÇÃO.....	74
4.2.1	Simulação da configuração I.....	74
4.2.2	Simulação da configuração II.....	76
4.2.3	Simulação da configuração III	77
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	79
4.3.1	Fluxo de Informações	81
4.3.2	Fluxo de Materiais	86
4.3.3	Gestão da Movimentação e Armazenagem (Produtos semielaborados).....	87
4.3.4	Área física demandada (Pulmão Baterias Energização)	91
5.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	93
5.4	CONCLUSÕES	93
5.5	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	96
	REFERÊNCIAS.....	97
	APÊNDICES A – SÍMBOLOS MAPEAMENTO FLUXO VALOR.....	99
	APÊNDICES B – TABELA DADOS TEMPO CHEGADA E PROCESSAMENTO LOTES.....	100
	APÊNDICES C – RELATÓRIO PROCESSAMENTO LOTES.....	103
	APÊNDICES D – RELATÓRIO TEMPO MÉDIO CHEGADA DOS LOTES	104
	APÊNDICES E – TESTES ESTATÍSTICOS DISTRIBUIÇÃO NORMAL – VAR 1	105
	APÊNDICES F – TESTES ESTATÍSTICOS DISTRIBUIÇÃO NORMAL – VAR 2	106

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Relações entre Sistema Planejamento, Programação e Controle da Produção</i>	16
<i>Figura 2 - Desenvolvimento do Sistema de Manufatura</i>	18
<i>Figura 3 - Gráfico fluxo processo rotina de aquisição - modelo geral</i>	33
<i>Figura 4 - Posição processo contínuo volume/variedade (influencia arranjo físico e consequentemente fluxo dos recursos transformados)</i>	35
<i>Figura 5 - Gráfico fluxo processo; Método para recobrir rebolos com pó de esmeril</i>	38
<i>Figura 6 - Mapafluxograma do Processo de Fabricação</i>	39
<i>Figura 7 - MapaFluxograma de materiais na cadeia produtiva - Montagem, Energização, Acabamento e Armazenagem</i>	55
<i>Figura 8 - Volume e Frequência de itens numa linha de produção</i>	62
<i>Figura 9 - Produtos na Fila de processamento de lotes setor energização</i>	63
<i>Figura 10 - Fluxo de Informação PCP para Processo</i>	64
<i>Figura 11 - Histograma da VAR 1</i>	66
<i>Figura 12 - Histograma VAR 2</i>	68
<i>Figura 13 - Gráfico VAR 1 teste estatístico</i>	70
<i>Figura 14 - Gráfico VAR 2 teste estatístico</i>	71
<i>Figura 15 - Fluxo Informações PCP e Movimentação</i>	73
<i>Figura 16 - Modelo de simulação para configuração I: Configuração Atual do Sistema Fluxo Produtivo</i>	75
<i>Figura 17 - Modelo de simulação para configuração II</i>	76
<i>Figura 18 - Modelo de simulação para configuração III</i>	78
<i>Figura 19 - Quadro gestão avista - Sequenciamento lotes família comercial</i>	82
<i>Figura 20 - Recorte Planilha Excel - Emitir Ordem Produção / Movimentação</i>	83
<i>Figura 21 - Formulário Ordem de Produção</i>	84
<i>Figura 22 - Ordem de Produção - Incluído Informação Processo / Armazenagem</i>	85
<i>Figura 23 - Ordem Produção; Incluída mensagem "Setor Energização 05"</i>	86
<i>Figura 24 - Vista Superior Armazenagem Produtos montados</i>	87
<i>Figura 25 - Vista Geral da Armazenagem de Produtos Semielaborados</i>	89
<i>Figura 26 - Armazenagem de produtos por família comercial</i>	90
<i>Figura 27 - Armazenagem produtos semielaborados família comercial FP</i>	90
<i>Figura 28 - Entrada processo Energização - Área destinada Recebimento Lotes</i>	91
<i>Figura 29 - Figuras e Legenda Mapeamento Fluxo Valor Cadeia Produtiva</i>	99

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Resumo Regras Sequenciamento</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 2 - Classificação Fluxos Materiais (Ordem interna da Indústria).....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 3 - Simbologia, Descrição e Significado Atividades num fluxograma de processo.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 4 – Intensidade de Fluxo por hora numa linha de montagem para peças fabricadas</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 5 - Prazos de entrega dos pedidos consolidados por área comercial</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 6 - Carteira de pedidos consolidada no mercado exportação</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 7 - Distâncias entre setores produtivos - origem/destino</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 8 - Peso Médio Produtos Montados movimentados para Setor Energização</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 9 - Tabela de Cores das Ordens de Fabricação</i>	<i>63</i>
<i>Tabela 10 - Estatística Descritiva VAR1</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 11 - Estatística Descritiva VAR 2.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabela 12 - Teste Estatístico Aderência VAR 1.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabela 13 – Teste Estatístico Aderência VAR 2</i>	<i>70</i>
<i>Tabela 14 – Configuração I de Simulação - Filas.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 15 – Configuração II - Filas.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 16 - Rodada de Simulação 3 - Filas.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 17 - Demonstração Comparativo entre capacidade transporte por tipo equipamentos.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 18 - Tabela Dados Tempo (Min.) chegada e processamento lotes.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabela 19 - Tempo Médio Processamento Lotes Energização.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 20 - Tempo Médio Chegada Lotes Setor Energização</i>	<i>104</i>

1. INTRODUÇÃO

No ambiente industrial a gestão de produtos em processo, como também os controles decorrentes da movimentação dentro da cadeia produtiva é um ponto muito importante, e como tal merece um estudo sobre o tema. À medida que cresce a necessidade sobre o controle dos produtos em processo, também nota-se o volume de peças processadas diariamente impulsionar a organização para investir em sistemas de controle na cadeia produtiva alinhada com a necessidade de cumprir prazos junto aos clientes. Este processo envolve estruturas adequadas para mover volumes de produtos ao longo do processo, tais como a gestão da informação, movimentação, armazenagem e programação industrial.

Os mercados globalizados têm trazidos concorrência a todas as organizações inseridas neste contexto, com ciclo de vida curte e alta obsolescência dos produtos, atrelada a uma significativa e constante pressão por reduzir os custos em seus processos, obrigando as empresas a buscar atingir altos índices de eficiência interna para garantir sustentabilidade dos negócios diante de margens reduzidas de lucros.

Como forma de obter eficiência operacional, a tecnologia da informação tem se voltado para a busca de ferramentas que possibilitem um melhor gerenciamento de suas atividades, sobretudo de produção.

Na área produtiva verificamos a importância do PCP (Programação e Controle da Produção) que tem uma função de representar os interesses dos clientes junto à produção, entende-se que estas atividades de programação da produção devem alinhar-se aos objetivos estratégicos da empresa.

Segundo GIACON (2011) os objetivos para a programação detalhada da produção devem ser: entregar os produtos na data acordada; maximizar velocidade de fluxo, e minimizar ociosidade dos recursos. De acordo com este autor verificamos que a programação da produção busca alinhar as estratégias até os níveis operacionais da organização para que estes possam traduzi-lo, atendendo as regras de negócio estabelecidas pela alta administração.

Da mesma forma a armazenagem de produtos e do estoque em processo requer gestão, visto que os produtos estão dispostos na cadeia produtiva, e representam custos financeiros, indicadores que permitam o controle de como este processo são executados pode conduzir a organização situações complexas, como responder rapidamente as demandas dos clientes em

tempo real, ter estoque de produtos em excesso ou armazenados em determinadas áreas onera o custo global da empresa, como também indicadores de eficiência, como o giro de estoque.

Por outro lado o fluxo de produtos em processo pode-se apresentar como variável importante, mover materiais produtivos alinhados a demanda do cliente requer uma investigação detalhada na operação. Nas empresas é comum notar várias operações de transporte interno sem uma “responsabilidade” quanto ao custo. Para esta operação nota-se uma perda, mover os materiais de um ponto a outro da indústria, atrelada a características particulares do produto representa um ônus. Se não controlado, é possível verificar produtos sendo movidos em excesso, ou antecipadamente em relação ao tempo.

A complexidade dos processos produtivos, e o compartilhamento dos recursos e a necessidade de sincronização das operações entre as etapas do processo, bem como com o recebimento de matérias-primas, componentes e embarques, faz do uso das regras de programação uma crescente alternativa para o desenvolvimento de soluções de programação TURATTI (2010).

O tema da dissertação é a análise do fluxo de material para movimentação e armazenagem em um processo de fabricação de baterias automotivas. Propondo um sistema de programação sequenciada, teoria de filas e gestão da armazenagem, alinhada a estratégia da organização que permita atingir os níveis operacionais.

De acordo com Moura (2005, p.126),

“armazenagem: é a denominação genérica e ampla que inclui todas as atividades de um ponto destino à guarda temporária e à distribuição de materiais (depósitos, almoxarifados, centros de distribuição, etc.)”.

Portanto num armazém é possível ter estoques de diversos materiais, inclusive de produtos semielaborados aguardando de forma estratégica com vistas a atender a demanda dos clientes nos tempos e prazos requeridos e com as características de qualidade necessária a sua finalidade.

O estoque de produtos em um armazém entre uma estação de produção e outra pode ser usado para regular nível de demanda de acordo com a sazonalidade do mercado que a empresa opera, outra função essencial deste armazém de semielaborados refere-se às dinâmicas de programação da produção em sistema clássico de produção empurrada, que permite produzir lotes em quantidades que buscam aperfeiçoar os tempos de trocas entre um lote e outro.

Observa-se que ocorrem situações específicas de produção que alteram rapidamente a demanda, e conseqüentemente o destino dos lotes em processo, estas variações combinadas ao

mix de produtos gera uma grande quantidade de problemas para a programação da produção, que se obriga a corrigir os planejamentos e programações anteriores, de forma que permita atender os objetivos do fluxo produtivo. O impacto destas correções do planejamento e programação, sob a atividade de armazenagem e fluxo produtivo é mover produtos de um local para o outro excessivamente, tornando-a custosa e exaustiva, porém uma análise mais próxima desta atividade permite visualizar oportunidades de melhorias.

Os recursos de movimentação de materiais em processo normalmente são compartilhados com outras atividades, tais como: abastecimento de insumos produtivos, carga e descarga do almoxarifado industrial, movimentação de equipamentos entre outros, e, portanto o uso inadequado ou sem critérios específicos gera um efeito na cadeia produtiva que dificulta todo o fluxo, ocasionando em perdas que podem inclusive expandir-se e atingir o correto abastecimento dos insumos produtivos e possíveis rupturas.

Rever as regras de programação alinhada ao processo de produção para produtos fabricados contra estoque e armazenados temporariamente até ser demandados pelos clientes. Requer revisão do sistema de informação para que atenda ao nível operacional. Ter uma regra para esta atividade atendendo prazos, custos, mais os tempos de guarda e coleta é um fato importante.

O principal objetivo deste trabalho é analisar o fluxo de materiais em processo influenciado pela programação da produção, regras de armazenagem dos lotes fabricados através de um caso prático, tendo por base ferramentas de produção sequenciada, e definir um conjunto de critérios para operar mediante vários cenários de programação industrial.

1.1 Justificativa

A motivação para este estudo está na ótica global de movimentação de materiais e sua importância que os fluxos de materiais e informações exercem sobre as indústrias de fabricação, uma baixa eficiência neste quesito pode representar aumento significativo sobre os custos, aumento no estoque em processo, tempo longo de espera do material ou tempo de espera da operação (aguardando o material chegar para seu processamento). Fluir materiais implica essencialmente em ter a capacidade de fazer fluir as informações que decidiram onde, como e quando será processado o material.

O sequenciamento dos lotes alinhados a estratégia da empresa quanto ao atendimento final dos clientes, é um ponto fundamental, se faz necessário discutir rotineiramente se o sistema é capaz de absorver as mudanças do mercado.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o modelo do fluxo de informações e gestão da movimentação e armazenagem de materiais em processo influenciado pelo Planejamento, Programação e Controle da Produção, alinhadas com as necessidades da empresa, através de um estudo de caso prático simulando o desempenho de diferentes cenários.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Descrever e analisar o modelo de gestão do fluxo da informação e dos materiais em processo, com uso de modelos de simulação e teoria das filas;
- Estudar o modelo de gestão da movimentação e armazenagem, e propor melhorias para o sistema produtivo compatíveis com as regras vigentes de sequenciamento e processamento dos lotes;
- Avaliar os impactos das melhorias sugeridas por meio de um modelo de simulação de processos.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado, em 5 capítulos, da seguinte forma:

- No primeiro capítulo, é apresentada a introdução à pesquisa proposta sobre o objeto de estudo. São apresentados os temas da pesquisa e sua contextualização quanto aos problemas verificados, envolvendo ainda os objetivos propostos, suas justificativas, metodologia e as limitações que por ventura o trabalho tenha enfrentado.

- O segundo capítulo refere-se à pesquisa bibliográfica sobre os temas mencionados ao trabalho proposto. Apresenta-se uma discussão sobre os sistemas atuais da gestão do fluxo de materiais, armazenagem dos materiais e o planejamento da empresa, avaliando detalhadamente suas interfaces. Ainda neste capítulo são discutidos quais são os níveis tático e operacional entre os sistemas de programação industrial, fluxo de informações e gestão da armazenagem.
- O terceiro capítulo apresenta detalhes do problema a ser abordado no estudo de caso, descrevendo a empresa, suas particularidades quanto ao produto, processo e os desafios enfrentados neste momento.
- No quarto capítulo é apresentado o estudo de caso onde foi utilizado um modelo de simulação para avaliação de alternativas de melhoria. A partir das ferramentas identificadas na literatura são apresentadas e avaliadas soluções que permitem a melhor utilização possível dos recursos atuais da empresa.
- O quinto e último capítulo apresenta as conclusões do trabalho, uma discussão relacionada aos objetivos gerais e específicos que foram propostos, e por fim sugestão de pesquisas complementares ao tema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre referencial do tema, envolvendo o sistema de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), e bem como ferramentas que fazem parte. Discutir as regras sobre a gestão dos fluxos de produtos em processo, os pontos críticos nesta atividade e uma aplicação da teoria das filas.

2.1 Níveis do Sistema de PPCP

O sistema de PPCP de uma empresa normalmente está envolvido a questões ligadas ao grau de agregação da informação e a função tempo, e em diferentes níveis, e que normalmente o tempo é avaliado em intervalos curto, médio e longo prazo. De acordo com Zattar (2004), divide em 03 níveis de planejamento em função das decisões envolvidas: 1) Estratégico (longo prazo); 2) Tático (médio prazo); 3) Operacional (curto prazo). A distribuição proposta pelo autor permite uma visão detalhada sobre os níveis hierárquicos relacionando as atividades e os objetivos em cada nível proposto.

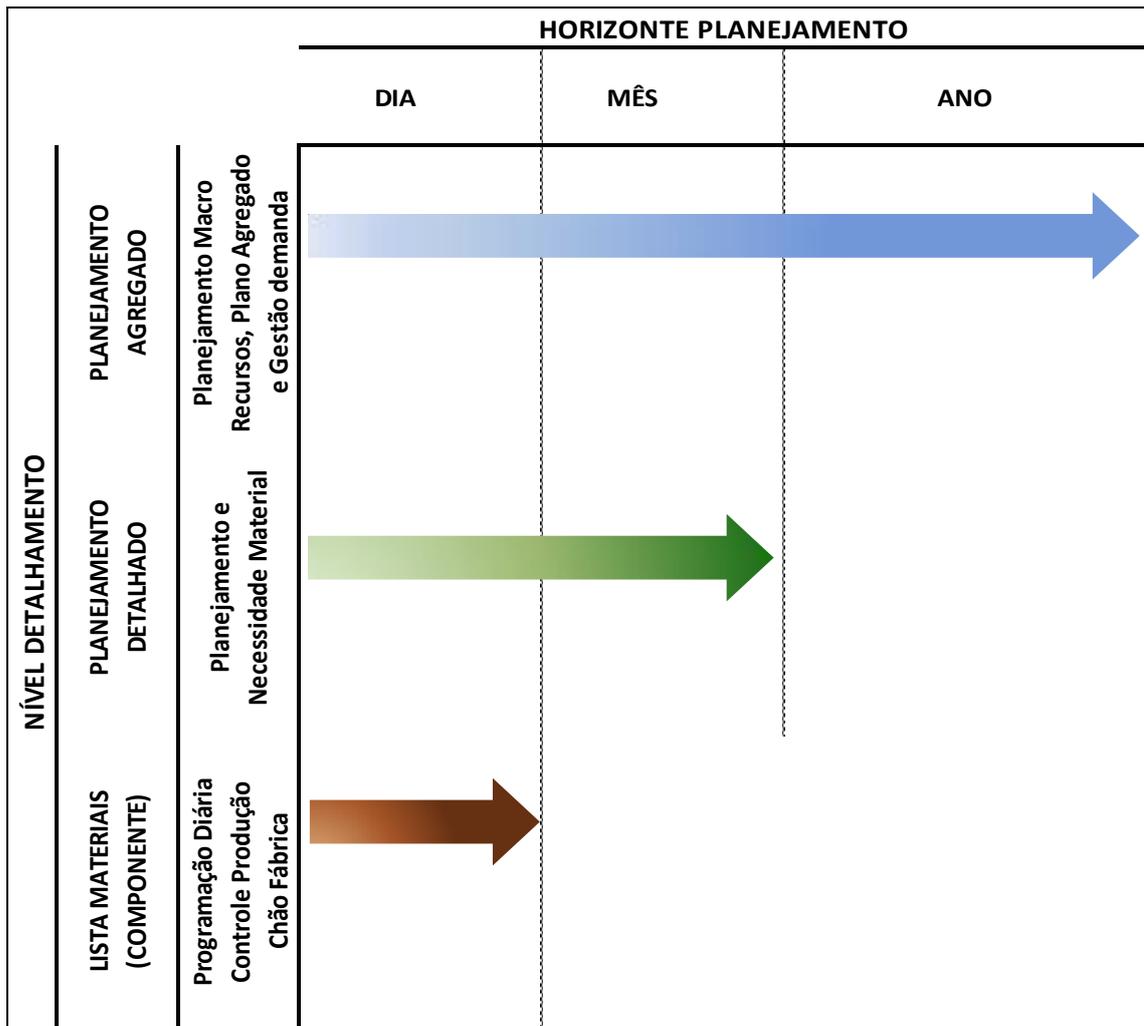


Figura 1 - Relações entre Sistema Planejamento, Programação e Controle da Produção

(Adaptado de Zattar, 2004)

A divisão proposta em relação ao horizonte de planejamento e o seu nível de agregação de informação, atrelado ao detalhamento e as respectivas interações entre seus níveis é mostrado mais a frente ao longo do trabalho com um detalhamento mais amplo, como também o papel do PPCP em cada nível que é exigido VOLMAM (1997).

2.1.1 Nível Estratégico (Longo Prazo)

A visão de longo prazo tem por base o sistema de planejamento, programação e controle da produção dos produtos que recebem um agrupamento em famílias comerciais utilizam os recursos agregados de acordo com as características e funcionalidades. O período normalmente usado é um a dois anos TURATTI (2010).

2.1.2 Nível Tático (Médio Prazo)

O nível tático preocupa-se com um intervalo de tempo menor, em torno de 3 a 6 meses, ou seja, representa uma condição mediana em relação ao longo prazo e um pouco maior que ao curto prazo, faz parte do planejamento com um nível de detalhamento mais amplo (Figura 1). Preocupa-se com as demandas das necessidades de materiais de forma detalhada, definindo a quantidade e o momento em que serão utilizados (CORRÊA; GIANESE, 1996).

2.1.3 Nível Operacional (Curto Prazo)

O planejamento em curto prazo é principalmente alimentado pelo sistema MRP, com horizontes de tempo na ordem de semanas ou dias. Este nível de planejamento trata principalmente das questões ligadas às ordens de fabricação e dos recursos disponíveis de forma detalhada que abastecerão a indústria numa etapa seguinte.

A programação da produção (OS – Production Scheduling; Programação da Produção) analisa características sobre o uso dos recursos, produtos e famílias comerciais, verificando o nivelamento e balanceamento da produção, tratando as restrições e com vistas a redução de estoques e tempos de atravessamento.

Segundo Tubino (2006), com base no plano mestre de Produção e nos registros de controles de estoques, a Programação da Produção estabelece no curto prazo o quanto comprar fabricar e/ou montar de cada item necessário à composição de produtos finais. De acordo com autor, a programação da produção define os volumes e o momento que se deve produzir ou mesmo montar em relação à demanda e o que compõe o produto. Age principalmente via ordens de aquisição (itens comprados), ordens de fabricação (itens

produzidos internamente) e por fim as ordens de montagem seja ela intermediária ou final dos itens que o Plano Mestre de Produção definiu.

2.2 SISTEMAS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO

As principais ferramentas que as organizações usam para administrar a gestão da produção são apresentadas na (Figura 2), onde mostra as ferramentas a partir da década 50, baseadas em sistemas manuais de programação e outras já com a inclusão de sistemas computadorizados. Nas décadas seguintes surgiram simultaneamente o MRP e o MRP II, que são os primeiros sistemas de gestão da produção. Tais sistemas perduraram até a década de 90, quando surge o ERP e o APS, simultaneamente, sendo o último o que representa a tecnologia mais avançada e que até hoje em dia detém grande influência sobre os controles da programação industrial.

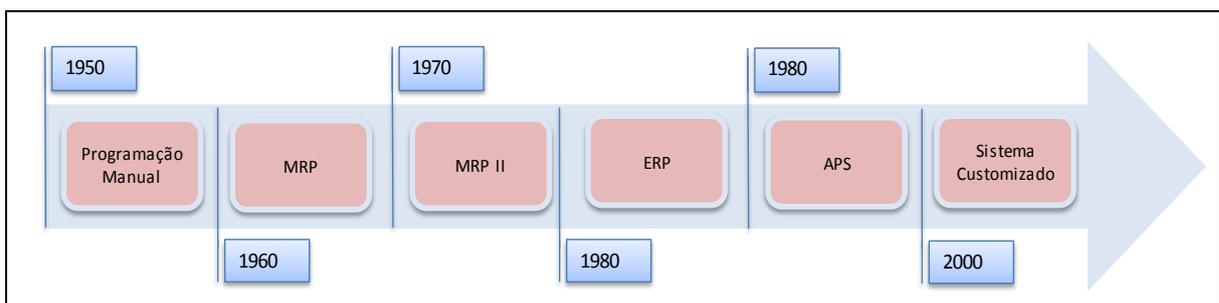


Figura 2 - Desenvolvimento do Sistema de Manufatura

(Adaptado de Tubino, 2006)

Planejamento dos Recursos Materiais e de Manufatura

Tendo seu surgimento no começo da década de 70 com vistas a controlar as necessidades de materiais e que foi adaptado por várias empresas para gerir a produção, o MRP (Planejamento dos Recursos Materiais) tem por objetivo elaborar uma lista de necessidade de materiais com base em fichas técnicas (padrões técnicos de fabricação) e o volume de produção que se deseja fabricar. O sistema também gera ordens de aquisição, manufatura e montagem dos itens, para atender aos pedidos dos clientes.

O sistema MRP/MRP II considera situação que não são perfeitamente verificadas no ambiente fabril. Uma restrição encontrada é capacidade infinita de utilização dos recursos de produção da empresa. Outro fator importante é a baixa flexibilidade para verificar as necessidades de tempos de atravessamento de acordo com o mix de produtos e sequenciamento da produção. Também não são vistas outras restrições, tais como: tempos de preparação, ferramentas, ocupação de moldes, máquinas e mão-de-obra (FAÉ; ERHART, 2005).

O sistema possui recursos limitados para tratar produção com alto grau de complexidade quando exigido para um maior detalhamento da programação, devido o sistema está envolvido em gerar cenários para médio prazo. É importante frisar que estes sistemas são muito eficazes em termos de planejamento, porém não atende todas as demandas de decisão que a programação da produção (curto prazo) necessita Corrêa, Gianese e Caon (2001).

2.2.1 Planejamento de Recursos Empresariais (ERP)

Os Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (ERP - Planejamento dos Recursos Empresariais) representa uma evolução dos métodos apresentados e visa integrar os sistemas da organização. O ERP incorpora a manufatura dos outros módulos de gestão como os recursos financeiros, humanos, fornecedores e vendas. Dá a organização um fluxo contínuo, unificado e estável, devido a ter apenas uma única base de dados, dando uma visibilidade ampla os negócios da empresa.

Uma característica do ERP é possuir módulos de contabilidade, controle, vendas entre outros, o que é um avanço na gestão das empresas, mais é pouco assertivo para tratar da dinâmica produtiva, já destacada nos sistemas anteriores MRP/MRP II Carvalho (2001).

2.2.2 Planejamento Avançado da Programação (APS)

O APS abrange um grande número de aplicações e funções. Capaz de avaliar de forma rápida e eficaz qual o impacto das decisões tomadas e quais alternativas pode atender

determinada demanda, considerando as consequências, restrições e os problemas decorrentes destas escolhas.

De acordo com Faé e Erhart (2005), os Sistemas de Programação Avançada tem como características principais: (i) a programação por capacidade finita, considerando as reais capacidades dos recursos; (ii) as restrições finitas; (iii) o relacionamento entre ordens (diferentemente do MRP); (iv) rapidez nas reprogramações; e (v) simulação de cenários, possibilitando análise de performance e dos custos envolvidos com o uso de horas-extras, terceirizações, compras de equipamentos e divisão de lotes, entre outros.

O programa APS usa algoritmos que buscam aperfeiçoar as metas da organização. Desta forma, tem a capacidade de mostrar um planejamento e programação em tempo real, contribuindo com as decisões de suporte, tal qual é usado na avaliação de promessas das datas de entregas.

O Planejamento Avançado da Programação APS, permite ter uma visão das áreas de Planejamento de Demanda, usando bases históricas de vendas, planejamento da cadeia de Suprimentos, visando à correta aplicação dos recursos logísticos da empresa, gestão sobre os inventários e planejamento de distribuição e transporte.

2.2.3 Regras de Programação

Para Tubino (2006), as regras de programação são usadas heurísticas para determinar quais demandas devem ser programadas para a disponibilidade do sistema produtivo. De forma igual, tentam estabelecer, quais das demandas têm a prioridade de serem processadas prioritariamente, bem como quais recursos produtivos serão empregados.

Às regras que definem o sequenciamento tem crescido em importância, outras regras vêm sendo dadas como propostas na literatura. Estas regras estão ligadas com o tempo de processamento, data de entrega e os índices de priorização. Destaca-se também soluções que observam a otimização de programação, difundidas e já apresentadas na literatura, que tem foco em simplicidade e aplicação as necessidade de programação Faé (2004),

O APS oferece ganhos superiores e adaptabilidade a situações que requerem modelagem mais específica do problema de programação da produção e que já fazem parte do padrão de softwares APS disponíveis no mercado. O sistema possui heurísticas e regras customizadas de programação, tratando do desenvolvimento de regras e lógicas específicas,

criadas para atender a problemas de programação voltados para sistemas produtivos complexos.

2.3 REGRAS HABITUAIS DE PROGRAMAÇÃO

As regras de programação mais usadas na prática são as apresentadas na *(Tabela 1)*. A eficácia do sequenciamento avaliada por três fatores: tempo de atravessamento, atraso, e estoque médio em processo Tubino (2006).

As regras permitem ao PCP tomar a decisão de forma estruturada sobre o modelo de programação que será implantando de acordo com condições específicas de fabricação. Usualmente as regras mais conhecidas e mais discutidas são apresentadas com suas especificações e definições, entendendo que o estudo visa uma análise mais apurada sob a movimentação e armazenagem, estas regras não significam sua totalidade, mais sim as mais usuais e práticas.

Tabela 1 - Resumo Regras Sequenciamento

Sigla	Especificação	Definição
PEPS	Primeira que entra primeira que sai	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada ao recurso.
MTP	Menor tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento do 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 crítico	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 tempo de: (data de entrega – Σ tempo de processamento restante-número de operações restante)

		Número de operações restante
IFA	Índice de falta	Os lotes serão processados de acordo com o menor tempo de: quantidade em estoque / taxa de demanda
Fonte: Adaptado Tubino (2006)		

A aplicação da proposta do autor é voltada para sistemas produtivos seriados, com vistas a alimentar um estoque, e que possui taxas de consumo determinadas. Destaca-se que bons resultados entre o desempenho de entrega e níveis de estoque, usando apenas o histórico de vendas, e válida para produtos consolidados e estabilidade produtiva.

2.3.1 Sistemas de Movimentação, Fluxo e Armazenagem de Materiais

A movimentação de materiais está presente nas organizações de forma ostensiva. São muitos os casos que apesar de possuir o conhecimento sobre o assunto as empresas não compreendem corretamente a sua importância, e normalmente deixam esta atividade sem uma análise mais técnica (MOURA, 1996).

A movimentação ainda é visto como uma perda, e não agrega valor ao produto; esta afirmação produz um entendimento que ações de investimentos são desnecessárias, porém este pensamento não tem sustentação se considerarmos a não existência, toda a produção para.

De acordo com Votto (2012, p.74)

“O desperdício por movimentação relaciona-se aos movimentos desnecessários realizados, pelos operadores na execução de uma operação. Esse tipo de perda pode ser eliminado por meio de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos, ou pela mecanização de operações, transferindo para a máquina atividades manuais realizadas pelo operador”.

Para este autor a transferência da atividade de operadores para máquinas é uma alternativa, como também a racionalização do recurso por meio de técnicas de estudos de tempo e movimentos. Porém há de entender que antes de automatizar a atividade deve-se

investigar a necessidade da movimentação. A condição inicial da existência da movimentação é verificar se é necessário ou não. É a partir deste ponto que se segue uma série de demais atividades que vão definir qual o melhor meio para efetuar esta movimentação.

2.4 Análise da Movimentação e Armazenagem de Materiais

2.4.1.1 Movimentação de materiais

A produção é material em movimento. Partindo deste entendimento mostra-se necessário um estudo sobre movimentos e análises dos processos referentes às operações de movimentação de materiais. Compreende-se de tal forma que a análise deve ser ampla, e que considere um aspecto global, evitando situações pontuais, o que é muito simplório estudar numa operação específica, que poderá ser eliminada ou reduzida quando combinada com outra forma mais ampla (MOURA, 2006).

Segundo este autor há uma proposta de se fazer uma análise passo a passo, sem esquecer-se de compreender o todo de uma empresa, avaliando os pontos críticos de forma estendida. A movimentação de materiais envolve muitos aspectos da atividade industrial, portanto é crítica para a organização.

“A empresa, em sua dinâmica, não deve ser vista como um sistema de estoques, mas, antes de tudo, um sistema de fluxos. A visão de estoques é estática e a visão de fluxos é dinâmica” (GURGEL, 2000, p.21). Este autor destaca também que façamos uma revisão sobre o uso de algumas ferramentas específicas, como o diagrama de fluxo de processo, que combina com o mapofluxograma para simbolizar uma atividade. Estas ferramentas permitirá obter informações detalhadas sobre as operações e equipamentos necessários.

Moura (2006) destaca que se faz necessário racionalizar as operações, roteiros e o layout industrial, e sugerem especialmente nos projetos de movimentação de materiais internos na empresa as seguintes técnicas:

- **Materiais** – as características físicas e não físicas dos itens (programação, tempo, etc);
- **Movimentos** – os meios pelos quais os materiais são movimentados, tanto os existentes quanto os planejados;

- **Métodos** – a quantificação dos métodos, em termos de custos, com os outros aspectos dos objetivos organizacionais.

As técnicas acima são discutidas de forma mais detalhada abaixo:

- a) **Análise dos Materiais** - tem por base detalhar as características do material em si, tais como o tipo do material e o volume atual e o previsto. Sugere-se uma pesquisa sobre os tipos de materiais com o uso de folhas de processo, observações diretas, questionários ou nos registros dos departamentos. A forma de transporte do material depende normalmente pelas características físicas da unidade de carga se individual (caixa, fardo, etc.) ou carga unitizada (palete, contentor, etc). Também adverte para que se evitem erros como generalizações do uso de equipamento ou então de armazenar desnecessariamente.
- b) **Análise do Movimento** – busca estudar o movimento com uso de fluxogramas, layout, e análise de estudos de quantidade, tipo e formas de transporte. Busca enxergar a origem, a rota e o destino do material. De posse do layout é possível verificar o caminho a ser seguido, o tempo, a frequência e a quantidade certa do fluxo na rota. A ampliação das informações, com a combinação do fluxograma e outras informações visualizando via diagrama e fluxo qualitativo, com distâncias e pontos de intensidade.
- c) **Análise dos métodos** – Envolve os equipamentos, as pessoas, unidades de movimentação e os custos associados a cada um deles. É sugerido duas categorias para o aperfeiçoamento destes métodos:
 - **Convencionais** – Fácil de empregar e baseia-se no estudo de gráficos, e quem por fim estudos das melhores ferramentas para fins intencionais.
 - **Quantitativos** – Usam métodos matemáticos e estatísticos, técnicas operacionais, modelos computacionais a fim de cálculos complexos.

As técnicas convencionais apesar de terem um uso frequente requerem muito trabalho para detalhar os pormenores do registro exato dos movimentos, tais como: itinerário, distância, volume, frequência e custo. Outro ponto importante de registro é a abrangência do fluxo, de seu início até o final é possível em alguns momentos que ele se misture, e isto produz um efeito de complexidade de avaliar como este material percorre a cadeia produtiva (MOURA, 2006).

O fluxo é um processo que força a correção de problemas produtivos, sendo este direcionado, dedicado e controlado, permite conhecer rapidamente onde pode estar ocorrendo falhas e agir de forma rápida e eficaz na movimentação de materiais e na continuidade do

fluxo produtivo, permitindo uma dinâmica quanto ao abastecimento dos setores internos de processos fabris (LIKER; MEIER, 2007).

2.4.1.2 Armazenagem de Materiais

A armazenagem tem como princípio básico a estocagem de materiais, priorizando a eficiência no uso do espaço em três dimensões, administrado corretamente, obtém-se o uso máximo deste recurso de forma econômica. Partindo da métrica de metros cúbicos ocupados, visto que seu uso indevido torna-se mais caro que a perda com mão-de-obra em condições semelhantes (COSTA, 2002)

O fluxo conduz materiais para um determinado local, e que normalmente é um armazém de produtos, sejam estes semielaboradas ou mesmo finalizados. Esta primeira afirmativa é verdadeira para processos onde por regra os produtos fabricados estão finalizados e prontos para entrega. Os produtos finalizados referem-se aos itens normalmente prontos para entrega e que servem prontamente aos clientes. Para produtos que requer complementação industrial há uma tendência natural de estes produtos seguirem imediatamente para o processo seguinte.

O nivelamento da programação da produção pode determinar outras situações, como por exemplo, a armazenagem dos produtos sobressalentes e a capacidade de processamento da etapa seguinte. Para os produtos em processo, estes materiais são armazenados temporariamente com algumas finalidades: i) redução no número de set up's na indústria, ii) redução no tempo de entrega de produtos aos clientes para sistemas de entregas por postergação do processo, iii) aumento na disponibilidade de estoques para produtos com vendas sazonais, e, iv) ganhos especulativos referentes a períodos favoráveis (MOURA, 2006; LIKER; MEIER, 2007; VOTTO; 2007).

De acordo com Moura (2006) Para todo o armazém ocorrem quatro operações: Receber, Estocar, Separar e Expedir:

- **Receber:** Itens comprados, produtos acabados de terceiros, devoluções de clientes;
- **Estocar:** Endereça ao local do estoque, movimenta material para estoque, localização e controle dos materiais no estoque.
- **Separar:** Separação de matéria-prima, Separação de material em processo e Separação produtos acabados;
- **Expedir:** Expedição para clientes internos, Expedição externa.

De acordo com este autor as inter-relações são fundamentais para a organização e que eles entre os aspectos físicos e o fluxo de informações no armazém. Destacamos a questão de formatos produtivos onde parte dos itens segue imediatamente para o processamento, e outra parte segue para o armazém e aguarda ordem de coleta e fabricação, outra parte retorna do processo (sobras) e ficam armazenados até ter ordem de coleta.

Para (GURGEL, 2000.p.265) “A armazenagem é definida como o ato de manter materiais até que sejam solicitados”. Portanto o autor afirma que a grande finalidade de um armazém é a guarda de material, e para esta atividade compreende o zelo pelos itens ali mantidos de forma segura quanto às características de valor do material.

Os autores destacam a importância da armazenagem para indústrias, no caso estudado com relação a produtos fabricados internamente e que servem para abastecer estações de processamento de semielaborados. É importante notar que os armazéns têm atividades semelhantes e básicas, desse modo é possível entender que ocorrem problemas semelhantes independentemente se este é um armazém de matérias-primas, produtos em processo ou peças acabadas prontas para uso (BOWERSOX; CLOSS, 2009)

De acordo com Slack et al (2008) o fator mais crítico para o armazém não venha ser o que efetivamente se está estocando, ou qual a sua posição em relação a operação, mais justificar a sua existência, pois decorre que existe uma diferença entre o ritmo (Taxa), fornecimento e demanda. Desse modo entende-se que se a demanda ocorresse no tempo exato em que é fornecido não necessitaria manter materiais em estoque.

Para Ballou (2006) a carga quanto maior em tamanho, ocasiona uma redução no número de viagens necessárias para estocar uma quantidade de materiais, e torna-se maior a economia com custos, devido ao número de viagens tem um relacionamento forte com a necessidade de trabalho para realizar a operação e armazenagem de produtos.

2.4.2 Planejamento do Fluxo de Materiais

É comum encontrar em várias empresas oportunidade e ganho relacionado ao fluxo de materiais que se movem com rapidez, eficácia e baixo custo. Este processo ocorre tanto em empresas que prestam serviço, indústrias e vendas no varejo. Respeitando cada operação,

normalmente os materiais entram no início do processo, são transformados e saem de forma diferente.

De acordo com (GOLDRAT, 2009, p.334)

“Fluxo significa que os estoques na operação estão se movendo. Quando o estoque não está se movendo, inventário acumula. A acumulação de estoques ocupa espaço. Portanto, uma forma intuitiva para conseguir um melhor fluxo é limitar o espaço permitido para o inventário não se acumular”.

Para este autor uma ação que pode influenciar o fluxo positivamente, reduzir o espaço físico, de modo a forçar que o inventário que está em processo possa ter uma agilidade, e evite o principal problema da movimentação, ou sua ineficácia, materiais parados em processo.

Para uma indústria aspectos como limpeza, aparência externa e estrutura moderna podem ser diretamente afetada na sua razão principal, caso haja uma lentidão no suprimento industrial entre um prédio e outro, isto porque o processamento de materiais requer uma dinâmica que esteja alinhada as demandas da própria indústria (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

De acordo Moura (2006, p.300)

“O conceito de fluxo numa empresa pode ser mais bem visualizado pela consideração que cada elemento entrando numa na fábrica, circula através dela, seguindo o caminho planejado, até chegar ao fim do processo. Então, se cada elemento tem seu caminho através da instalação, a composição de vários fluxos individuais, torna-se o modelo do fluxo global para toda a empresa”.

O autor destaca que o conceito de fluxo de material é a movimentação de materiais dentro de um determinado ambiente previamente definido e dedicado para esta atividade deve considerar variáveis como: tempo, caminho, velocidade e quantidade de elementos movimentados.

Portanto para o caso de setores industriais, destaca-se a classificação de fluxo de materiais conforme descrita a tabela a seguir:

Tabela 2 - Classificação Fluxos Materiais (Ordem interna da Indústria)

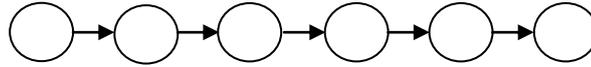
Fluxo (Espaço definido)	Análise de Fluxo	Influencia sobre:
1) Setores da unidade;	1) Layout interno;	1) Layout detalhado, localização por fluxo ou custo mínimo.
2) Seções de manufatura (Interno);	2) Projeto do local de trabalho;	2) Layout ideal do setor.
Fonte: Adaptado de Moura (2006)		

O fluxo de acordo com o espaço definido decorre em dois pontos: Setores da unidade, como por exemplo, manufatura de materiais interna, sub montagem, montagem e ou seções de manufatura que podem ser um processo de envase, limpeza e rotulagem final. Para isto a análise do fluxo requer condições distintas, pois no primeiro caso o layout interno tem maior importância, enquanto no segundo caso o projeto sobre o local de trabalho é o mais crítico. Por fim estas análises têm influência sobre a localização otimizada pelo custo mínimo e no caso dois, o resultante influencia sobre o layout do setor.

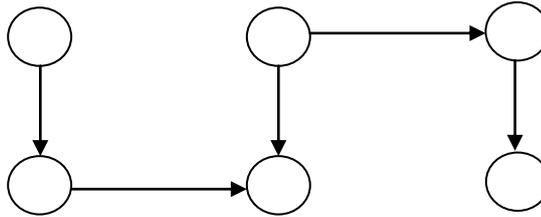
Devem-se considerar outros fatores no fluxo de materiais, tais como: volume de produção, número de peças e componentes, números de operações, necessidade de estocagem, características da movimentação, localização das atividades, métodos de movimentação, processos, sequenciamento da produção, quantidade de equipamentos, topografia, disponibilidade de transporte número de pavimentos, compõe os fatores mais importantes a ser considerados no planejamento do fluxo de materiais (MOURA, 2006; LIKER; MEIER, 2007; GOLDRAT, 2009)

A verificação da importância dos tipos de fluxos de materiais irá afetar diretamente os fatores descritos como críticos para a movimentação dos materiais. De acordo com (MOURA, 2006, p. 307) são dispostos a seguir os modelos de Fluxos básicos:

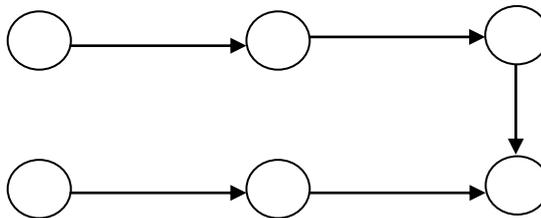
- 1) **Linha Reta:** Usado quando o processo de produção é curto, simples e com poucos componentes ou máquinas produtoras.



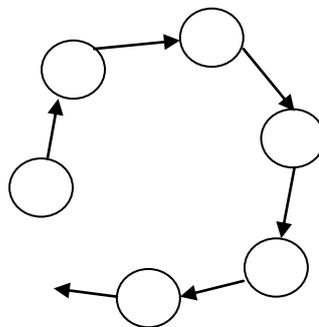
- 2) **Serpentina:** Aplicável quando a linha de produção é maior do que seria praticável no espaço existente, desse modo à linha vai e volta de modo a acomodar-se a uma área de construção que tenha forma ou tamanho econômico.



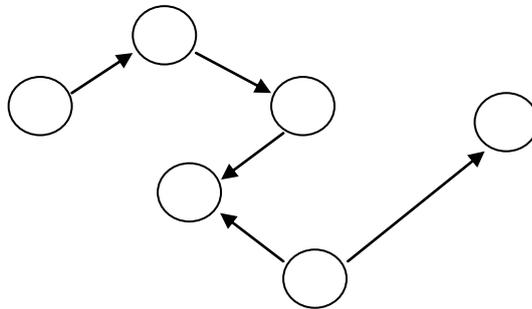
- 3) **Forma de U:** Desejável quando o produto final termine o processo na mesma posição onde começou o processo.



- 4) **Forma Circular:** Desejável trazer o material ou produto de volta exatamente ao mesmo ponto onde começou o processo: Ex.: Operações de abastecimento e distribuição estão localizadas no mesmo lugar.



- 5) **Irregular:** Quando nenhum padrão do processo pode ser reconhecido: Ex.: Operações curtas entre um grupo de áreas interdependentes, manuseio mecanizado, limitações de espaço e localização dos meios de produção já existente requer tal padrão.



Evidente que o autor demonstra quais os tipos mais usuais para os fluxos de materiais, considerando que estes ao mover-se pela cadeia produtiva podem ainda sofrer paradas. São considerados dois os momentos críticos que o material venha parar na cadeia produtiva, o primeiro durante o processo de armazenagem, onde aguarda ser novamente programado para ser processamento, e o segundo quando em processamento em si. Nestes dois instantes a velocidade é zero (GOLDRAT, 2009).

2.4.3 Técnicas Gráficas para Análise de Movimentação de Materiais

De acordo com SLACK et al (2002, p. 491) “Técnicas de arranjo físico podem ser utilizadas para promover um fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação”. Este entendimento sobre o tema parte de uma condição que tem algumas premissas de acordo com este autor que menciona características deste processo.

Para Moura (2006) quase todos os problemas correlacionados a movimentação de materiais podem ser resolvidos, quando são bem formatados e entendidos. O autor relaciona o método gráfico e o uso de diagramas como soluções possíveis para verificar alternativas eficazes de soluções de problemas.

O autor destaca que o uso de diagramas e gráficos não são o fim de uma análise mais o meio que deve o analista do fluxo de movimentação de materiais usar para ampliar o entendimento sobre o objeto de estudo.

O estudo sobre um processo para a execução de um trabalho deve ser amplo, este é o passo inicial antes que se tente fazer um detalhamento de uma operação. Normalmente este estudo prevê na maior parte dos casos uma verificação de cada passo que compõe o processo de fabricação BARNES (1977).

O impacto do arranjo físico no processo é significativo, motivado por variáveis importantes como o volume-variedade, que na maior parte define o arranjo físico. Considera-se que na maior parte das ocasiões estas variáveis influenciam o arranjo físico, e que o tipo de processo representa a segunda etapa da decisão (SLACK et al, 2002)

Segundo Moura (2006) o arranjo físico deve ser amplamente estudado, a fim de definir claramente o layout, para servir de apoio ao estudo dos tempos para calcular e preparar a linha produtiva quanto a produção balanceada, progressiva e determinada de processadores que serão necessários.

O autor destaca o uso de diagrama deve ser feito por um analista atento a tais fatores, como: volume, variedade, layout e o arranjo físico. Detalhe este fundamental, pois deve prever operações detalhadas e que não devem ser esquecidas ao longo do levantamento de dados, tais como: o meio que o material é movido entre uma estação e outra; e os tempos necessários para esta atividade (MOURA, 2006).

Normalmente são empregados símbolos padrões que representam funções dentro do fluxograma do processo produtivo e que habitualmente são usados. Os símbolos mais empregados em suas fases são:

Tabela 3 - Simbologia, Descrição e Significado Atividades num fluxograma de processo

Símbolo	Descrição	Significado
○	Operação	Atrabalho que agrega valor ao produto
⇒	Transporte	Movimentação do produto de um ponto para outro
□	Análise	Verificação e decisão sobre momento de processamento
D	Demora (Espera)	Tempo de espera para iniciar próxima etapa
▽	Estoque	Local definido para guarda definitiva, até ser novamente requisitado para processo.
Fonte: Adaptado de MOREIRA (1999)		

- **Operação** – Indicada por uma circunferência e tem como característica a mudança de propriedades de um objeto;
- **Transporte** – Indicada por uma seta e tem como característica a movimentação do produto de um ponto para o outro;
- **Análise** – Usualmente é empregado um retângulo e indica a verificação e decisão sobre o método de processamento;
- **Demora ou Espera** - Usa como símbolo a letra D maiúscula e representa o tempo de espera para iniciar a próxima etapa de processamento;
- **Estoque** – Indicado por um triângulo, onde indica um local para guarda definitiva ou temporária do material, até o mesmo ser novamente requisitado para uso na continuidade do processo.

Para melhorar a visualização do processo, podem-se usar linhas em um fluxo de uma planta representativa de um local, área ou um grupo de atividades a ser desenvolvido, sistema este conhecido como Mapa fluxograma do Processo (BARNES,1977). De acordo com Moura (2006), o mapeamento é um registro do fluxo do processo sobre o layout da área analisada e segue normalmente os seguintes passos:

- Obter o Layout da área envolvida na atividade sob observação;
- Registrar no layout, tão perto do ponto de ocorrência quanto possível, o símbolo do processo que descreve a atividade;
- Assim, se o fluxo já foi feito, transferir símbolos dele para o diagrama de fluxo;
- Numerar os símbolos, na mesma ordem ou comparando com o fluxograma do processo;
- Conectar os símbolos com uma linha, para mostrar os caminhos percorridos pelo material em estudo;
- Estudar o diagrama de fluxo, juntamente com o fluxograma do processo, para avaliar melhoria.

A seguir é apresentada uma proposta de gráfico de fluxograma de um determinado processo, onde pode melhor avaliar a proposta do autor.

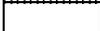
Gráfico do Fluxo de processo de uma rotina de compras							
ATIVIDADE: Pedido de Pequenas Ferramentas							Data: ___/___/___
Inicia-se na mesa do supervisor e termina na mesa do comprador							Gráfico por:
							Gráfico nº:
							Folha 1 - 1
							MÉTODO ATUAL 
							MÉTODO PROPOSTO 
Dist em Mts	Tempo em min.	OPERAÇÃO	TRANSPORTE	ANÁLISE	DEMORA	ESTOQUE	ATIVIDADES
	2	●	⇒	□	D	▽	Pedido digitado no sistema pela secretária
	20	○	⇒	□	D	▽	pedido no sistema aguardando ser aprovado
	20	○	⇒	■	D	▽	Pedido em processo de aprovação
	1	○	⇒	□	D	▽	Pedido aprovado disponível no sistema para compras
	1	●	⇒	□	D	▽	Compras acessa pedido
	10	●	⇒	□	D	▽	Compras faz cotação para fornecedor preferencial
	2	●	⇒	□	D	▽	fornecedor recebe cotação (Meio eletrônico)
	10	○	⇒	■	D	▽	Fornecedor avaliar cotação
	2	○	⇒	□	D	▽	Fornecedor responde cotação (Meio eletrônico)
	10	○	⇒	■	D	▽	Compras avalia cotação
	2	●	⇒	□	D	▽	Cotação aprovada
	2	●	⇒	□	D	▽	Compra emite pedido
	2	●	⇒	□	D	▽	Fornecedor recebe pedido aprovado
	20	●	⇒	□	D	▽	Fornecedor separa materiais
	30	●	⇒	□	D	▽	Embarca materiais
	120	○	⇒	□	D	▽	Materiais é transportado para empresa requerente
	30	●	⇒	□	D	▽	Materiais é recebido pelo cliente
	20	○	⇒	■	D	▽	Materiais é conferido
	5	○	⇒	□	D	▲	Material é disponibilizado no almoxarifado
0	309						

Figura 3 - Gráfico fluxo processo rotina de aquisição - modelo geral

(Adaptado Barnes, 1977)

A observação do gráfico do fluxo de processo permite avaliar várias atividades e operações de aprovações e liberações de um processo de compras. No modelo proposto pelo autor pode-se verificar atividades repetitivas e com oportunidades de melhorias, tempos de demora e transporte elevado, ou operações (BARNES, 1977).

Para Slack et al (2002, p. 218)

“Antes de começar o processo de projeto detalhado em arranjos físicos por processo, há algumas informações essenciais de que o projetista necessita:

- *A área requerida por centro de trabalho;*
- *As restrições sobre a forma da área a ser alocada para cada centro de trabalho;*
- *O nível e a direção do fluxo entre cada par de centros de trabalho (por exemplo, número de jornadas, número de carregamentos, ou custo do fluxo por unidade de distância percorrida) ;*
- *O quão desejável é manter centros de trabalho próximos entre si OU próximos de algum ponto fixo do arranjo físico .*

Os dois últimos itens são de particular importância, porque ambos influenciam diretamente as consequências de se localizarem centros de trabalho próximos uns dos outros”.

De acordo com este autor o projeto da estação de processamento de trabalho deve englobar determinadas características críticas e essenciais para definir a área, as restrições ao fluxo, sua direção e a proximidade entre um centro e outro de trabalho.

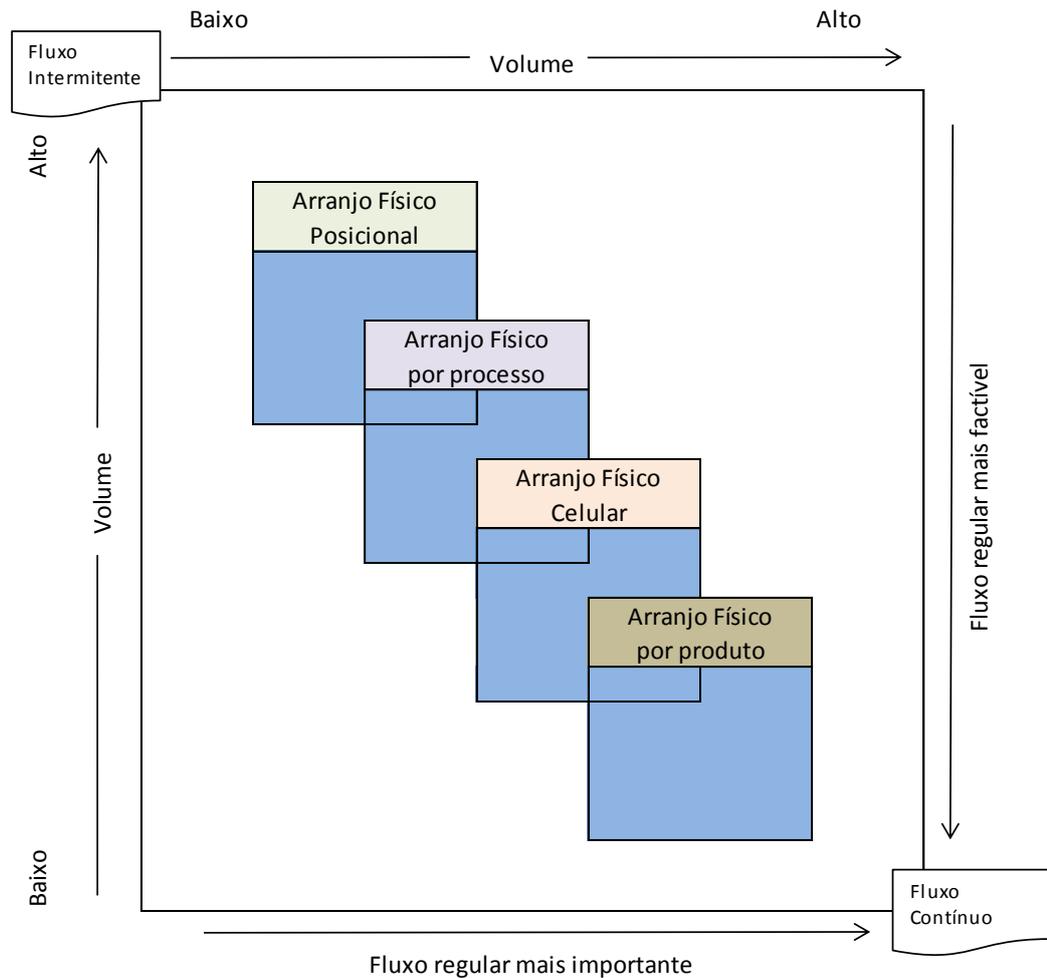


Figura 4 - Posição processo contínuo volume/variedade (influencia arranjo físico e consequentemente fluxo dos recursos transformados)

(Adaptado de Slack et al, 2002)

Para Slack (2002) cita pelo menos 04 tipos de arranjo físico que influencia sobre o fluxo dos materiais em processo, sendo o volume e a variedade os mais críticos a serem considerados para definir o tipo de arranjo e de uma forma simplificada reduz a 02 tipos no máximo. Destaca ainda o autor que o arranjo físico possui vantagens e desvantagens e que merecem ser corretamente descritas e avaliada, a saber:

- 1) **Arranjo físico Posicional:** Tem como característica a fixação dos recursos transformados, e neste caso o recurso que irá transformar, é que se move até onde este se encontra, ou seja, o serviço vai ao encontro do “Cliente”;
 - **Vantagens:** Flexível ao mix e produto; atende o cliente / produto no local, sem mover o mesmo; variedade alta de atividades para a mão-de-obra.

- **Desvantagens:** Custo alto; requer mais espaço para operação ser realizada; movimentação elevada de máquinas e mão-de-obra envolvidas na operação.
- 2) **Arranjo Físico Por Processo:** Devido às necessidades particulares os recursos transformadores que formam o processo comandam a decisão sobre o arranjo físico. Normalmente ocorre a localização próximo um ao outro por similaridade ou conveniência. Neste arranjo os clientes fluem pela operação.
- **Vantagens:** Flexível ao mix e produto; controle mais fácil para a supervisão; capaz de absorver interrupções em caso de paradas.
 - **Desvantagens:** Estoque maior em processo ou filas para os clientes; baixo uso dos recursos; controle complexo para supervisão.
- 3) **Arranjo Físico Celular:** Neste arranjo os recursos a serem processados chegam até a estação selecionada previamente ou o são durante a operação em si, visto que neste formato as etapas do processo são recursos transformadores, e podem ser organizados por processo ou por produto.
- **Vantagens:** Lead time rápido; permite trabalho em grupo e sugere maior motivação; flexibilidade para trabalho com variedade elevada; Custo razoável para atender aos clientes ou processamento de produtos.
 - **Desvantagens:** Complexa relação em caso de alterar o arranjo já existente; sugere-se reduzir a utilização dos recursos transformadores; pode requerer recursos adicionais.
- 4) **Arranjo Físico por Produto:** Caracteriza-se por localizar os recursos produtivos que transforma inteiramente de acordo com a conveniência do recurso a ser transformado, segue um roteiro pré-definido num grupo de atividades necessárias com a sequência proposta de forma antecipada, conhecido também como arranjo físico em fluxo ou linha.
- **Vantagens:** Custos menores unitários para volumes elevados; permite especialização de equipamentos; movimentação adequada para clientes e materiais.
 - **Desvantagens:** Trabalho com repetição normalmente elevada; baixa robustez contra interrupções; dificuldades para trabalhar com mix flexível.

Barnes (1977) sugere uma análise sobre o fluxo e a movimentação do material em 03 condições distintas: Método Original, Método Melhorado e Resultados. Nestes tópicos o autor propõe o uso de Mapa fluxograma para avaliar as operações de forma detalhada, enxergando as atividades críticas de movimentação dos produtos ou dos clientes. Propõe ainda uma sequência de perguntas que permitem entender de forma mais ampla a operação: Por que a operação é feita? Por que manusear tão frequentemente? É possível concentrar a operação e reduzir as atividades? A observação destes questionamentos permite ao analista avaliar de forma antecipada as oportunidades da melhoria e enxergar determinadas condições críticas.

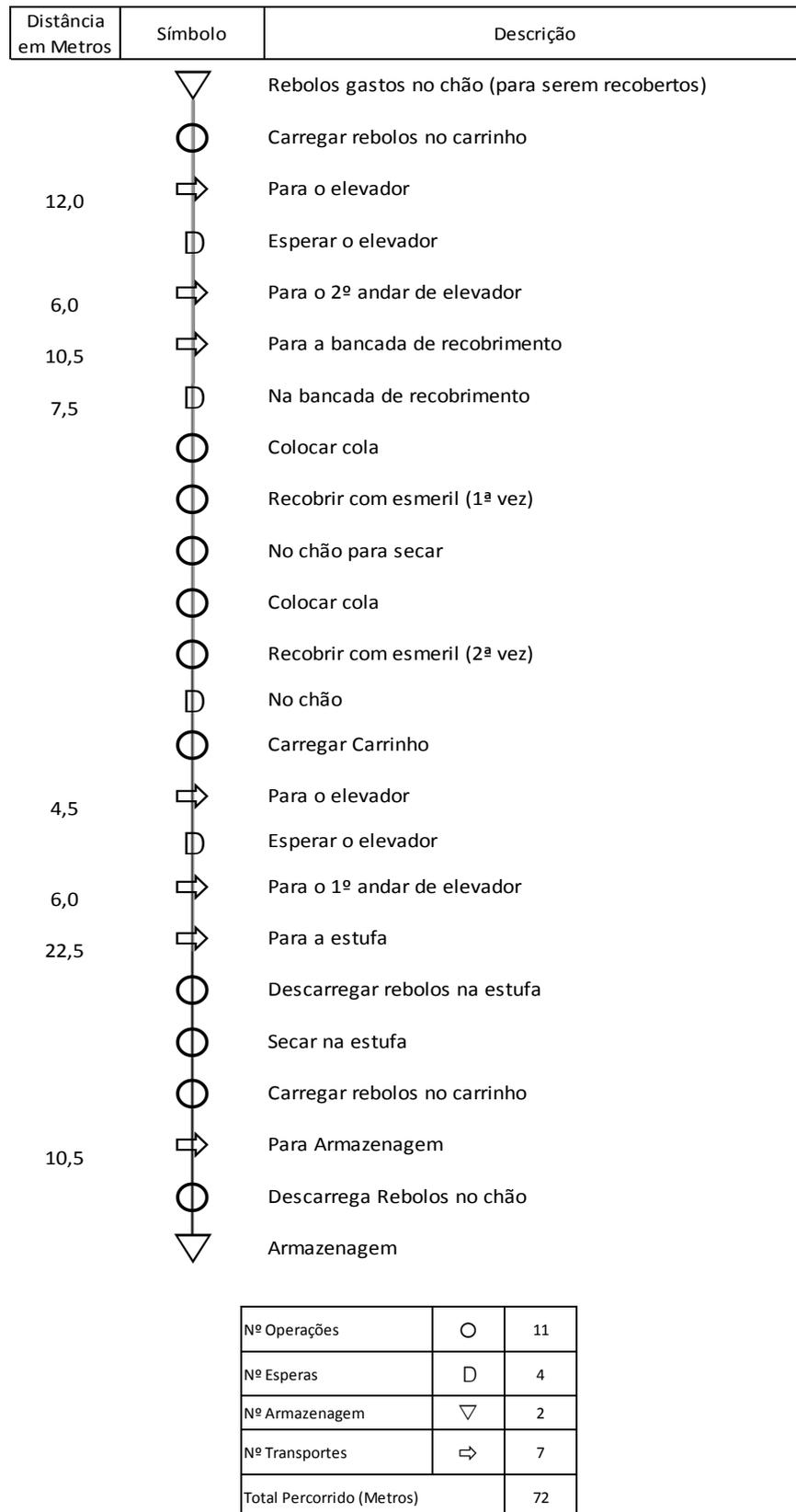


Figura 5 - Gráfico fluxo processo; Método para recobrir rebolos com pó de esmeril

(Adaptado de Barnes, 1977)

É possível montar três cenários distintos, considerando o método atual, com todas as atividades (Operações, Espera, Armazenagem e transporte) no gráfico de fluxo de processo, o próximo cenário seria descrever o método melhorado, apresenta-se um novo gráfico agora contendo as atividades já com as melhorias propostas, e finalmente um quadro geral com os resultados agora aplicados na planta industrial (BARNES, 1977).

Para Moura (2006) o diagrama de Fluxo sobre o Layout ou Mapafluxograma permite registrar quais fluxos dos processos existem, dando ao analista um modo avaliar as oportunidades de melhorias possíveis.

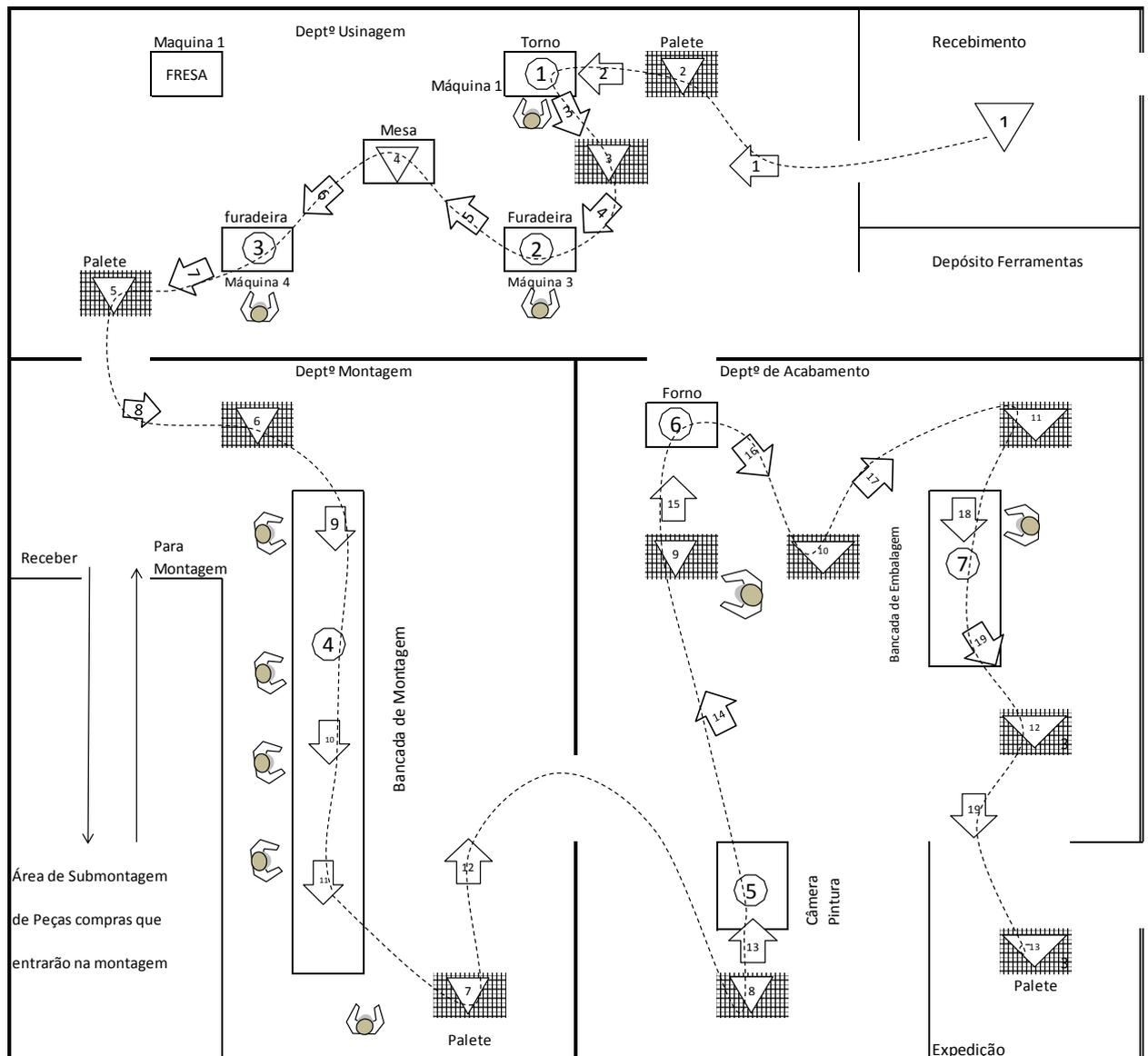


Figura 6 - Mapafluxograma do Processo de Fabricação

(Adaptado de Moura, 2006)

Para Liker e Meier (2007) o mapeamento deve entender o fluxo de valor da operação, visto que a análise não deve ser feita isoladamente, e sim observar o todo da empresa. A proposta é ver o fluxo de materiais na cadeia de valor de forma invertida, iniciando da expedição com uma perspectiva do cliente para dentro da empresa. A visita ao chão de fábrica tem como objetivo ver por onde o material passa, e quais estações processam o material, como também os níveis de estoque em processo.

Deseja-se com este método buscar oportunidades de melhoria para uma condição futura, e estabelecer dois cenários, o atual e o estado futuro ao implementar possíveis melhorias. Ocorre nesta etapa uma busca para descobrir a taxa de demanda do cliente (Takt) e quantos dias de estoque de produto acabado e em processo a empresa se utiliza para poder atender ao cliente. De acordo com Prates e Bandeira (2001) o mapeamento do fluxo de valor refere-se também a uma mentalidade enxuta para as organizações, e neste campo se invade as questões culturais da organização e dos componentes que são responsáveis por esta etapa. De acordo com Salgado et al. (2009, p. 54):

“O pensamento enxuto não é apenas um modelo de produção diferenciado que altera os modos usuais de manufatura em uma linha de produção. Sua implementação representa uma mudança geral na empresa, principalmente na cultura das pessoas (...).”

É possível ver no conceito deste autor que a visão da empresa enxuta passa essencialmente por esta mudança na cultura geral da empresa, e necessariamente nas pessoas. Portanto o modelo apresentado não deve ser visto apenas como o sistema de Mapafluxograma apenas, mais sim um formato amplo sobre a empresa e em particular no campo operacional da movimentação de materiais.

2.4.4 Técnicas Analíticas de Movimentação de Material

Para Slack et al (2007) a movimentação do material deve apresentar um resultado numérico eficaz, demonstrado um cálculo que venha representar o quanto um layout pode ser mais econômico em relação a outro. A disposição de máquinas que realizam os processos deve ser alocada uma próxima as outras com o intuito de racionalizar os movimentos, também

alerta o autor que o principal motivo é reduzir custos para a operação que estão fortemente ligados ao fluxo dos recursos que serão transformados ao longo do processo.

As técnicas têm por base a coleta de dados fundamentais. Este levantamento tem a preocupação com a qualidade e não com a quantidade, o objetivo é filtrar os dados para obter uma boa qualidade da análise. A analista deve conhecer as particularidades do processo de movimentação, por exemplo, o peso pode ser influenciado pelo mix de produtos. O volume global é bem diferente se nesta quantidade houver pelo menos 10 itens distintos em tamanho, peso e frequência (MOURA, 2006).

Segundo Slack et al (2007, p. 219) “ *No nível mais simples, uma operação poderia julgar a eficácia de seu arranjo físico simplesmente com base nas distâncias totais percorridas na operação*”.

Assim este autor destaca fortemente a frequência de movimentação de materiais ao longo da cadeia produtiva, porém esta é apenas uma informação inicial e que deve ser mais bem representada quando usamos uma linguagem como a paletes/dia, nº de viagens/hora, visto que este tipo de informação caracteriza a unidade de movimento. De acordo com Moura (2006) a intensidade do fluxo de material deve representar a quantidade de material deslocado num determinado espaço de tempo, para tal o autor sugere a fórmula matemática de intensidade:

$$I = nP/t$$

Onde:

I = Intensidade de fluxo

n = número de unidade do produto ou do material;

P = unidade de medição produto ou material (toneladas, metros cúbicos, nº de itens, paletes, etc).

t = período de tempo (semana, dia, hora).

Com base na fórmula proposta dada pelo autor, e atribuindo valor aleatório pode demonstrar sua aplicabilidade:

Considerando:

t = 24 horas dia;

$n = 125,75$ paletes dia;

P = Paletes.

Temos: **I** (Intensidade do fluxo) = $125,75 \text{ Paletes/dia} \div 24 \text{ horas} \approx 5,24 \text{ paletes/hora}$.

O autor enfatiza que relações como caixas/dia ou paletes/mês e Kg/período representam a forma mais eficaz para caracterizar as unidades de movimento, de embalagens e de estocagem, demonstrando a intensidade do fluxo na operação. Sugere ainda etapas que devem ser seguidas para elaboração de dados analíticos para movimentação de materiais:

- Coleta de dados;
- Características da carga;
- Cálculo da densidade externa;
- Entendimento dos gargalos;
- Calculo da estocagem intermediária.

Todas as etapas acima buscam uma análise técnica sobre o volume de dados, materiais e fluxos que permitem ao analista avaliar um conjunto de informações para tomada de decisão. Este conjunto de regras e procedimento que utilizam várias ferramentas permite que a organização possa tomar decisões mais acertadas quanto à atividade de movimentação e fluxo de materiais dentro da organização.

Para tal construímos o sistema modelado a seguir:

Tabela 4 – Intensidade de Fluxo por hora numa linha de montagem para peças fabricadas

Produto	Produção hora	Peças por paleta	Intensidade de Fluxo paletes/hora
100 Ah	42	80	0,53
150 Ah	50	45	1,12
170 Ah	21	32	0,65
220 Ah	24	24	1,00
Fonte: Esta pesquisa			

De acordo com (*Tabela 4*) podemos avaliar os produtos são transportados por um mesmo equipamento como uma empilhadeira e com capacidade de 2,5 ton. Discutir as variáveis do sistema de movimentação de materiais que represente uma unidade de movimento:

Peça 100 Ah: 80 peças/paleta = 1 viagem = 0,53 paleta / hora (intensidade de fluxo)

Pela 150 Ah: 45 peças/paleta = 1 viagem = 1,12 paleta/hora (Intensidade de fluxo)

Pela 170 Ah: 32 peças/paleta = 1 viagem = 0,65 paleta/hora (Intensidade de fluxo)

Peça 220 Ah: 24 peças/paletes = 1 viagem = 1,00 paleta/hora (intensidade de fluxo)

Destaca ainda o autor a importância de uma gestão eficaz sob o sistema de movimentação de materiais, o custo envolvido na operação e quanto pode ser melhorado o sistema atual. Como visto alguns autores destacam a função crítica do projeto, quando para projetos em execução mais que servem de base para executar melhorias no processo para empresas em operação, e que esta última condição não é uma restrição para busca de melhorias.

2.5 SIMULAÇÃO

De acordo com Hillier (2010, p. 777):

“A técnica de simulação tem ampla utilização, que serve para projetos e avaliação de sistemas, seja para reconstruir um sistema de ordem física ou na gestão das decisões para definir o controle ou regras de operações de sistemas existentes”.

O autor destaca a preocupação crescente dos gestores em buscar sistema que os auxiliem na tomada das melhores decisões dentro de suas organizações.

Atualmente no mercado é possível encontrar uma disposição de inúmeros softwares que permitem simular várias situações no ambiente empresarial, alguns mais específicos e mais genéricos. A evolução destes softwares vem dando um substancial controle sobre as ferramentas, que permitem algumas facilidades, como por exemplo, apoio ao processo de modelagem. Alguns recursos envolvem permitem um cenário ambiente agradável e prático para os usuários, que podem trabalhar com eles até mesmo sem possuir um profundo conhecimento na matéria.

2.5.1 Bases da Simulação

A simulação é muito utilizada para prever o comportamento futuro, para isto usa modelos, ou seja, antecipa a visualização dos efeitos que possam ocorrer no futuro produzido a partir de alterações ou emprego de outros métodos e operações. É uma ferramenta prática e contribui para as empresas avaliar com precisão os cenários, o que facilita o processo decisório, visto que a base do sistema usa programa computacional que irão dar ao gestor a oportunidade de montar um cenário que mais se aproxima do real, construindo uma teoria cênica e uma hipótese prévia a partir dos modelos propostos.

Ao ter a oportunidade de acesso a estes modelos prévios, pode o gestor realizar uma série de modelos correspondentes, e responder a perguntas que normalmente são necessárias nesta fase do processo de simulação, tais como: “O que ocorreria se?”, “qual o impacto de aumentar mais um posto de inspeção?”, “qual o tempo de espera no sistema se o tipo de transporte mudar de A para B?”, isto pode ser rapidamente respondido com o software que dá a chance de montar um cenário muito próximo ao real. A base da simulação é representada o ganho de facilidade em compreender a aceitação dos resultados obtidos com o processo, isto se deve a fatores, tais como: Bom nível de detalhes da operação e layout, visualização dos sistemas (inclusive com animações do cenário), economia de tempo e aplicação dos recursos financeiros, e ainda a percepção de um comportamento do modelo simulado, semelhante ao real (HILLIER, 2007).

2.5.2 Conceitos Básicos

De acordo com Hernández (2012) “*O conceito básico da simulação envolve três condições básicas: Sistema, Modelo e Simulação*”, reunidos permitem ao analisa ter uma perspectiva do cenário futuro sobre um determinado processo da empresa.

Os modelos podem ser agrupados em três categorias (níveis de abstração):

- Modelos físicos (Icônicos e analógicos)

- Modelos matemáticos (Determinísticos e Estocásticos – Simulação)
- Modelos híbridos

Os modelos permitem um ganho referente a compreender o tempo, com a manipulação, é possível alterar parâmetros e variáveis do sistema ou do meio ambiente. Esta é uma forma que nos mostrará a situação desejada de um determinado modelo a um custo muito menor que tentar o experimento na prática ou de forma real. Sendo assim os erros que seriam cometidos possivelmente, podem ser vistos com antecedência, e ao ser visto antes de ocorrer na prática devem ser tratados HERNÁNDEZ (2012).

2.5.3 Vantagens da Simulação

De acordo com Hernández (2012), algumas vantagens para o uso da simulação seriam:

- Analisar alterações no funcionamento e na estrutura do sistema;
- Analisar situações e alternativas que não existem atualmente;
- Visualizar o funcionamento de cada alternativa estudada;
- Ajuda a avaliar uma proposta quando os dados de entrada são insuficientes

Estes pontos merecem um bom entendimento visto que juntos permitem uma série de ganhos para a organização, possibilitando o uso de sistemas, é possível visualizar cada alternativa possível de ser implantada, avaliando a proposta de uma forma bem mais dinâmica e produtiva.

3. METODOLOGIA E CONTEXTO DO PROBLEMA

A indústria tem seus processos e estes são apresentados de forma detalhada quando aos aspectos quantitativos, buscando esclarecer o objetivo do estudo, envolvendo a programação da produção, gestão do fluxo de materiais, informações, movimentação e armazenagem. O fracionamento do problema é fruto de observações realizadas pelo pesquisador durante um momento que antecedeu o estudo, como também com maior ênfase em observações realizadas durante a fase do estudo, que durou aproximadamente nove meses.

A empresa em estudo realiza suas atividades industriais no setor metalúrgico fabricando baterias automotivas para o mercado de autopeças originais (Montadoras de veículos de passeio, utilitários e caminhões), que tem particularidades importantes quanto a atender as normas de produção de veículos no mercado nacional e internacional, dentro de um ambiente de elevada competitividade e custos baixos, atrelado à customização dos produtos. A empresa do estudo é classificada como de grande porte, com atividades industriais no Brasil, onde operam com 04 fábricas entre reprocessamento, injeção, montagem, e acabamento final do produto, localizado em 02 estados brasileiros, Pernambuco e São Paulo. Possuem ainda no Brasil postos avançados de apoio à montadora de veículos, um localizado em Minas Gerais e outro na Bahia. Na Argentina a empresa possui uma indústria de acabamento final do produto.

A empresa possui redes de distribuição comercial no território Nacional distribuído pelos 25 dos 27 estados brasileiros.

Com essa estrutura a empresa atende aos seus clientes de forma ampla e eficaz, disponibilizando os produtos nos grandes centros, mais também no interior do País e em localidades mais distantes.

Atualmente a empresa exporta produtos para os países na América do Sul e Central, Europa, e para o continente Africano: Argentina, Uruguai, Paraguai, Colômbia, Venezuela, Honduras, Portugal, Inglaterra, Angola, Libéria, Carbo Verde e Camarões.

O número de funcionários envolvidos na fábrica é de 2.284 funcionários, e na rede de distribuidores é de 1.106, perfazendo um total de 3.390. A linha de produtos de acumulador elétrico (Bateria elétrica de chumbo ácido) é bem ampla, operando em mercados distintos, tais como: Linha Automotiva, Tracionaria, Náutica e Flutuação. Dentro destes mercados existem os modelos de produtos que a empresa opera, perfazendo um total de 14 famílias atendendo

países na América do Sul, Central e no mercado europeu, sendo o mercado Nacional automotivo de peças originais (montadoras) e no mercado de reposição (revenda em lojas de autopeças) a parcela maior de suas vendas e receitas.

A integração no processo produtivo entre unidades de produção, de modo que a metalúrgica com a fundição de metais e ligas de Pb, a injeção do polipropileno para caixas e tampas plásticas, a fundição de peças e acessórios, a produção de grades, óxido e placas de chumbo, montagem dos componentes, energização e ativação dos elementos, e o acabamento das peças com a rotulação e paletização final dos itens em unidades para venda e revenda formam uma empresa em formato vertical em sua produção.

A Figura 7 mostra o processo de fabricação, sendo a montagem dos produtos a área central e considerada pela indústria como o ponto crítico do processo de produção por representar o processo onde se agrega a maior quantidade de valor constituído e por dar forma ao produto em sua totalidade. Tem no fluxo do processo o foco no cliente, a etapa do processo produtivo é vista de forma invertida, sempre do final para o início do processo, recebendo os pedidos via área comercial e vendas, e destes para o PPCP que realizar a programação fabril.

O fluxo produtivo inicia-se na produção do chumbo mole e chumbo liga (fornecedor e M-1) que é produzido por uma unidade fabril do próprio grupo. Em paralelo noutra unidade do grupo é injetada as caixas e tampas plásticas com base de polipropileno (Fornecedor M-2), e peças e componentes de chumbo que são anexados as tampas plásticas e vão compor o produto final que é a bateria.

Na planta matriz (Unidade 01) estão localizadas 04 áreas fabris que juntas produzem óxido, grades e placas de chumbo, montagem das peças, energização e acabamento, além de duas expedições de produtos, sendo uma de produto acabado e outra de produto semielaborado com destino a planta de energização e acabamento, localizada em Itapetininga - SP.

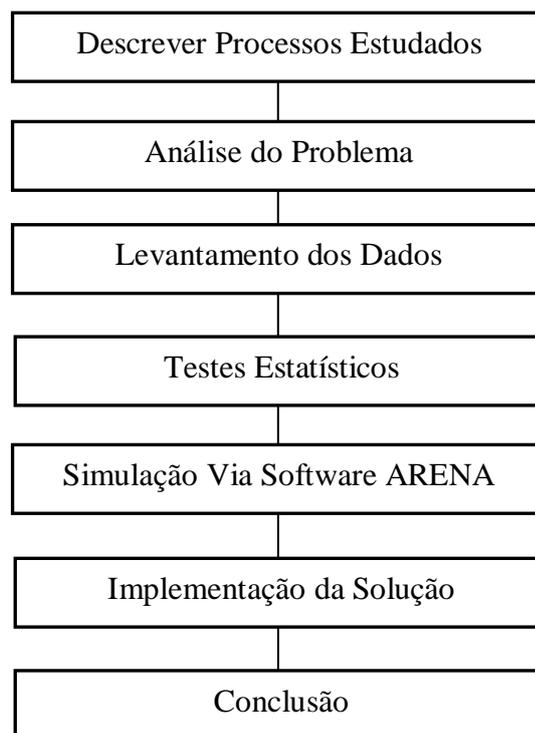
Com base na estratégia e na importância da montagem de produtos que permite produzir peças que atendem a 03 outras atividades industriais e que uma vez montado o produto existe uma determinação e destinação do produto, optamos por escolher este como sendo a área de início devido as suas complexidades e o setor de energização (formação de baterias), que detém um fluxo de produtos e informações que influencia toda a cadeia produtiva, impactado no atendimento aos clientes, custos produtivos diretos e custos de

movimentação e armazenagem de produtos semielaborados, e que para desenvolvimento deste trabalho será nosso objeto de estudo.

Analisar a gestão do fluxo de informações, materiais e armazenagem, revisando o modelo atual empregado, as ferramentas usadas atualmente pela empresa que busca oferecer uma dinâmica ágil e eficaz para que estas variáveis (fluxo, informação, materiais e armazenagem) possam ser controladas e monitoradas rapidamente.

3.1 METODOLOGIA

O estudo foi estruturado em etapas até a sua conclusão, seguindo passos que permitiram o resultado obtido. O método para solução do problema segue o diagrama abaixo:



Fonte: Esta Pesquisa

A sequência das etapas na metodologia proposta permitiram obter uma solução para o problema com a implementação das ações de melhoria abordada no trabalho.

3.2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS ESTUDADOS

O estudo permitiu avaliar dois fluxos fundamentais: fluxo das informações e fluxo dos materiais. Os fluxos aqui relatados interagem-se entre si e devido a quantidade movida durante os processos. O fluxo de materiais e o processo de armazenagem são pontos fundamentais, que integram o sistema, sendo estes influenciados pela dinâmica do processo de gestão das informações, como também pelos equipamentos utilizados para a atividade.

Quanto à armazenagem o modelo adotado restringe significativamente a seletividade dos itens a serem separados para o processamento, por utilizar um sistema bloqueado de armazenagem, representa um impeditivo quanto à ocupação, seleção e sequenciamento dos lotes.

O planejamento estratégico e tático pode representar um fator importante, visto que o plano de produção a curto e médio prazo interfere diretamente no processo operacional, dado que a este nível são planejamentos os volumes, o plano agregado da produção, e o impacto no do processo.

3.2.1 Fluxo de Informações

Os pedidos entram na empresa por diversas formas, dentre eles destacam-se pedidos retirados no site dos clientes (Mercado Eletrônico), via EDI (Troca Eletrônica de Dados), pedidos dos distribuidores comerciais, pregão eletrônico e licitações. Os pedidos são divididos por área comercial, que formam a carteira de pedidos semanal, este formato foi adotado pela empresa no ano de 2009 visando obter uma centralização dos pedidos e a avaliação de desempenho das entregas. Formatada a carteira de pedidos, este cenário é “congelado” para permitir maior controle; - elaborar a lista de materiais produtivos; - fixar os itens para registro no atendimento no prazo e na quantidade requerida (OTIF – On time; On Full; na quantidade total e no prazo).

Os pedidos não tem uma quantidade mínima, podem ser recebidos em tamanhos variados, podendo ser a partir de uma peça até uma embalagem comercial, o fracionamento lotes menores que uma embalagem comercial gera condições particulares para o PCP. Devido a esta prática comercial, a empresa mantém níveis de estoques intermediários no processo para reduzir custos com trocas de ferramentas (setup) com a finalidade de não produzir lotes

pequenos. A estratégia usada é a produção via lotes econômicos de fabricação (produção em massa) contra estoque de produtos semielaborados esboçado na (Figura 7), e devem aguardar até a confirmação dos pedidos para poder ser energizados e acabados.

O sistema usado para esta função é o ERP , com o apoio de planilhas eletrônicas, que possui procedimentos claros e determinados para sua execução. Os pedidos representam as demandas dos clientes com a determinação de prazos em períodos semanais (Tabela 5), como a empresa opera com 04 mercados distintos os prazos de entregas variam de acordo com as necessidades dos clientes.

Tabela 5 - Prazos de entrega dos pedidos consolidados por área comercial

MERCADO	MONTADORAS	REPOSIÇÃO	LINHA ESPECIAL	EXPORTAÇÃO
PRAZO ENTREGA	01 DIA	15 DIAS	21 DIAS	35 DIAS
Fonte: Esta pesquisa				

A proporção das vendas está distribuída entre o mercado nacional em 89,40% e 10,6% para exportação. Dos mercados aqui expostos exceto o de reposição e montadora, os dois outros são produzidos em sistemas Make-to-Order (Fabricado mediante pedido). O mercado de reposição e montadoras é produzido por sistemas de produção Make-to-Stock (Fabricado para estoque) devido aos curtos intervalos de tempo entre o momento da confirmação do pedido e sua entrega.

Tabela 6 - Carteira de pedidos consolidada no mercado exportação

Sistema ERP - Lista de carteira de pedidos Mercado Exportação

Modelo (Ah/Hora)	Quantidade peças pedido	Número Paletes
45	200	02
50	100	01
60	800	08
75	360	05
90	180	04
150	120	05
Fonte: Esta pesquisa		

Os produtos com alto volume e giro, além de apresentar estabilidade produtiva e comercial, permite a programação elaborar planos baseados em previsão de demanda, obtidos através de software específico. A programação dos componentes usados na fabricação (lista de materiais), é calculado com apoio de planilhas eletrônicas, e as envia para os fornecedores de primeiro nível. Portanto a gestão da informação torna-se crítico neste ponto em diante devido a distribuição para os demais níveis da organização, seja tático ou operacional.

O desdobramento dos pedidos para a produção e fornecedores diretos é realizado pelo setor de PCP, em períodos semanais através de ferramenta MRP II, utilizando o plano de capacidade dos setores industriais, as capacidades setoriais e globais da empresa, além disto, elabora a lista de materiais produtivos necessários para a produção do plano semanal e remete este aos setores produtivos e ao setor de suprimentos (Compras externas).

O sistema conceitualmente é de carga finita, desenvolvido pela própria empresa com o apoio de planilhas eletrônicas, que permitem registrar os reportes de produção apontados diretamente pelos setores produtivos em pastas eletrônicas diariamente a cada 08 horas, três vezes ao dia.

No setor de montagem a gestão da informação para planejamento é fornecida através do gráfico de gantt que permite visualizar o plano de produção congelado com período de até 02 semanas a frente. O sistema permite visualizar o volume semanal por linha de produção, o número de setup, mercado, moldes, modelos, destino, balanceamento e nivelamento dos lotes nas linhas de produção. Esta ferramenta que determina o atendimento nos prazos junto aos por mercados de acordo com a *Tabela 5*. Os planos são co-validados pelos setores fabris em Unidades Gerenciais Básicas (Montagem 01, 02 e 03) que formam o setor de montagem da empresa.

Os demais setores industriais tais como a produção de óxido, fitas e grades de chumbo, empaste das placas, produção de massa seguem sistemas de programação com capacidade previamente estabelecida, mais também com carga finita e volumes semanais de produção. Neste processo está implantada a produção puxada com a ferramenta Kanban de programação da produção, com fluxo de materiais via FIFO (Fist in, Fist out) para os supermercados de placas que abastecem a montagem.

O Setor de energização (Agregação de solução de ácido sulfúrico e energia elétrica ao produto) e o acabamento (Limpeza, selagem, testes elétricos e de estanqueidade, rotulação e embalagem final), interferem nos prazos finais de entrega aos pedidos já validados. O planejamento tem horizonte para até 01 semana, e permite saber de forma detalhada em nível

de SKU (Stock Keeping Unit; Unidade Mantida Estoque), a distribuição dos tipos a serem fabricados, pois os itens na montagem ao chegar neste processo permitem um número final de até 720 modelos para venda com a combinação de tensão, densidade da solução ácida sulfúrica, rotulagem, embalagens e kit's de instalação, À gestão da informação, não esta localizada de forma clara para movimentação, o que interfere nesta atividade, sem uma ordem clara de movimentação, operador desloca os lotes de acordo com o seu entendimento do processo e sob demanda da produção.

3.2.2 Fluxo de Materiais na movimentação e Armazenagem

Os materiais movem-se internamente na indústria basicamente por equipamentos de transporte unitário em unidades móveis (paletes), com o uso de empilhadeiras. A empresa disponibiliza empilhadeiras com capacidades variadas para movimentação dos produtos que variam de 2 a 3 toneladas e com elevação da torre com 4,5 metros de altura e operadores dedicados a atividade.

A empresa utiliza empilhadeira para carga e descarga de veículos com insumos produtivos vindos de fornecedores externos e produtos acabados expedidos para os clientes finais, como também para mover os insumos para as áreas produtivas e a coleta dos produtos fabricados em cada estação de trabalho deslocando os produtos na cadeia produtiva ou para estoques intermediários. A programação da produção emite ordens de fabricação que entre outras funções, autoriza a fabricação dos lotes, mais também indicam preliminarmente o destino entre as unidades, no caso da matriz (unidade 01), possui ainda a atividade de energização, onde o produto será posteriormente finalizado.

A ordem de fabricação combina informações relacionadas ao item, à quantidade, turno, lote e destino da unidade a seguir, no entanto não há um direcionamento quanto ao local da armazenagem e o fluxo do item dentro do processo na cadeia produtiva. Normalmente esta informação ao ser repassada para o operador de movimentação, pelo líder da produção verbalmente, ou diante da habilidade do próprio operador em reconhecer que o produto está liberado e movê-lo para os locais destinados a armazenagem temporária ou definitiva.

Os setores de montagem e energização detém uma elevada movimentação de produtos paletizados com intensidade de fluxo diário e com uma longa distância. Nesta parte do processo é crítica, principalmente para o mercado de Montadoras onde o prazo de

atendimento entre a confirmação do pedido e a entrega é de apenas um dia, e requer uma determinação clara da sequência do fluxo de produtos alinhado a esta prioridade.

A informação existente na identificação dos lotes não define o sequenciamento dos paletes o processo seguinte (energização), ou armazenagem temporária/definitiva. O fluxo de materiais é intenso, e devido ao movimento ser feito a paleta a paleta, produz um fluxo intenso de máquinas em ruas e corredores internos para manter os setores subseqüente abastecido.

A empresa possui três áreas distintas para armazenagem de produtos semielaborados, de forma horizontal e blocada. Nota-se alguns impedimentos que interferem no fluxo dos materiais: - Baixa ocupação em metros cúbicos; - baixa seletividade dos itens para processamento; - Movimentação excessiva para separação e processamento dos lotes; Tempo elevado para execução da tarefa. A localização destas áreas dedicadas a tal finalidade combina armazéns dedicados somente a este fim, ou então combinados com áreas produtivas e ou pátio da empresa (Figura 7). A localização está distante do ponto de uso para o setor de energização e de montagem, com distância de 179,6 metros ().

A coleta dos itens na área de armazenagem é demandada pelo setor de movimentação que a priori deve conduzir os paletes da montagem para o setor de Energização. A programação da produção disponibiliza as ordens de processamento dos lotes em quadros de gestão à vista no setor de energização, neste quadro encontra-se o sequenciamento dos lotes em famílias de produtos definido por tamanho e peso a serem processados, e os mesmos ficam dispostos na rua, próximo às esteiras de entradas no processo energização (filas dos lotes a serem processados).

Na (Figura 7) é possível enxergar pelo menos 06 rotas de fluxo dos produtos montados é a escoação para o setor de energização, armazenagem temporária e ou definitiva.

Os produtos que ficam armazenados aguardando a programação da produção para iniciar o processo de energização produzem um efeito relacionado ao tamanho das filas quanto aos lotes, devido à área destinada para receber temporariamente os lotes ter um limite físico, e menor que o necessário, isto e produz como efeito produtos aguardando na rua, fora das esteiras de alimentação do processo, requerendo que o recurso de movimentação seja acionado posteriormente para abastecer as esteiras.

Ocorrem falhas devido a um excesso de lotes para serem processados, como a falta de produtos nas esteiras (Inicio processo energização). Este problema tem gerado um descompasso produtivo tais como: - Falhas na comunicação do sequenciamento do lote por

família de produto; - Perda de tempo entre o pedido de abastecimento das esteiras e o retorno da operação; - excesso de produtos armazenados ao tempo; - Acúmulo de paletes nos corredores de acesso; - baixa eficácia no uso de empilhadeiras; - Quebra na produção de lotes de fabricação.

A empresa tem planos de implementar a programação da produção no sistema puxado para mercados de demanda estável, de modo que as decisões estratégicas possam chegar rapidamente ao chão de fábrica. Em outro momento a movimentação dos materiais possa contribuir de forma clara e objetiva com o fluxo de materiais alinhados a esta estratégia do negócio da empresa quanto a atender os clientes no prazo e na quantidade. Além de fornecer informações relevantes para novos projetos de expansão da indústria para os próximos anos, determinando uma nova visão sobre o fluxo interno de materiais e informações.

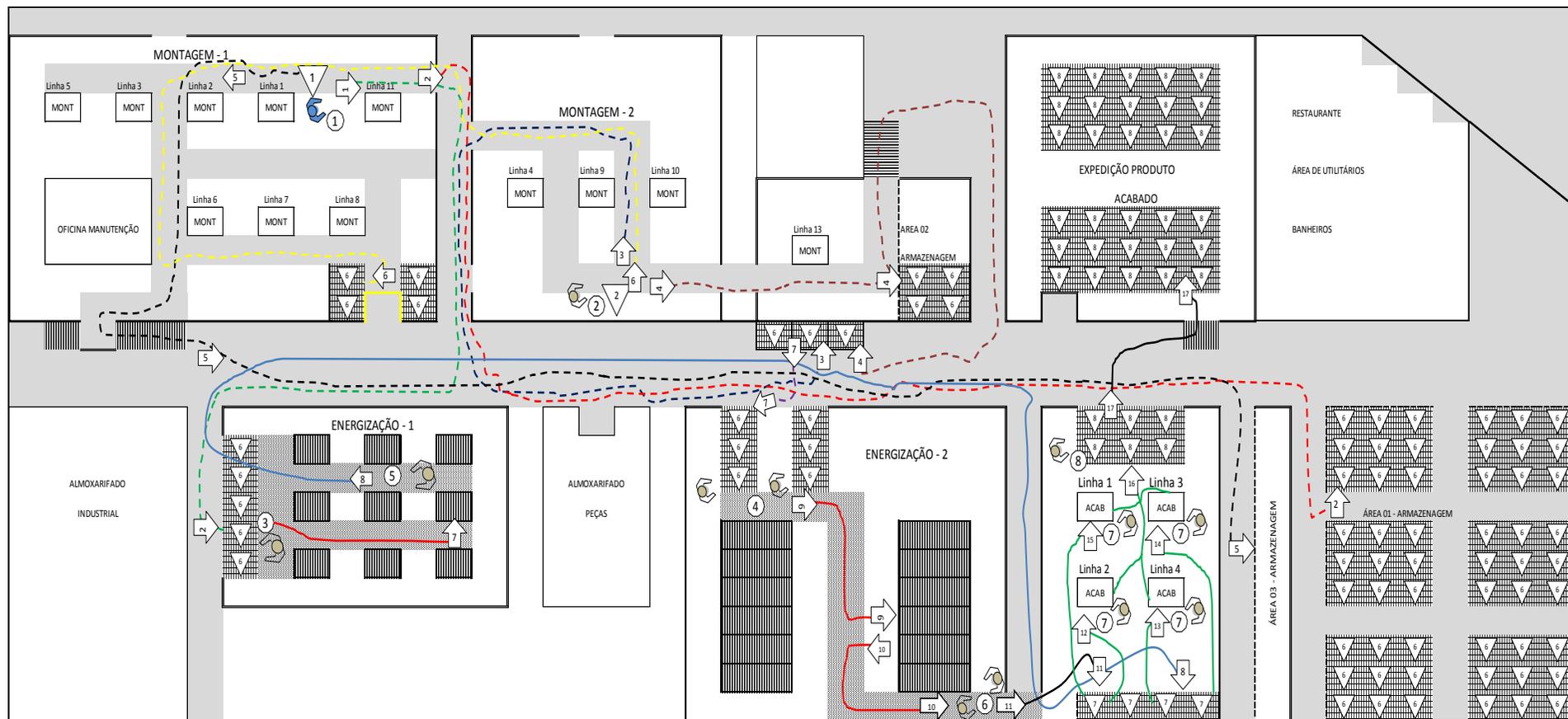


Figura 7 - Mapa Fluxograma de materiais na cadeia produtiva - Montagem, Energização, Acabamento e Armazenagem.

Fonte: Esta pesquisa

Tabela 7 - Distâncias entre setores produtivos - origem/destino

Nº	OPERAÇÃO (TRANSPORTE)	ORIGEM	DESTINO	DISTÂNCIA (MT)
1		MONTAGEM - 01	ENERGIZAÇÃO - 1	317
2		MONTAGEM - 01	ÁREA 01 - ARMAZENAGEM	266
3		MONTAGEM - 02	RUA PRÓXIMO ENERGIZAÇÃO - 2	140
4		MONTAGEM - 02	ÁREA 02- ARMAZENAGEM	35
4.1		ÁREA 02- ARMAZENAGEM	RUA PRÓXIMO ENERGIZAÇÃO - 2	123
5		MONTAGEM - 01	ÁREA 01 - ARMAZENAGEM	294
6		MONTAGEM-02	EXPEDIR PRODUTO MONTADO	172
7		RUA PRÓXIMO ENERGIZAÇÃO - 2	ENERGIZAÇÃO - 2	15
7.1		RUA PRÓXIMO ENERGIZAÇÃO - 2	ÁREA 01 - ARMAZENAGEM	90
8		ENERGIZAÇÃO - 1	PULMÃO BATERIAS ENERGIZADAS - 1	198
9		MÁQUINA ENCHER SOLUÇÃO	BANCO ENERGIZAÇÃO - 2	35
10		BANCO ENERGIZAÇÃO - 2	FINALIZAÇÃO ENERGIZAÇÃO - 2	48
11		FINALIZAÇÃO ENERGIZAÇÃO - 2	PULMÃO BATERIAS ENERGIZADAS - 1	24
12		PULMÃO BATERIAS ENERGIZADAS - 1	LINHA ACABAMENTO - 2	11
13		PULMÃO BATERIAS ENERGIZADAS - 1	LINHA ACABAMENTO - 4	18
14		PULMÃO BATERIAS ENERGIZADAS - 1	LINHA ACABAMENTO - 3	18
15		PULMÃO BATERIAS ENERGIZADAS - 1	LINHA ACABAMENTO - 1	11
16		FINALIZAÇÃO PRODUTO ACABADO	ÁREA EMPACOTAMENTO	19
17		ÁREA EMPACOTAMENTO	ARMAZENAGEM PRODUTO ACABADO	68

A está registrada as distâncias na operação de transporte interno na empresa. Na Figura 7 são declaradas as possíveis rotas e destinos dos lotes. Esta situação é analisada dentro de uma estrutura que para o estudo é definido por setores, Montagem, Energização e Acabamento final. Considerando os trechos da origem montagem até a energização e armazenagem, a distância média é de 179,6 metros.

3.2.3 Planejamento, Programação e Controle da Produção

Tendo por finalidade planejar a indústria eficazmente e de forma corporativa, o foco principal é atuar no planejamento do setor de montagem, desdobrando para demais plantas que trabalham fornecendo insumos produtivos ou que irão processar os produtos montados e finalizam o processo. O plano operacional é desenvolvido com alguns princípios, tais como: - Avaliação Agregada dos produtos e demandas da mesma família; - linhas de fabricação dedicadas; - Redução do número de set up's das famílias; - Restrições das capacidades produtivas por tipo de família; - Dimensionamento a priori dos recursos para validação do plano operacional de programação.

A montagem é classificada como o ponto central da programação, as atividades de planejamento desenvolvidas terão impactos em toda a cadeia produtiva, dado que volumes, tipos e intervalos entre a produção de um lote ou outro define a quantidade de materiais demandados para os setores internos de suprimento, como também para os setores após este processo serem abastecidos de forma eficiente.

As famílias de produtos representam um conjunto de produtos com código, tamanho, peso, cor e carga elétrica (Ah/hora) para atender as exigências do cliente. Esta separação dos produtos ainda tem a possibilidade de serem rotulados e codificados na etapa de acabamento de modo a adequar os produtos as informações necessárias para atender as normas comerciais as quais a empresa está inserida.

A programação da montagem trabalha com a redução do número de set up devido ao custo elevado de troca de ferramentas e ajuste do processo, como também a estabilização produtiva mediante lotes maiores, que permite ganhos na capacidade da produção.

A troca de ferramentas é um ponto crítico para o atendimento aos requisitos produtivos, como também para movimentação de materiais, que diante da necessidade de set up produtivo é acionada para substituir os materiais em processo, por outros que serão utilizados na

próxima programação e o retorno dos que não foram utilizados em sua totalidade, como também recolherem saldos de materiais processados, que normalmente são quantidades menores que os habitualmente são utilizados.

Tabela 8 - Peso Médio Produtos Montados movimentados para Setor Energização

FAMÍLIA	QUANTIDADE PEÇAS POR PALETE	PESO MÉDIO PEÇA (Kg)	PESO MÉDIO TOTAL (Produto + Embalagem) (Kg.)
01 - U1	180	5	931
02 - NS 40	180	6	1.111
03 - NS 50	180	6	1.111
04 - FP	150	7	1.081
05 - GR42	144	8	1.183
06 - VW	120	9	1.111
07 - L5	84	14	1.207
08 - GR24	75	14	1.081
09 - GR27	75	16	1.231
10 - GR31	75	17	1.306
11 - 4D	45	25	1.156
12 - 8D	24	30	751
13 - FT1	42	31	1.333
14 - FT2	36	36	1.327
Fonte: Esta pesquisa			

A *Tabela 8* mostra as informações sobre as famílias agregadas dos produtos, a quantidade de peças por unidade de movimentação (Paleta), o peso médio de cada item e o peso total, que é o resultado do total de peças por embalagem vezes o peso médio e peso da embalagem.

A programação de lotes pequenos e com intervalos curtos produz quantidades numerosas de paletes, com quantidades a menor que na tabela, devido as variáveis intrínsecas do processo montagem. Este é um efeito danoso para movimentação e armazenagem, dado que mover um paleta com a quantidade de peças menor que do que proposto na (*Tabela 8*), ocupa o equipamento de forma ineficaz.

O problema verificado no sistema de programação da produção sugere ser a pela falta de um sistema de planejamento da produção APS (Planejamento Avançado da Programação). A entrada dos pedidos via ERP é um avanço para a implantação de um sistema avançado de programação, porém requer outras bases como o reporte da produção em intervalos de menor

que o turno, de modo que se possa saber em tempo real reporte produtivo, o desempenho das linhas de montagem e o cumprimento do programa no volume e mix de produtos fabricados.

Durante estudo de caso deparamos com gargalos devido à falta deste sistema, visto que a sazonalidade do mercado produz demandas superiores à capacidade instalada, e o uso de sistemas em planilhas eletrônicas adaptadas para esta finalidade apresentam falhas devido a ser um controle com a extensa participação de um programador de produção, que avalia a cada rodada o plano de produção e concilia as demandas, capacidades produtivas e nível de inventário.

O fluxo de materiais requer uma atenção especial, dentre os problemas verificados destacamos: - baixa eficiência do equipamento (Empilhadeira) usado na função de movimentação interna dos materiais; - falta de rotas e horários definidos para coleta, (coleta feita sob demanda); - gestão da informação da programação do setor energização não está acessível ao operador de movimentação em tempo real; - gestão da armazenagem ineficaz quanto a localização, inventários e tempo de coleta dos lotes a serem processados; - layout distante do ponto de entrega e uso dos produtos; - ordem de coleta não é clara quanto ao sequenciamento e local de entrega. A combinação destes fatores produz perdas para empresa, e que possui uma cultura ter o uso intensivo de empilhadeiras sob demanda verbal, sem dedicar um planejamento efetivo para a operação de movimentação e armazenagem.

Atualmente a empresa vem investindo em tecnologia de gestão da informação com a aquisição de software e equipamentos para uso na montagem com o registro eletrônico da produção com apoio de etiquetas de RFID (Radio Frequency information Date; Dados de informação via Frequência de Rádio), o que representa um avanço para no futuro com vistas a instalar um sistema eficaz de movimentação dos materiais e no reporte automático dos lotes fabricados.

Na armazenagem uma situação que sofre o impacto do sistema de programação da produção, refere-se aos lotes que são utilizados rapidamente e seguem para área de armazenagem sem a indicação de uso posterior (em qual momento correto serão demandados novamente?). Desse modo os lotes são guardados temporariamente nas áreas de armazenagem sem uma regra de prioridade, dispostos muitas das vezes espalhados um dos outro.

A falta de área específica para armazenagem, combinada com falhas na gestão dos estoques, famílias de produtos e requisitos típicos do processo de energização produz uma perda na movimentação dos itens (movimentação excessiva).

Como a maior parte da armazenagem dos lotes é feita no pátio da empresa com piso asfáltico, sem cobertura, parte das informações dos lotes do cartão de identificação dos produtos, tornam-se ilegíveis ao passar do tempo, dificultando a localização e seletividade dos produtos para processo. Nesta área existe um sistema de controle de estoque realizado pelo PCP, porém trata os lotes de forma global, sem ter uma dinâmica para guarda dos lotes com tempo de armazenagem relativamente pequeno (1 a 2 semanas) juntamente com lotes de baixo giro.

A área ainda serve para armazenar lotes por períodos mais longos, devido à dinâmica de programação da fábrica lançar mão do recurso do lote econômico de fabricação, no entanto estes itens seguem para áreas comuns e disputam o espaço e os problemas comuns relatados para lotes estratégicos e para lotes de alto volume e estabilidade produtiva.

Neste capítulo observou-se pontos vulneráveis que podem representar oportunidades de melhoria, a revisão sobre o sistema de informações dentro do processo, como também a dinâmica de armazenagem e sequenciamento dos lotes e por fim a falta de um sistema de programação da produção que impede que o PCP possa racionalizar os recursos internos da empresa. Estes pontos identificados neste capítulo servirão de base para o tratamento e aplicação futura neste trabalho.

4. ANÁLISE DO PROBLEMA

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PROGRAMAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO

O setor de programação industrial (PCP) é corporativo na empresa, no entanto observa-se a necessidade de incluir em suas atividades a gestão da informação e das ordens de movimentação, com rotinas de emissão das OPs (Ordens de produção) e das OMs (Ordens de movimentação). Todo o sistema é rodado em Planilhas eletrônicas, que apesar de ter restrições, apresenta um ambiente dinâmico e assertivo, visto que o banco de dados que nutre com informações relacionadas aos produtos, processos, famílias e modelos de produtos dá uma estabilidade quanto às informações que definem as ordens de fabricação. Notoriamente não existem informações sobre a armazenagem, sendo esta uma oportunidade no sistema, dado que produtos de alto giro e baixo giro de vendas recebe o mesmo tratamento quanto ao destino de processamento após sua fabricação, que é a armazenagem nas áreas definidas para tal. Para tanto, teve-se que fazer customizações nas planilhas para que fossem incluídas as informações relacionadas às ordens para informar o campo de destino após a ordem de fabricação.

As informações necessárias de modo a unir as demandas do PCP com a da movimentação e armazenagem foram incluídas nas ordens de fabricação. Foi adicionado um campo da ordem de fabricação, para que o movimentador saiba para onde conduzir o lote após a montagem.

Foi elaborado um documento eletrônico com base na regra: Frequência e volume (Figura 8). Foi visto que para os itens há pelo menos 04 combinações por grupos: (i) Volume e frequência alta, disponibilizar para processamento imediato dos lotes; (ii) volume alto e frequência baixa, Programação de processamento do lote deve comunicar quando o lote deve ser processado, enviar para armazenagem prioritariamente; (iii) Volume Baixo e frequência alta, programar via lotes econômicos de fabricação; (iv) Volume baixo e frequência baixa, Programar mediante pedidos e encaminhar diretamente para o processamento.

Esta dinâmica prevê que lotes com alto volume e frequência devem seguir imediatamente do setor montagem para a energização, reduzindo o movimento até a área de armazenagem e posteriormente sua coleta para o processamento no setor energização.

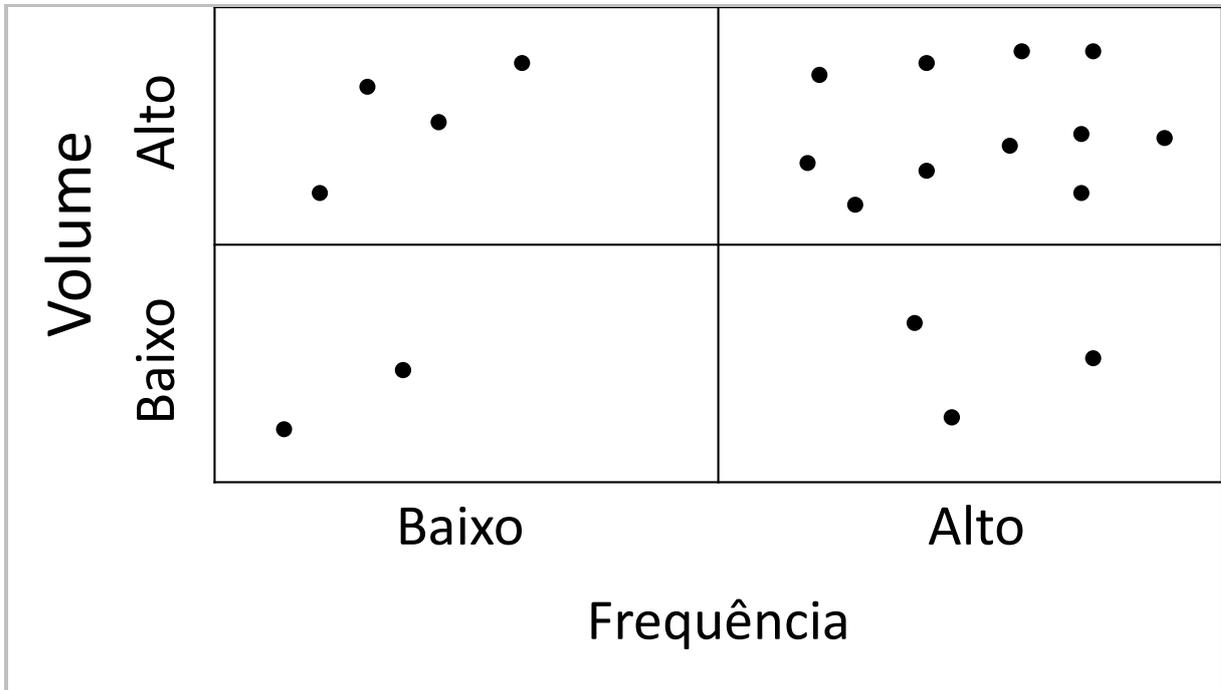


Figura 8 - Volume e Frequência de itens numa linha de produção

Fonte: Esta pesquisa

O destino dos lotes após a sua montagem deve estar claro para onde deve o local de armazenagem, (guarda temporária ou processamento imediato). A empresa opera com 03 estações de processamento dos lotes no setor de energização, uma destas estações não possui esteiras transportadoras entre o início do processo. Este equipamento é móvel e fica disposto numa seção produtiva, distante da outra em 42 metros, a outra estação operara com dois servidores (fixos) e seu abastecimento é por esteiras transportadoras no início da seção (Figura 7). A falta de esteiras em todas as seções interfere no tempo de processamento dos lotes, produzindo um efeito indesejável que é a presença dos lotes nas ruas internas da empresa.

Parte destes lotes são compostos por produtos de baixo volume e frequência sem ter programação de processamento imediato, ou seja, estes lotes deveriam seguir para armazenagem, e não concorrer com os itens com volume alto e frequência alta, isto gera um acúmulo de lotes diante das seções competindo por espaço e produzindo falhas na movimentação.



Figura 9 - Produtos na Fila de processamento de lotes setor energização

Fonte: Esta pesquisa

O setor de PCP industrial emite ordens de fabricação diariamente, porém restritas quanto às informações produtivas, tais como: Família Comercial, descrição do produto, linha de processamento e quantidade de itens por embalagem. As ordens de produção possuem cores que determina o destino dos lotes para as unidades da indústria.

Tabela 9 - Tabela de Cores das Ordens de Fabricação

COR DA ORDEM	DESTINO
CINZA, LARANJA OU ROSA.	PROCESSAMENTO / ARMAZENAGEM
AZUL	EXPEDIR PRODUTOS MONTADOS
Fonte: Esta pesquisa	

Os lotes têm fixado em local visível um cartão na cor correspondente a (Tabela 9), esta informação é interpretada pelos operadores de movimentação que recolhem os lotes e as transportam para os dois destinos possíveis. No entanto o problema de estudo é focado nos lotes que devem seguir para o processamento e/ou armazenagem na planta matriz.

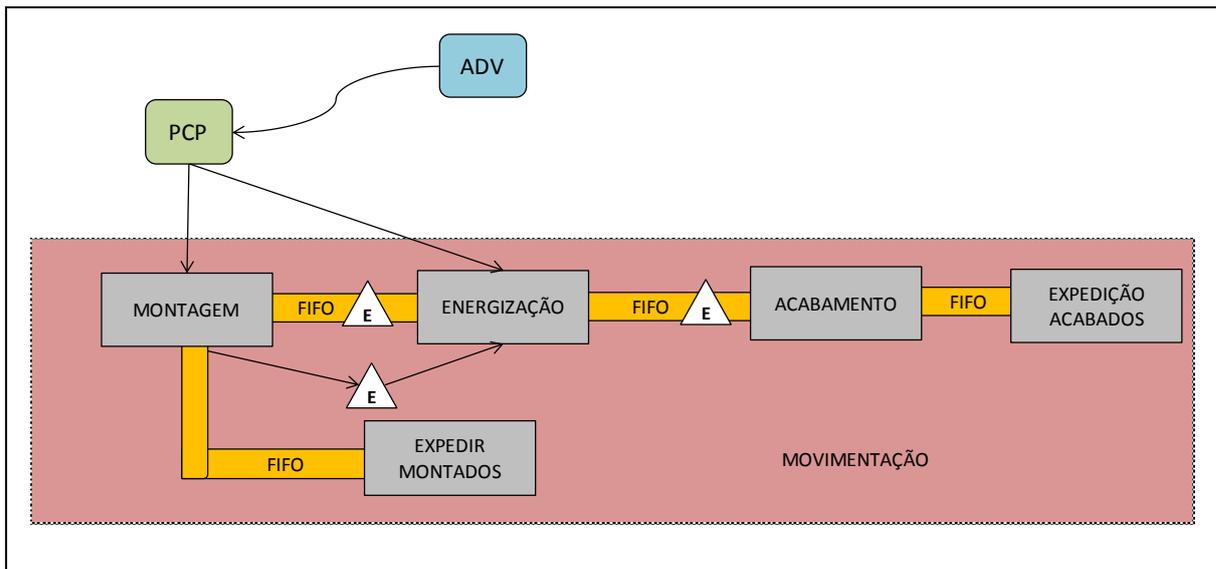


Figura 10 - Fluxo de Informação PCP para Processo

Fonte: Esta pesquisa

A Figura 10 mostra o fluxo da informação iniciando pelo ADV (Administrativo Vendas), e encaminha ao PCP que roda o sistema de programação e emite as ordens de produção, porém nesta etapa do processo (Montagem) está incluso outro processo que é a movimentação, responsável pela coleta dos lotes produzidos e entrega no processo seguinte, o PCP está desvinculada da movimentação de materiais e da armazenagem de produtos semielaborados.

O problema identificado no processamento de lotes pode ser evidenciado pela falta de uma estrutura que mostre claramente quais lotes são fabricados para processamento seja total ou parcial. A ausência desta especificidade produz também outros problemas, tais como o deslocamento de lotes de um ponto para outro da empresa sem sequenciamento produtivo.

A solução proposta é discussão sobre a gestão da informação, ordens de fabricação e movimentação, com detalhes sobre o destino e a quantidade que será processada de forma imediata, total ou parcial.

Por isso o ponto inicial foi obter registro sobre a atividade em estudo neste trabalho, e ter dados relacionados ao objeto que irão definir quais são os pontos críticos neste processo. Portanto a próxima fase do processo foi levantar dados dos lotes movidos entre as seções produtivas de montagem e energização, visto que compreende um fluxo intenso de materiais e daí para seu processamento.

4.1.1 Levantamento de Dados e Análise Estatística

Foi realizada uma pesquisa de campo para medir separadamente as variáveis de chegada e processamento dos lotes (Tabela 19). A pesquisa foi realizada por 30 dias, medindo a taxa de chegada dos lotes.

O registro foi obtido com disponibilização de operadores no local para registrar os lotes que chegavam ao ponto onde são processados no setor de energização, ou para áreas de armazenagem.

O processamento dos lotes na Energização compreendeu em fazer medições de tempo no servidor. Neste processo identificamos 03 servidores com capacidades semelhantes e com operadores dedicados a atividade. Deste modo o registro foi feito no turno da manhã e em 01 servidor como amostragem significativa.

Dado que os servidores são do mesmo fabricante e com operadores dedicados a atividade, além de que o mix de produtos é rateado para os três servidores, a escolha da pesquisa foi em ter um registro (Tabela 19) no servidor MEN-12 (Máquina de Encher e Nivelar -12).

Os dados foram analisados e discutidos com pessoal do registro, de modo a filtrar e eliminar registros duvidosos, incompletos ou ilegíveis. Após isto os dados foram digitados em planilha eletrônica com o objetivo de calcular a taxa de chegada entre lotes, taxa de serviço e tamanho médio dos lotes.

4.1.2 Testes Estatísticos

Após o registro das taxas de chegadas dos lotes no setor energização para seu processamento, como também os registros do processamento dos lotes em si, foi possível conhecer informações críticas no processo, tais como: tamanho do lote, as taxas de chegada, e de processamento e o número médio de peças por embalagem.

Os critérios para realizar os testes estatísticos tiveram por base o levantamento de dados de chegada dos lotes para processamento, como também o tempo de processamento dos lotes. De posse dos dados brutos calculamos os dados estatísticos da pesquisa. A partir desta base realizamos os testes de aderência para as distribuições estatísticas. O Software STATISTICA foi usado para obter os resultados estatísticos.

A análise estatística dada pelo Software STATISTICA descreve como:

VAR1: Taxa chegada dos lotes;

VAR2: Taxa processamento dos lotes.

Portanto segue o resumo da VAR1 conforme dados extraídos:

Tabela 10 - Estatística Descritiva VAR1

Descriptive Statistics (Spreadsheet1)										
Variable	Valid N	Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Standard Error
Var1	71	13,2507	10,4000	Multiple	6	2,5333	38,1333	,1246	9,2263	1,0950

Fonte: Esta pesquisa

A VAR 1 apresentou 71 observações com média, mínimo, moda, frequência da moda, variância, desvio padrão e erro padrão, restando os dados já tratados para tais observações.

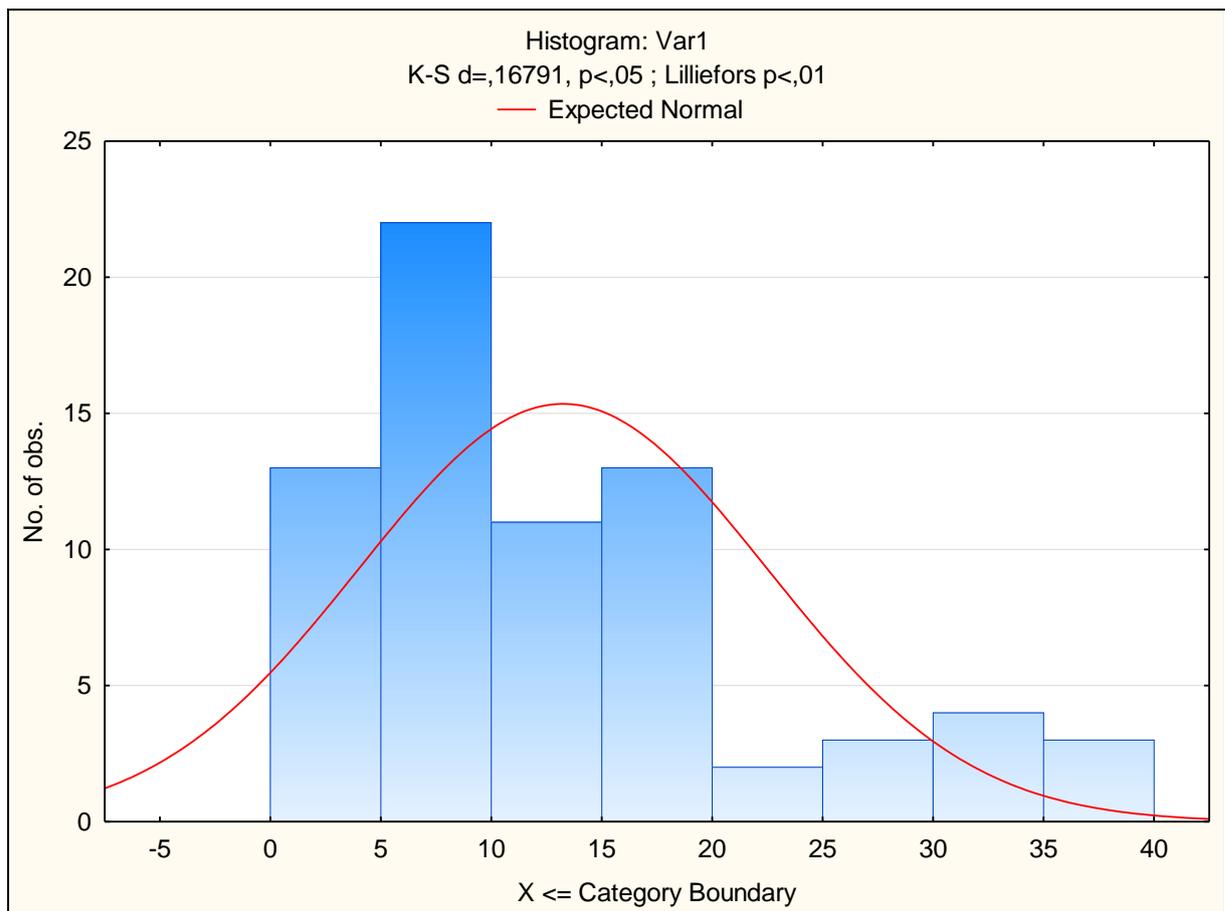


Figura 11 - Histograma da VAR 1

Fonte: Esta pesquisa.

Conforme o modelo de Teoria das filas as distribuições mais aplicadas são a distribuição normal e a exponencial, discutidas no capítulo 2 deste estudo. Foram feitos testes para investigar a aderência as distribuições. No caso da VAR1 não se obteve aderência significativa, para $P > 0,05$ para distribuição normal.

Iniciamos a análise da VAR 2, com o objetivo semelhante a VAR 1, abaixo segue as análises iniciais da VAR 2:

Tabela 11 - Estatística Descritiva VAR 2

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet1)									
	Valid N	Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Standard Error
Var2	93	12,3871	11,6667	1,66667	12	6,6667	9,0000	7,5007	2,7387	0,2840

Fonte: Esta pesquisa

A VAR 2 apresentou 93 observações com média, mínimo, moda, frequência da moda, variância, desvio padrão e erro padrão. Nestes dados foram expurgados os outliers com +/- 3 desvios padrões, restando os dados já tratados para tais observações (Tabela 11).

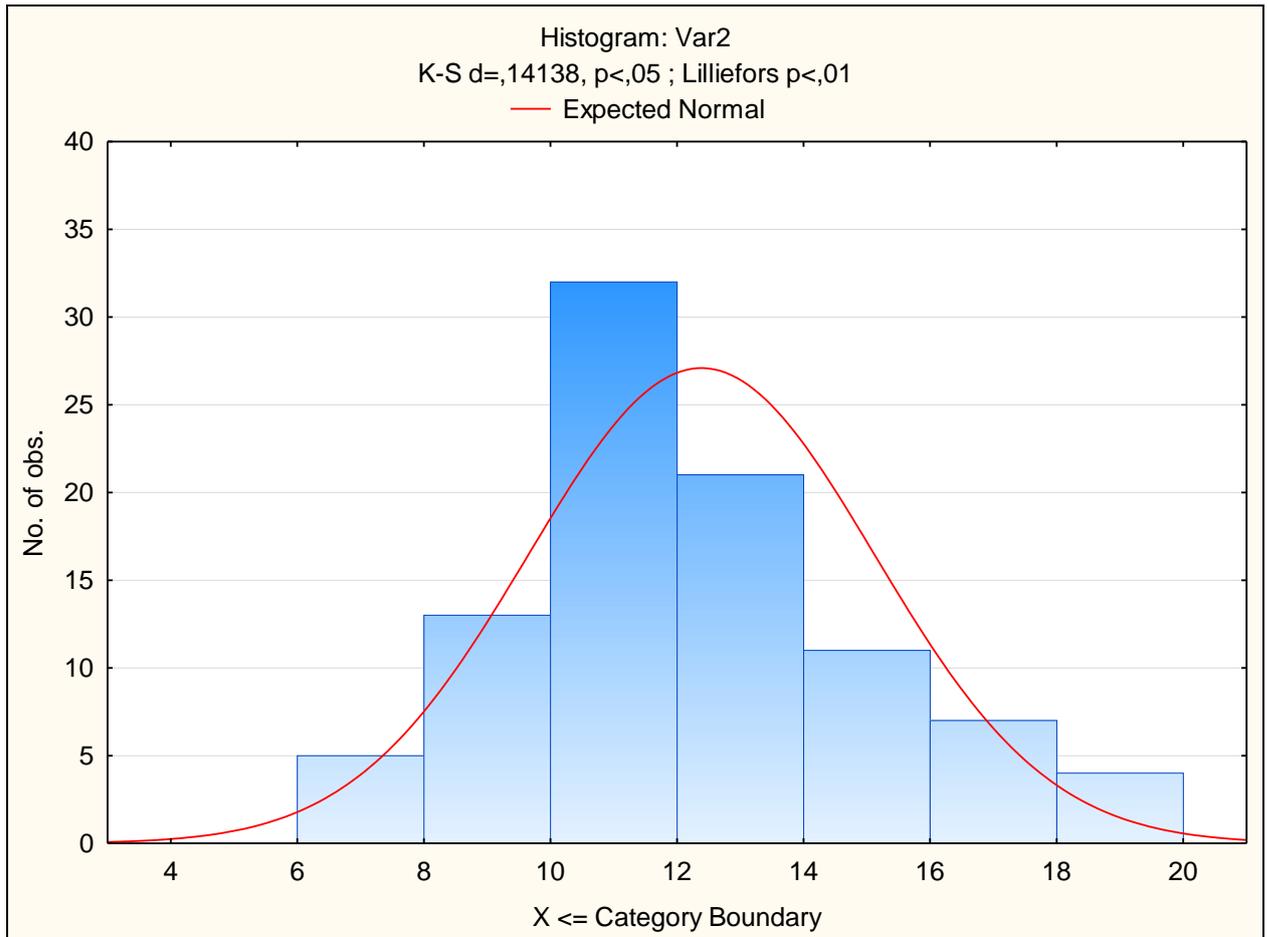


Figura 12 - Histograma VAR 2

Fonte: Esta pesquisa

A análise inferencial foi realizada também com suporte do Software STATISTICA, buscando a aderência a uma distribuição de probabilidade conhecida para a taxa de chegada e de processamento dos lotes de formação.

Tabela 12 - Teste Estatístico Aderência VAR 1

Variable: Var1, Distribution: Log-normal (Spreadsheet1) Chi-Square = 4,89924, df = 3 (adjusted) , p = 0,17933									
Upper Boundary	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 5,00000	13	13	18,30986	18,3099	11,94203	11,94203	16,81976	16,8198	1,05797
10,00000	22	35	30,98592	49,2958	22,47955	34,42158	31,66134	48,4811	-0,47955
15,00000	11	46	15,49296	64,7887	14,72154	49,14312	20,73456	69,2157	-3,72154
20,00000	13	59	18,30986	83,0986	8,50615	57,64926	11,98049	81,1961	4,49385
25,00000	2	61	2,81690	85,9155	4,93502	62,58428	6,95073	88,1469	-2,93502
30,00000	3	64	4,22535	90,1408	2,94521	65,52950	4,14819	92,2951	0,05479
35,00000	4	68	5,63380	95,7746	1,81431	67,34381	2,55537	94,8504	2,18569
40,00000	3	71	4,22535	100,0000	1,15174	68,49555	1,62217	96,4726	1,84826
< Infinity	0	71	0,00000	100,0000	2,50445	71,00000	3,52739	100,0000	-2,50445

Fonte: Esta pesquisa

A Tabela 12 apresenta os acumulados observados nas médias de tempos de chegada dos lotes e o seu percentual acumulado, como também a expectativa dos resultados para a amostra. Este teste permitiu avaliar para esta distribuição aqui discutida, mais também foram feitos testes para as seguintes distribuições: Normal, Exponencial, Gama, Quadrática e Qui-quadrado.

Com base na amostra de VAR 1 a distribuição que atendeu a hipótese alternativa foi a lognormal, para o teste Qui-quadrado = 4,89924 e em $p = 0,1793$. Este teste foi realizado na amostra composta por 71 observações coletadas.

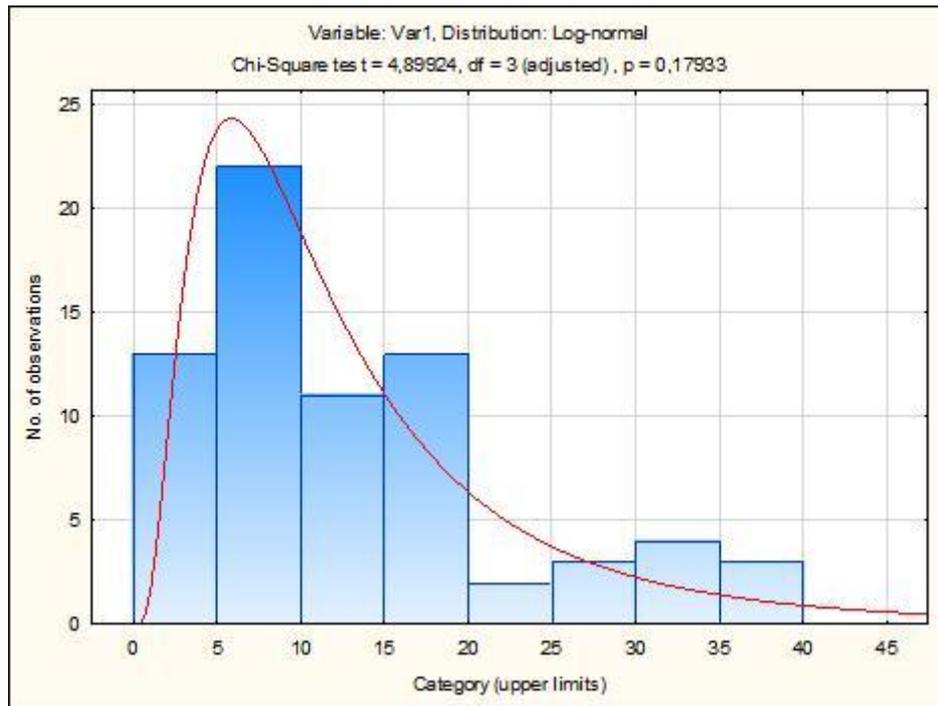


Figura 13 - Gráfico VAR 1 teste estatístico

Fonte: Esta pesquisa

Na Figura 13 é demonstrado o ajustamento da curva aos dados levantados com um p-value 0,1793 seguindo a melhor aderência para os valores observados.

Tabela 13 – Teste Estatístico Aderência VAR 2

Variable: Var2, Distribution: Log-normal (Spreadsheet1) Chi-Square = 12,58564, df = 6 (adjusted), p = 0,05011									
Upper Boundary	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 6,00000	0	0	0,00000	0,0000	0,10592	0,10592	0,11390	0,1139	-0,10592
7,00000	4	4	4,30108	4,3011	0,70092	0,80685	0,75368	0,8676	3,29908
8,00000	1	5	1,07527	5,3763	2,55763	3,36447	2,75014	3,6177	-1,55763
9,00000	4	9	4,30108	9,6774	5,90757	9,27205	6,35223	9,9699	-1,90757
10,00000	9	18	9,67742	19,3548	9,79489	19,06693	10,53214	20,5021	-0,79489
11,00000	9	27	9,67742	29,0323	12,69842	31,76535	13,65422	34,1563	-3,69842
12,00000	23	50	24,73118	53,7634	13,66735	45,43270	14,69608	48,8524	9,33265
13,00000	7	57	7,52688	61,2903	12,74984	58,18254	13,70950	62,5619	-5,74984
14,00000	14	71	15,05376	76,3441	10,64014	68,82268	11,44101	74,0029	3,35986
15,00000	8	79	8,60215	84,9462	8,13386	76,95654	8,74608	82,7490	-0,13386
16,00000	3	82	3,22581	88,1720	5,79941	82,75594	6,23592	88,9849	-2,79941
17,00000	7	89	7,52688	95,6989	3,91074	86,66668	4,20509	93,1900	3,08926
18,00000	0	89	0,00000	95,6989	2,52149	89,18817	2,71128	95,9013	-2,52149
19,00000	4	93	4,30108	100,0000	1,56795	90,75612	1,68597	97,5872	2,43205
20,00000	0	93	0,00000	100,0000	0,94685	91,70297	1,01812	98,6053	-0,94685
< Infinity	0	93	0,00000	100,0000	1,29703	93,00000	1,39465	100,0000	-1,29703

Fonte: Esta pesquisa

Para a VAR 2 foram realizados testes de aderência para a amostra levantada, para qual foi estatisticamente comprovada a aderência à Distribuição Lognormal através do teste Qui-quadrado, com o valor de 12,58564 para a estatística de teste, que corresponde a um valor-p = 0,05011.

A Tabela 13 mostra os dados acumulados observados nas médias de tempos de chegada dos lotes e o seu percentual acumulado, como também a expectativa dos resultados para a amostra. Este teste permitiu avaliar para esta distribuição aqui discutida, mais também foram feitos testes para as seguintes distribuições: Normal, exponencial, Gama, Quadrática e Qui-quadrado.

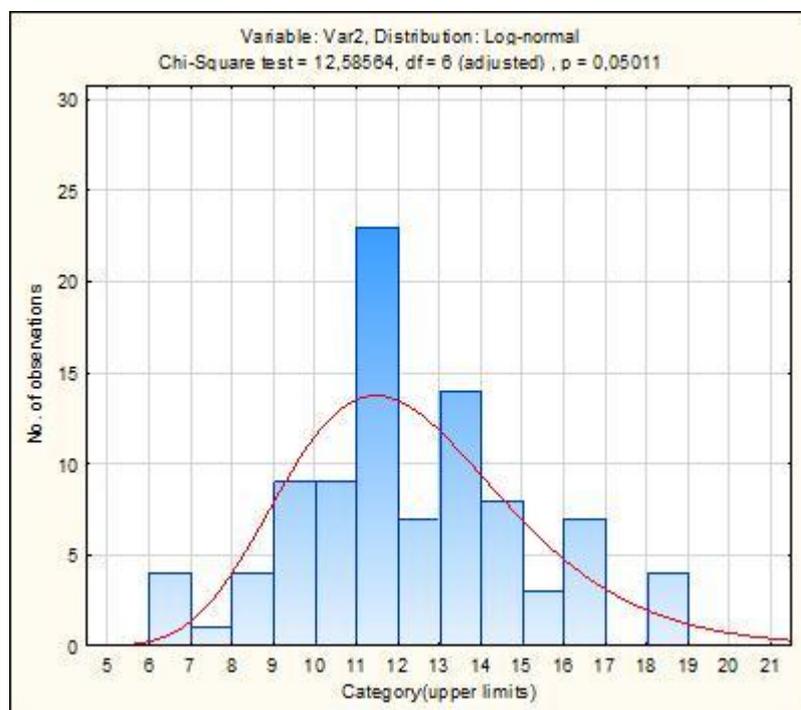


Figura 14 - Gráfico VAR 2 teste estatístico

Fonte: Esta pesquisa

A Figura 14 demonstra o ajustamento da curva aos dados levantados com um p-value 0,05011 seguindo a melhor aderência para os valores observados.

Os testes estatísticos realizados demonstraram que a distribuição que atende tanto a taxa de chegada como a taxa de serviço, é a lognormal que servirá de base no modelo para a proposta de solução.

Para comparar os testes estatísticos foram testadas outras distribuições, e que estão disponíveis no apêndice deste trabalho.

A partir deste processo de análise estatística e com base no capítulo 02 sobre a fundamentação teórica, decidimos que o processo que foi escolhido para propor uma solução ao problema abordado seria a simulação em software com apoio computacional. Isto motivado pela possibilidade de obtermos uma maior visibilidade sobre o problema em si, flexibilidade em montar cenários (Configurações) para o problema, com aproximação ao verificado na prática, como também devido ao software permitir unir a avaliação mais ampla sobre o modelo de simulação e o conceito de teoria das filas.

4.1.3 Proposta de Solução Inicial

Os estudos realizados no capítulo 2, onde se discutiu a fundamentação teórica sobre o entendimento dos processos, iniciou-se para um avanço de uma solução. Foram definidas as premissas para desenvolvimento de regras ou dinâmicas de gestão do fluxo de informações e movimentação de materiais, como também os requisitos de funcionamento da solução apresentada. As restrições sobre a movimentação dos lotes evidenciou-se que a principal restrição do processo é falta de informação, ou insuficiente para definir claramente as regras de movimentação e armazenagem dos produtos em processo.

Abordaram-se soluções na área de gestão visual, onde pudesse ter soluções práticas com as ordens de produção. Para tal a primeira solução foi à cor nas ordens de produção como alternativa de decisão sobre os destinos dos lotes. De acordo com o estudo de caso as ordens devem conter cores que permitam separar quais peças devem seguir para o fluxo de expedição de produtos montados e a dos produtos que seguirão para o processo posterior ou para armazenagem conforme (Figura 10).

Ainda foi possível avaliar a viabilidade em alterar o ponto de programação do setor de energização, fazendo isto já na etapa final de montagem, e permitindo uma agilidade quando ao destino dos lotes. A proposta é incluir um quadro de gestão à vista com informações sobre o sequenciamento os lotes.

Foram definidos princípios para melhorar a gestão da informação e materiais de modo a contribuir com o melhor fluxo de materiais para customizar a forma como a informação é disponibilizada: (i) Informação disposta de modo rápido e seguro; (ii) fácil entendimento pela parte operacional; (iii) Disponibilizar em gestão à vista a programação de processamento

imediate dos lotes e/ou para armazenagem, (iv) reduzir a movimentação indevida (total ou parcial) dos lotes. As premissas observadas foram discutidas juntamente com a empresa deste estudo e tem como foco principal definir a referência básica para as melhorias propostas.

A regra de movimentação foi definida em etapas distintas. A primeira refere-se em escolher uma linha de montagem modelo para o experimento. A segunda é avaliar se com o sistema atual de programação industrial tendo por base planilhas eletrônicas é funcional, prático e segura, e finalmente avaliar se a última etapa a informação atinge os níveis operacionais quanto à movimentação dos lotes para o setor de energização.

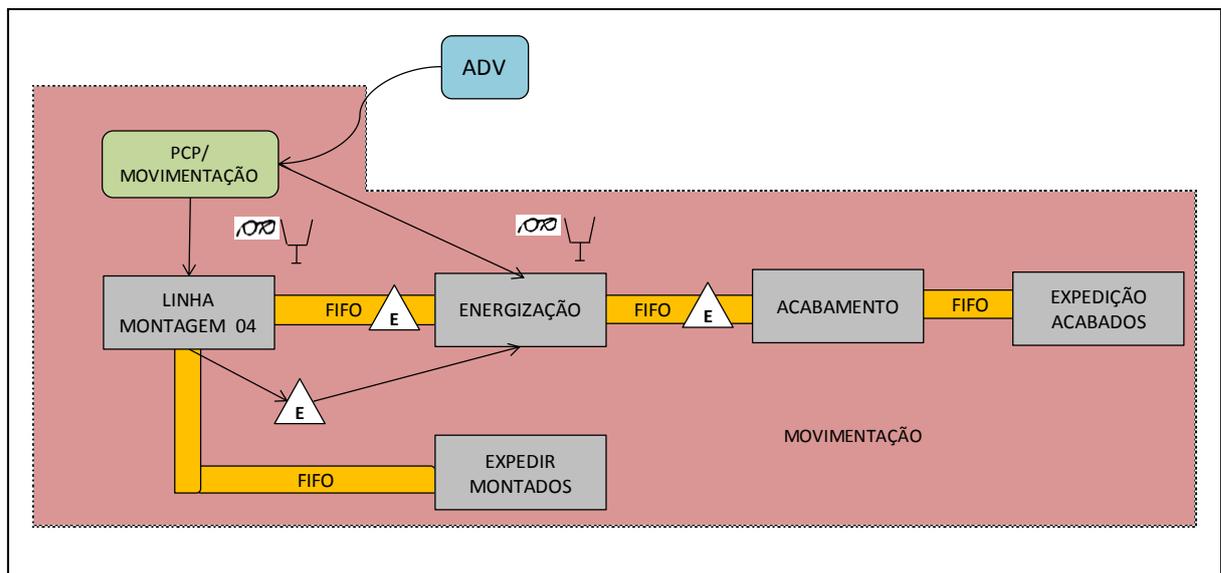


Figura 15 - Fluxo Informações PCP e Movimentação

Fonte: Esta pesquisa

A Figura 15 apresenta a proposta de melhoria com a inclusão das atividades de movimentação nas rotinas do PCP, que deverá avaliar o destino e sequenciamento dos lotes no setor de montagem com destino ao setor de energização ou armazenagem.

Foi avaliada se a ação foi efetiva a nível operacional de movimentação dos lotes, se o formato é prático e a informação estando presente num mesmo formulário de fabricação era efetiva. Esta atividade foi avaliada no chão de fábrica, verificando em conjunto com a liderança da atividade de movimentação e os operadores dedicados a esta atividade.

O resultado foi satisfatório, porém requer um sequenciamento no treinamento dos envolvidos da tarefa, visto que outras variáveis puderam ser abordadas como a questão cultural, não haver um procedimento claro referente a esta atividade e em alguns casos a

restrição de espaço físico no setor energização para separar a consolidação dos lotes para que estes entrem em processo em forma de blocada.

4.2 SIMULAÇÃO

O processo consiste no uso de uma ferramenta computacional que apoia o sistema de escolha do melhor ambiente para solução. Através da simulação é possível fazer uma análise da questão sem ter a necessidade de interferir no sistema físico, por mais detalhada que se apresente, ocorrerão apenas no modelo lógico representado na simulação de processos, sem ter a necessidade de intervir no sistema real.

Por buscar fazer uma réplica do sistema real, os resultados decorrentes desta alternativa, permite ao analista compreender como pode funciona o sistema e possíveis alternativas para o modelo. Portanto a máxima “Quanto melhores os dados e a modelagem do sistema, melhores serão os resultados obtidos”, daí a propriedade que dá uma aproximação mais real possível do modelo ideal ao modelo proposto.

4.2.1 Simulação da configuração I

Na primeira rodada de simulação foram realizados testes para avaliar a situação atual observando os detalhes peculiares ao sistema produtivo da empresa sob estudo, a partir da qual se verificou que o modelo de simulação apresenta resultados muito próximos da realidade quando avaliados aspectos como a taxa de chegada dos lotes, taxa de processamento dos lotes, adicionada o efeito de tamanho esperado da fila e o tempo de espera dos lotes em processamento, elaboramos o modelo a seguir.

Para propor simulação montamos os modelos de modo estruturado, partindo da situação real encontrada na empresa.

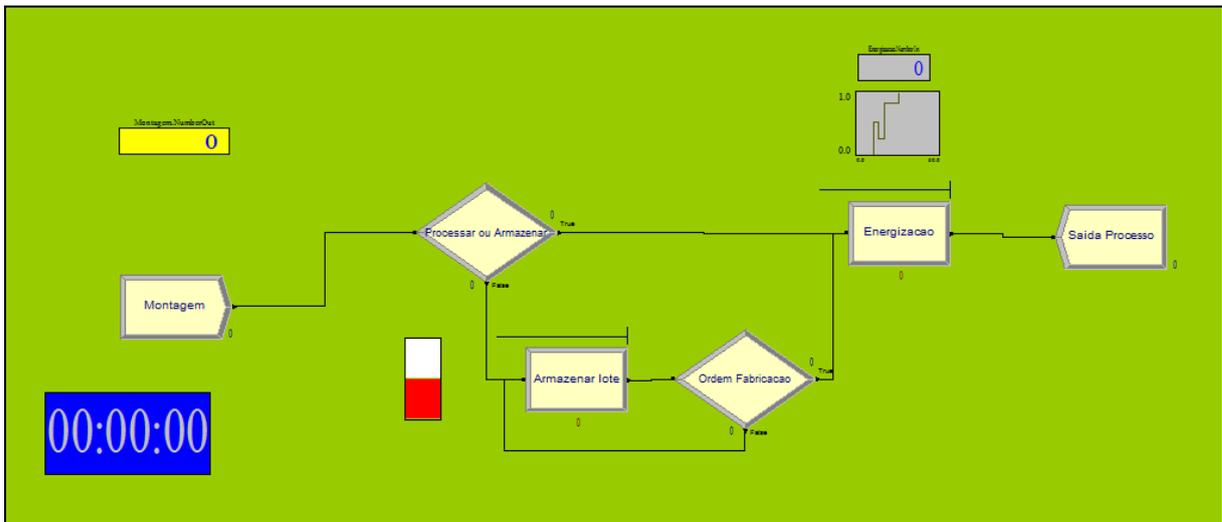


Figura 16 - Modelo de simulação para configuração I: Configuração Atual do Sistema Fluxo Produtivo

Fonte: Esta pesquisa.

Foram realizadas rodadas de simulação e considerados os pontos críticos do sistema tamanho das filas e uso dos recursos.

Tabela 14 – Configuração I de Simulação - Filas

Rodada 1 de Simulação				
Replications: 1		Time Units: Hours		
Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Armazenar lote.Queue	5.5364	(Correlated)	0.00	23.3825
Energizacao.Queue	5.4999	(Correlated)	0.00	23.6419
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Armazenar lote.Queue	1.4184	(Correlated)	0.00	10.0000
Energizacao.Queue	24.8548	8,26648	0.00	111.00

O tempo de espera para energização dos lotes é em média de 5,49 horas para o servidor Energização, com possibilidade de lotes aguardarem até 5,53 horas. Quanto às filas no setor energização o número médio de lotes é de 24,85 lotes, podendo atingir até 111 lotes caso não haja uma intervenção operacional. Este volume máximo de lotes obriga a empresa a

reservar uma área em metros quadrados de até 111 lotes x 2 paletes por lotes x 1,4 metros por paleta = 310,8 metros \approx 311 metros quadrados de área para receber todos os lotes.

Para o recurso Máquina de Encher e Nivelar com solução ácida, descrita na simulação como Encher com solução_R, verificou-se uma ocupação de 98,96% e com um número programado para 100% de disponibilidade. Para tal, este recurso torna-se um gargalo.

4.2.2 Simulação da configuração II

Na segunda configuração a ser simulada, foi incluído um pulmão de lotes após a montagem, e que tem como premissa mover lotes completos para o processamento. Para os lotes que seguem imediatamente para o setor Energização, incluímos um modo de separação destes lotes, que neste caso podem ser feitos respeitando as famílias comerciais de produtos. Foram mantidos os tempos médios e os desvios padrões observados para a taxa de chegada dos lotes e os tempos de processamento. Esta ação produziu os resultados a serem discutidos a seguir.

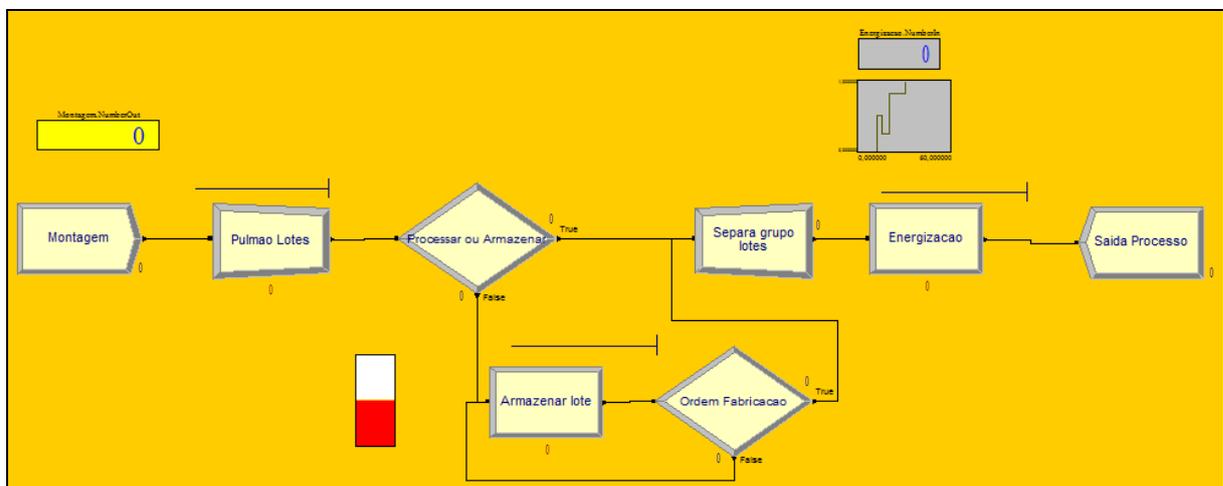


Figura 17 - Modelo de simulação para configuração II

Fonte: Esta pesquisa

Com base no modelo de simulação (Figura 17) foi incluído o pulmão de lotes no setor montagem, que visa consolidar 01 lote completo para poder gerar a movimentação por lote de famílias e não por unidade de movimentação (Paletes). Esta ação força o surgimento de outra ação que é a separação dos lotes, que neste modelo foi posto antes do setor Energização, que

tem por base o inverso, consolidar os lotes por família de produtos alinhados com a programação de processamento. A separação dos lotes deve ser posta de modo que inclusive os lotes que abastecem a energização e são provenientes da armazenagem dos lotes devem seguir a mesma regra.

Tabela 15 – Configuração II - Filas

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Armazenar lote.Queue	2.9720	(Correlated)	0.00	14.2845
Energizacao.Queue	2.9839	0,810338574	0.00	14.7786
Pulmao Lotes.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Armazenar lote.Queue	0.7588	0,183573032	0.00	8.0000
Energizacao.Queue	13.5167	2,95222	0.00	71.0000
Pulmao Lotes.Queue	0.00	0,000000000	0.00	1.0000

O tempo de espera para energização dos lotes é de cerca de 2,98 horas em média para o servidor Energização, e com uma probabilidade dos lotes aguardarem até 2,97 horas no tempo máximo. Quanto às filas no setor Energização o número médio de lotes é de 13,51 lotes, podendo atingir até de 71 lotes. Demonstrando um resultado melhor que o sistema atual empregado pela empresa.

Para análise de recursos via o sistema de simulação verificamos uma taxa de ocupação de 98,53%, reduzindo em 0,43% a taxa de ocupação do servidor Energização. Observa-se ganhos no tamanho da fila onde foi possível reduzir o tamanho máximo previsto de 111 para 71 lotes na simulação 2. E no tempo de médio de espera houve uma redução de 5,49 para 2,98 horas.

4.2.3 Simulação da configuração III

Na terceira configuração o lote é coletado no setor montagem sem uma separação prévia, este passo é feito no setor energização, onde já é separado por família comercial.

Desta forma, foram mantidos os tempos médios e os desvios padrões observados para a taxa de chegada dos lotes e os tempos de processamento. Esta ação produziu os resultados a serem discutidos a seguir.

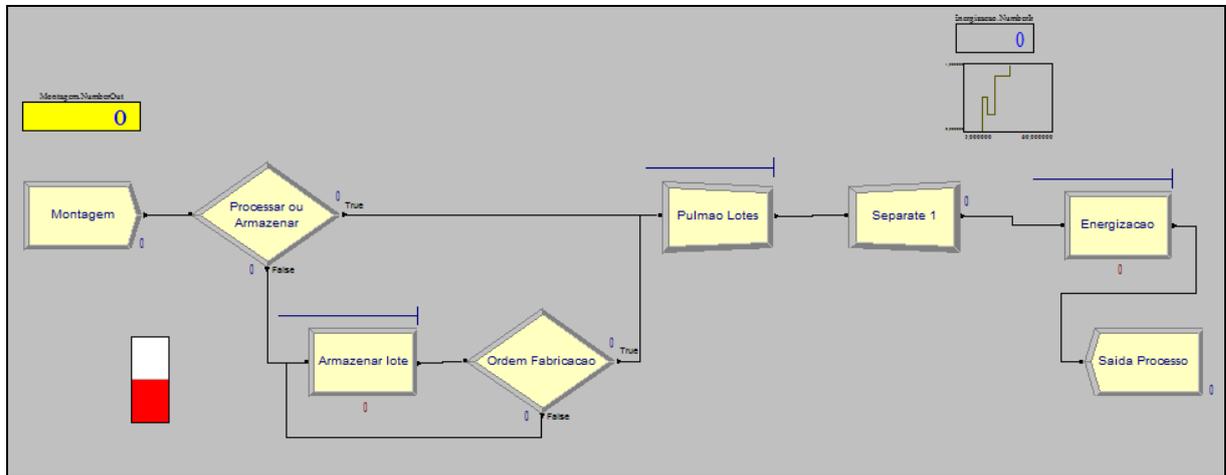


Figura 18 - Modelo de simulação para configuração III

Fonte: Esta pesquisa

Com base no modelo de simulação (Figura 18), alteramos o pulmão de lotes no setor montagem para o setor energização, diferenciando apenas o ponto de separação dos lotes, fazendo isto imediatamente no setor Energização, sempre obedecendo à separação por família e agrupando os lotes.

Tabela 16 - Rodada de Simulação 3 - Filas

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Armazenar lote.Queue	28.8634	7,67427	0.00	160.66
Energizacao.Queue	0.5643	0,028846923	0.00	3.1242
Pulmao Lotes.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Armazenar lote.Queue	7.1738	2,16721	0.00	44.0000
Energizacao.Queue	2.5454	0,118290907	0.00	16.0000
Pulmao Lotes.Queue	0.00	0,000000000	0.00	1.0000

O tempo de espera para energização dos lotes é de cerca de 0,56 horas de média para o servidor Energização, e com uma probabilidade dos lotes aguardarem até 3,12 horas no tempo máximo. Quanto às filas no setor Energização o número médio de lotes é de 2,54 lotes, podendo atingir até 16 lotes. Demonstrando um resultado melhor no modelo de simulação II (Figura 17), e ainda com o resultado melhor que o sistema atual empregado pela empresa. Para esta condição requer uma revisão completa sobre o sequenciamento e definição dos lotes com maior giro e separação por posicionamento das áreas.

Compreendendo os resultados a simulação configuração III, prever no máximo 16 lotes na fila do setor energização, considerando a média que cada lote possui 1,44 paletes. Percebendo que mesmo podendo ser considerado lotes fracionários para ocupação de área é necessário $16 \text{ lotes} \times 02 \text{ paletes} \times 1,4 \text{ metros por palete} = 44,8 \text{ metros} \approx 45 \text{ metros}$ para receber todos os lotes que chegam ao setor energização, em sistema de armazenagem bloqueado e temporário.

Para análise de recursos via o sistema de simulação verificamos uma taxa de ocupação de 98,33%, reduzindo em 0,19% a taxa de ocupação do servidor Energização comparando com a simulação 2 e em 0,62% considerando a simulação I (Estado atual). Observam-se ganhos no tamanho da fila onde foi possível reduzir o tamanho máximo previsto de 71 para 16 lotes na simulação III, considerando uma probabilidade de 94,99% de a fila assumir este comportamento. E no tempo médio de espera houve uma redução de 2,98 para 0,56 minutos.

Portanto estas oportunidades de melhoria são decorrentes de atividades e regras operacionais sendo seguidas, como a gestão da informação de forma clara e evidenciada. A regra deve permitir aos envolvidos na operação saber segmentar rapidamente as famílias de produtos em processo, obedecer à separação no ponto proposto e dar sequenciamento no programa de produção do setor energização somente quando se atingir os lotes mínimos de processamento dos produtos.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através das simulações realizadas no software ARENA foi possível comparar 03 cenários distintos, que serão descritos a seguir.

A Configuração I buscou evidenciar o Estado atual verificada na empresa. As coletas de dados no processo apresentada no capítulo 3 deste trabalho. O resultado do modelo permitiu

compreender como se comporta o sistema com as condições atuais, entendendo que as regras de movimentação atuais são básicas e que compreendem apenas a necessidade de remover os lotes considerando os paletes, sem haver uma segmentação por família, por tamanho do lote mínimo de processamento ou mesmo espaço necessário.

O Estado atual mostra que o operacional interfere na situação real, de modo que se isto não ocorrer à quantidade de lotes que chegam ao setor energização impediria a movimentação dos lotes e seu processamento.

Porquanto se faz necessário ter um plano estruturado para o setor de movimentação, armazenagem e programação industrial.

A configuração II apresentou uma proposta de melhoria, onde incluímos no modelo uma consolidação de 1 lote para poder haver a movimentação (Pulmão de lotes). Este deve obedecer à regra de segmentação por família comercial, permitindo que o sistema de movimentação colete o lote já com o sequenciamento e o destino, caso seja processamento imediato ou armazenagem. Esta ação inclui uma área para formação dos lotes logo após o setor de montagem.

Em paralelo requer que seja criada (Separação dos lotes) uma área semelhante para realizar a segmentação e separação dos lotes por família comercial, realizando um sequenciamento e combinando com a programação da produção na energização. Esta atividade é por sinal de fundamental importância para dar fluidez ao sistema, dado que o PCP autoriza ou não o processamento imediato dos lotes. Esta rodada permitiu um avanço em relação ao estado atual de processamento dos lotes dado que houve redução no tamanho máximo da fila e no tempo de espera dos lotes.

A configuração III mostrou o melhor resultado, a consolidação dos lotes foi remanejada para o setor energização e simultaneamente a separação, ou seja, foram agregadas as operações de consolidação e separação dos lotes. Isto aumenta o valor para a movimentação, dado que ao mesmo passo que se consolida a família comercial, também se pode fazer a separação e sequenciamento produtivo. Esta ação é crítica para a operação e para movimentação, visto que esta última deve seguir rigorosamente a sequência produtiva para o processo energização.

Portanto esta última configuração testada preconiza duas novas questões: Mudança no tamanho dos lotes; Alteração no sistema de movimentação dos lotes.

O tamanho dos lotes representa pelo menos 02 paletes no mínimo para que seja deslocado da sua origem (Montagem) para o ponto de processamento (Energização), permitindo um sequenciamento produtivo.

O sistema de movimentação, dado que o uso rebocador permite mover cargas com até 06 paletes, deslocando massa maior de produto em processo.

4.3.1 Fluxo de Informações

Conforme o estudo de caso a junção da informação referente ao destino dos lotes anexada à informação da programação da produção permite dar uma melhor harmonia ao sistema.

O fluxo de informações deve estar exposto e visível para todos os envolvidos na parte operacional. Isto permite que o operacional tome a decisão de forma rápida e segura, sabendo exatamente o destino do lote finalizado pelo setor antecessor ao precedente. Portanto é fundamental que a ordem de produção represente também uma ordem de movimentação facilitando a atividade sequencial que é a movimentação dos materiais.

No estudo de caso foi testada uma alternativa que foi a inclusão de uma nova informação referente ao destino dos lotes (Figura 26), apesar de ser uma alternativa viável no estudo mostrou-se extremamente trabalhosa, dado que a estrutura para decidir a sequência deve ser feita de forma manual, sem a assistência de software específico para armazenagem e sequenciamento produtivo.

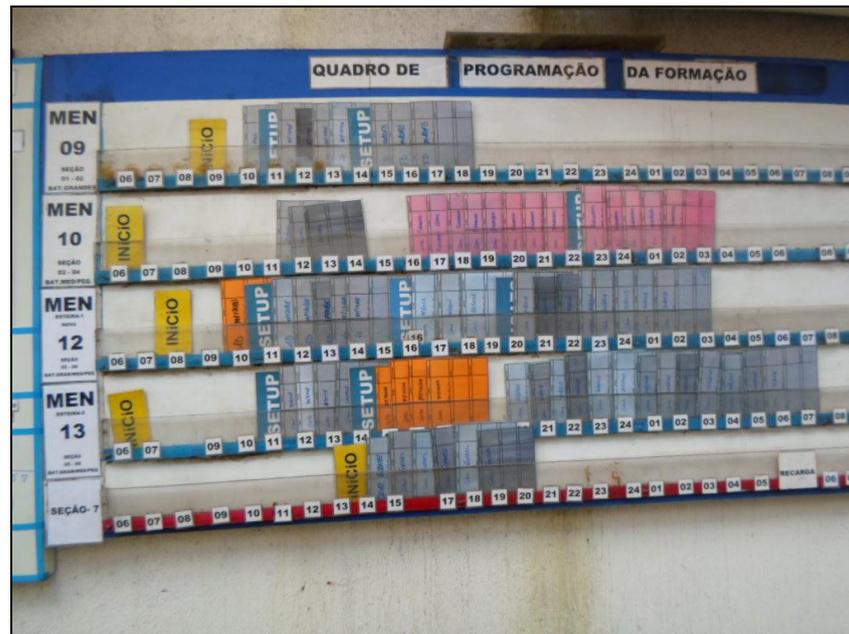


Figura 19 - Quadro gestão avista - Sequenciamento lotes família comercial

Fonte: Esta pesquisa

A alternativa testada mostrou-se funcional, porém com as restrições operacionais no formato manual de inclusão da informação no sistema usada pela empresa (planilhas eletrônicas), requerem que sejam aplicados sistemas que automatizem tal operação.

A empresa disponibiliza no setor energização um quadro (Figura 19) onde o PCP programa o processamento dos lotes, porém nesta etapa não é declarado o destino dos lotes que chegam até os servidores, de modo que os operadores de movimentação precisam interpretar a informação. A proposta realizada no estudo de caso permite localizar de forma rápida o posicionamento da armazenagem, dado que além da informação referente ao produto, também foi inclusa o local da armazenagem.

IMPRESSÃO DE CARTÕES		IMPRIMIR CARTÕES	COR DO CARTÃO		
DEPTº DE PPCP INDUSTRIAL		MONTAGEM		CINZA	
Selecione a BATERIA	M60GD	FAMILIA COMERCIAL	GR42		
Com o CLIENTE?	SIM	HÁ RESTRIÇÃO DE MONTAGEM?			
Selecione o DESTINO	BELO JARDIM	OBSERVAÇÃO			
LINHA MONTAGEM	5	LOTE PROGRAMADO (CARTÕES / TOTAL DE BATERIAS)	432	3	
Selecione a PRIORIDADE	1ª	QUANTIDADE DE BATERIAS PALETE	144		
Selecionar a QUANTIDADE de Cartões	3	FERRAMENTAL DE SELAGEM CONJUNTO PLÁSTICO	GR42 - 2008		
PRODUTO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE POR EMBALAGEM	QUANTIDADE POR LOTE	QUANTIDADE PLACAS POR BATERIA
PLACA POSITIVA	UBP9109	FPP-08/85 Sn PB42	6400	2,4	36
PLACA NEGATIVA	UBP9114	FNC-07/88 Ca SD	6400	2,4	30
SEPARADOR	007838 - SEPARADOR 162 X 1,4 X 0,25				
CADXA	UBC3301	006174 - CX. GR42 BAIXA 2004 04 BATEENTE PRETA			18:21:17
TAMPA	UBT4405	015261 - TP. GR42/8 2008 C/D POLO CONICO			
MONTAR?	0				
MOVER PALETE PARA:	ARMAZENAR NO PÁTIO				
CÓDIGO GRAVAÇÃO TL	1				
PESO DO PALETE					
		CLIQUE AQUI para abrir BANCO_DADOS_MATRIZ			

Figura 20 - Recorte Planilha Excel - Emitir Ordem Produção / Movimentação

Fonte: Esta pesquisa.

A Figura 20 mostra o ambiente da planilha eletrônica do PCP, que permite saber rapidamente os insumos produtivos necessários a montagem das peças e o tamanho dos lotes a serem programados. A proposta para esta etapa do estudo de caso é incluir a informação quanto à destinação dos lotes, seguindo a proposta da (Figura 8), que avalia a frequência e o volume dos produtos numa linha de produção, determinado que itens apresentam a característica de volume e frequência alta, direcionando os itens para o setor energização, de modo que os produtos aguardem numa fila ordenada via a regra de FIFO, podendo esta área ser determinada estatisticamente para absorver os lotes em vias de processamento.

Esta regra permite incluir uma nova informação na ordem de produção emitida pelo PCP industrial, a movimentação do palete. Isto permite emitir ordens de produção de alinhadas com a demanda da empresa em agilizar lotes maiores e com volume e frequência nas vendas alta. Esta ação pode ser incluída no Banco de Dados, de modo que o programador ao escolher a ordem de produção a planilha analisa, compara o nível de estoque e emite a mensagem de onde deve o item ser armazenado ou processado

APROVADO						DESTAQUE AQUI SE O PRODUTO NÃO ESTIVER APROVADO	
FAMÍLIA			BATERIA				
GR42			M60GD				
E2002019400501650730C959			PROGRAMADOR				
			CIDA TENÓRIO				
			LOGÍSTICA				
			PESO PALETE				
			RESTRICÕES:				
NÃO RASUR	LINHA MONTAGEM	5	SEQUÊNCIA DE MONTAGEM	1ª	Nº CARTÕES	3 / 3	
	LOTE MONTAGEM:			LOTE FORMAÇÃO:			
CINZA				VALIDADE			
	CLIENTE						
PROCESSO	DATA	TURMA	QTDE.	RESP. DO PROCESSO			
Montagem	/		144				
Enchimento	/						
Descarrego	/						
Acabamento	/						
Expedição	/						

Figura 21 - Formulário Ordem de Produção

Fonte: Esta pesquisa

A Figura 21 apresenta o formato das ordens de produção emitidas pelo PCP industrial da empresa. A ordem contém apenas os dados produtivos, quanto à família comercial, descrição dos produtos, Etiqueta com código RFID, linha de Montagem, sequência, número de ordens e quantidades de peças por palete. Os demais campos que constam em branco devem ser preenchidos pelo processo. Nesta ordem é informado para a movimentação apenas a segmentação da cor da ordem, neste caso exemplificado consta apenas a cor cinza que indica ser uma peça para o mercado de reposição, na (Tabela 9) é demonstrada as combinações de cores usadas atualmente pela empresa como alternativa para determinar o destino dos lotes fabricados e concomitantemente atende minimamente a movimentação, que a utiliza como segmentação para deslocamento dos lotes.

APROVADO					DESTAQUE AQUI SE O PRODUTO NÃO ESTIVER APROVADO
FAMÍLIA		BATERIA			
GR42		M60GD			
E2002019400501400730C8F5		PROGRAMADOR			
		CIDA TENÓRIO			
		LOGÍSTICA			
		PESO PALETE			
RESTRIÇÕES:					
CINZA NÃO RASURI	LINHA MONTAGEM	5	SEQUÊNCIA DE MONTAGEM	1ª	Nº CARTÕES 3 / 3
	LOTE MONTAGEM:		LOTE FORMAÇÃO:		
VALIDADE					
Setor Energização - Seção 05					
PROCESSO	DATA	TURMA	QTDE.	RESP. DO PROCESSO	
Montagem	/		144		
Enchimento	/				
Descarrego	/				
Acabamento	/				
Expedição	/				

Figura 22 - Ordem de Produção - Incluído Informação Processo / Armazenagem

Fonte: Esta pesquisa

A Figura 22 mostra a ordem de fabricação já com a informação referente ao sequenciamento e destinação dos lotes após o setor montagem. Nela foi inclusa o destino que o lote deve ter, se segue para armazenagem, processamento no setor energização ou se segue para expedição de produtos montados. Isto é uma alternativa a onde foi apresentada no estudo de caso a inclusão da ordem de movimentação anexada à ordem de fabricação. No teste foi possível compreender que a gestão da informação apresenta-se mais prática se puder agrupar informações quanto ao produto, destino dos lotes e qual ação devem ser realizados após sua produção.

Por não ter disponível tecnologia em nível de chão de fábrica, as ordens de produção/movimentação são entregues manualmente, representando uma fragilidade para o sistema.

APROVADO					DESTAQUE AQUI SE O PRODUTO NÃO ESTIVER APROVADO	
FAMÍLIA GR42			BATERIA M60GD			
E2002019501301942310263F			PROGRAMADOR CIDA TENÓRIO LOGÍSTICA		PESO PALETE	
NÃO RASURU	RESTRIÇÕES:					
	LINHA MONTAGEM	5	SEQUÊNCIA DE MONTAGEM	3ª	Nº CARTÕES	3 / 3
	LOTE MONTAGEM:			LOTE FORMAÇÃO:		
CINZA	CLIENTE			VALIDADE		
	SETOR ENERGIZAÇÃO 5					
PROCESSO	DATA	TURMA	QTDE.	RESP. DO PROCESSO		
Montagem	/		144			
Enchimento	/					
Descarrego	/					
Acabamento	/					
Expedição	/					

Figura 23 - Ordem Produção; Incluída mensagem "Setor Energização 05".

Fonte: Esta pesquisa

A Figura 23 apresenta outra variação do destino do lote, a combinação da cor da ordem de produção, aliada a mensagem que informa ao operador de movimentação o local que o item deve ser alocado e na sequência a ser processado, dá um dinamismo ao operacional responsável pela tarefa. Durante a pesquisa tivemos que fazer uma adaptação no campo especificado para mensagem, dado que na área cliente que atualmente o PCP Industrial utiliza eventualmente, foi posta a mensagem “Setor Energização 5” que indica o destino imediato do lote.

4.3.2 Fluxo de Materiais

O cenário 3 (rodada de simulação III) visa dar uma melhor agilidade no deslocamento de materiais dentro da etapa do fluxo produtivo da empresa. Um item crítico é o treinamento da mão-de-obra envolvida na operação, de modo que as ações implantadas na gestão da informação possam atingir os objetivos propostos, que serviram de base para montar as premissas deste estudo.

Os materiais devem preferencialmente seguir imediatamente para a próxima etapa produtiva, no menor tempo e a um custo razoável. Isto requer que seja um sistema estruturado, e combinando necessidades e interesses de diversas áreas envolvidas numa indústria. Requer uma discussão contínua, alicerçada em estudos técnicos e matemáticos, juntamente com uma revisão sobre as rotas, rotinas e equipamentos que se prestem a atender os requisitos para garantir o correto fluxo de materiais.



Figura 24 - Vista Superior Armazenagem Produtos montados

Fonte: Esta pesquisa

4.3.3 Gestão da Movimentação e Armazenagem (Produtos semielaborados)

A movimentação e armazenagem requerem uma eficácia e agilidade em mover produtos alinhados ao fluxo do movimento e a destinação do produto, portanto mover o item de uma única vez e para o local certo agrega valor a operação.

No entanto a movimentação para o estudo de caso requer uma revisão, dado que o cenário 3 (rodada de simulação 3) propõe agregar a movimentação uma análise de destinação dos lotes de forma rápida e eficaz. Isto implica em agregar valor à atividade, dando-lhe um poder sobre a decisão final dos lotes.

Na armazenagem que atualmente a empresa dispõe, o estudo de caso avaliou uma proposta de melhoria com base na segmentação por famílias comerciais de produtos, permitindo que fisicamente na própria área destinada a este fim, possa rapidamente saber onde estão guardados os produtos que seguirão para processamento à medida que a programação industrial inclua-os no programa de processamento de lotes.

Localizar rapidamente, coletar e disponibilizar na área destinada de pulmão dos lotes de forma segmentada e separada conforme proposto (Figura 18) permite outro ganho a atividade de movimentação, disponibilidade do recurso dedicado, neste caso a empilhadeira.

Tabela 17 - Demonstração Comparativo entre capacidade transporte por tipo equipamentos

Figura – 01 - Empilhadeira	Figura – 02 – Rebocador Industrial
	
<p>Fonte: Esta Pesquisa</p>	

A (Tabela 17) mostra o equipamento rebocador industrial realizando a atividade de movimentação de produtos entre a montagem e o setor energização. Por ter uma capacidade de 10 toneladas. Permite que possam ser transferidos de uma estação para outra mais de uma paleta. No teste realizado no estudo de caso foi possível mover 6 paletes em uma única viagem, ou 4,2 lotes, permitindo agregar valor a atividade.

O comparativo permite entender que enquanto uma empilhadeira movimentar 0,7 lotes por viagem, o rebocador industrial combinado com carretinhas pode movimentar 4,2 lotes para o processo energização, um ganho efetivo de 3,5 lotes por viagem.

Para tal alteração requer a implementação de operadores dedicados à atividade, e novos equipamento para poder realizar a atividade. Como o rebocador permite o engate rápido com as carretinhas, o processo proposto seria consolidar os lotes num ponto de estacionamento, carregando as carretinhas com paletes preferencialmente destinados ao processamento imediato

e seu transporte para o setor de energização. Foi idealizado o modelo de modo que houvesse duas carretinhas dedicadas a atividade de carga, uma com paletes para processamento imediato e outra com paletes destino de armazenagem dos lotes.

O estudo ainda realizou atividades de revisar o equipamento atualmente utilizado, e propõe a substituição do uso contínuo da empilhadeira para mover os paletes por rebocadores com carretas atreladas, capazes de deslocar mais de um palete por viagem. No estudo proposto realizado a movimentação pode ocorrer com produtos de famílias distintas, no entanto na área destinada deve proceder a separação seguindo o segmento da família comercial de produtos.



Figura 25 – Vista Geral da Armazenagem de Produtos Semielaborados

Fonte: Esta pesquisa



Figura 26 - Armazenagem de produtos por família comercial

Fonte: Esta pesquisa



Figura 27 - Armazenagem produtos semielaborados família comercial FP

Fonte: Esta pesquisa

4.3.4 Área física demandada (Pulmão Baterias Energização)

A relevância do estudo nesta etapa foi à discussão para incluir em novos projeto de seções produtivas, abordando questões quanto a espaço para armazenagem temporária, fluxo de materiais, movimentação e acessibilidade de máquinas e equipamentos, que permitirá ao projetista definir de forma correta qual a área necessária para absorver os lotes a serem processados nas seções produtivas, de modo que garantam as premissas que a empresa julga importantes para garantir a guarda dos produtos, o fluxo da cadeia produtiva e o sistema de informações.



Figura 28 - Entrada processo Energização - Área destinada Recebimento Lotes

Fonte: Esta pesquisa

Atualmente o projeto das edificações não calcula qual área necessária para o armazenamento temporário dos lotes (Figura 28), desse modo os produtos ficam dispostos nas ruas, disputando com os veículos de cargas e movimentação o espaço necessário, além de produzir o efeito de não sequenciamento dos lotes e rupturas no processo produtivo.

Tal situação impede um correto uso do recurso de movimentação dos lotes, requerendo cada vez mais uma quantidade maior de disponibilidade de equipamentos, pessoas e elevado custo operacional para realização da tarefa.

No estudo de caso foi evidenciada que nas seções industriais da empresa na fase de projeto não observa o tamanho máximo das filas de processamento de produtos que podem estes sistemas assumir, como também o tempo de espera na fila e o uso dos recursos.

Tabela 16 apresenta a área física necessária para absorver o tamanho máximo da fila é de 45 metros quadrado no sistema de armazenagem bloqueada e horizontal. Evidente que esta área pode ser reduzida com a adoção de sistemas de armazenagem vertical em estantes de aço.

O conjunto destas ações sendo observadas permite a empresa um investimento que produza um resultado em várias dimensões no projeto de processamento dos produtos.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Na conclusão deste trabalho apresentamos a seguir os principais pontos abordados durante a implementação das análises e ações propostas para solução do problema. Também são apresentadas as oportunidades para trabalhos futuros que permitirá avançar nesta área da gestão dos fluxos de processos.

5.4 CONCLUSÕES

Analisar o modelo do fluxo de informações e gestão da movimentação e armazenagem de materiais em processo influenciado pelo Planejamento, Programação e Controle da Produção, alinhadas com as necessidades da empresa, através de um estudo de caso prático, utilizando uma tecnologia de simulação de cenários pelo software ARENA. Para tal foi desenvolvido uma análise estruturada nas 05 etapas que tem incluído: (i) Rodadas Simulação ARENA; (ii) Fluxo de informações; (iii) Fluxo de materiais; (iv) Gestão da movimentação e Armazenagem, e finalmente (vii) Área física demandada. No capítulo 04 deste estudo evidenciamos o estudo de caso os pontos mais importantes e relevantes a serem observados para desenvolvimento de uma metodologia de inclusão em projetos industriais de fabricação de seções produtivas, de modo que as variáveis abordadas possam contemplar projetos de expansão e melhoria na indústria.

A realização do teste prático da proposta formatada no capítulo 04, simulação da configuração III. Na dinâmica foi implantada no mês de agosto-13, a inclusão de uma melhoria no fluxo de informações, integrando o sistema de programação e controle da produção, com a área de movimentação de materiais na cadeia produtiva.

Esta ação permitiu observar na prática alguns dos ganhos propostos neste trabalho, tais como o sequenciamento dos lotes, observando a regra de redução de set up's dos modelos de produtos processados. Durante o período do teste, observamos uma redução no número de set up's em 17% em relação ao mês de julho-13.

Outro fato importante foi o ganho na área de movimentação, visto que os lotes ao serem concluídos pela montagem já receberam uma informação visual que indicava qual o destino

que o lote deveria seguir, facilitando o processo de abastecimento, e fluxo dos materiais dentro da cadeia.

Evidente que o teste não pode apontar todos os ganhos, devido ao tempo restrito para realização dos registros de forma mais acurada possível, porém foi importante para ratificar a importância deste estudo para a indústria. Na proposta, foi abordada a oportunidade de substituir o sistema de movimentação de empilhadeiras por rebocadores industriais, no entanto na fase de teste apesar de termos o equipamento já disponível, ainda não possuíamos mão-de-obra treinada para a realização da tarefa.

Entretanto o teste pode ser executado, de modo que alguns pontos críticos puderam ser registrados, como a ocupação da área (Pulmão) para receber os lotes que aguardariam na fila até o seu processamento, durante o teste houve momentos que alguns lotes extrapolaram o layout definido, isto por que área calculada foi de 45 metros quadrados, porém devido a restrições internas nos foi disponibilizado 35 metros quadrados, o que reafirma que a teoria foi assertiva quanto a definir o dimensionamento da área.

O software de gestão da programação deve permitir ao PCP realizar o sequenciamento, e o nivelamento produtivo de modo que este processo possa ocorrer sem a intervenção de um operador em nível de chão de fábrica.

Quanto aos objetivos específicos, o primeiro destes refere-se avaliar o sistema de Planejamento, Programação e Controle da produção atualmente empregado na empresa. No estudo de caso pode-se detalhar as atividades realizadas nesta atividade pela empresa, permitindo ter uma base para realização de estudos semelhantes, e acima de tudo, que possam contribuir com o processo, permitindo melhorias há seu tempo. Foi visto que este processo tem dificuldades relacionadas à distribuição das informações necessárias para a movimentação de produtos, e a construção de uma dinâmica (regra) de deslocamento da massa produzida de forma eficaz.

O segundo objetivo específico foi, avaliar o modelo de gestão do fluxo da informação e dos materiais em processo. Durante o estudo de caso foi discutido com base nas premissas exposta pela empresa quanto a gestão das informações em nível de chão de fábrica, verificamos a necessidade de incluir nas atividades de gestão de fluxo da informação e dos materiais em processo de modo que a movimentação possa saber rapidamente o destino dos lotes a serem processados, dando uma fluidez a este fluxo. Com base nos estudos realizados no capítulo 02 deste estudo, verificou-se que se faz necessário a automatização das atividades de reporte produtivo em chão de fábrica, e que seja estruturado o sistema de armazenagem,

dando ao processo de programação e controle tomar decisões em tempo real sobre o destino dos lotes e as ordens produtivas.

Nesta etapa durante o estudo de caso foram realizados testes numa linha produtiva específica de produtos com vistas a integrar o processo decisório dos lotes de modo rápido e eficaz. Durante o estudo ficou claro que esta integração dá uma agilidade no sequenciamento da produção e na movimentação dos lotes. A empresa determinou que o objetivo considerado importante fosse manter a indústria com fluxo de produtos contínuo, não produzindo lotes parados e sem destinação. Esta regra foi conseguida conforme demonstrado no capítulo 04 deste estudo. Os objetivos foram alcançados através de: (i) Inclusão da ordem de movimentação conjuntamente a ordem de fabricação; (ii) Treinamento mão-de-obra de movimentação quanto as regras de destino dos lotes; (iii) segmentação por família comercial na área de armazenagem; (iv) Priorização da programação na energização de produtos; (v) Equipamento de movimentação com carga consolidada e segmentada para energização.

Com relação ao terceiro objetivo específico, avaliar o modelo de gestão da movimentação e armazenagem para produtos fabricados contra estoque e contra pedido, o fator crítico encontrava-se justamente na desintegração do objetivo específico 02, dado que nesta etapa é composta a ordem de produção e movimentação, no entanto pela falta de uma correta avaliação do sistema esta etapa não era contemplada. A movimentação e armazenagem apresentam oportunidades significativas de melhorias, tais como: (i) agregar a informação sobre produtos de volume e frequência das famílias comerciais nas ordens de movimentação, para destinação imediata dos lotes para processamento; (ii) segmentar a área atual de armazenagem de produtos em famílias comerciais; (iii) Usar novo sistema de transporte de lotes, incluído novo equipamento que permita o deslocamento de blocos maiores de lotes a serem processados na etapa seguinte; (iv) Movimentação, assumir os investimentos que permitam facilitar a gestão e o fluxo de materiais na cadeia produtiva.

Logo, o quarto e último objetivo foram descrever o layout atual em parte do processo produtivo e aplicar modelos de simulações com aplicação da teoria das filas na fase crítica deste processo. Esta etapa permitiu fazer simulações via o software ARENA com alternativas para atingir a visão da empresa quanto ao fluxo de materiais e a garantia da fluidez do processo. A simulação permitiu obter uma melhoria significativa no uso dos recursos destinados a tal atividade, como também poder enxergar o comportamento do sistema para recursos, entidades e servidores, avaliando questões ligadas ao tamanho da fila e o tempo de espera dos lotes para processamento. Como também definir a área demandada para absorver

os lotes temporários que se formam no processo de energização e também rever o sistema de armazenagem da empresa conciliando este com a atual área de armazenagem definitiva.

5.5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base no estudo sistêmico proposto neste estudo e aplicado, verificamos na conclusão deste trabalho as propostas para trabalhos futuros que permitam fornecer contribuições e alternativas numa perspectiva sobre um novo modelo para gestão da informação, fluxo de materiais e armazenagem com vistas a solucionar problemas relacionados ao tema.

Considerando a particularidade da empresa estudada é justo que este modelo sobre a avaliação dos temas propostos possa estar exposto a outras particularidades do processo produtivo, pois isto permitiria experimentar o modelo de gestão em situações outras que apresente novas e desafiadoras situações, deixando de ser um processo sistêmico apenas numa empresa, mais também em muitas outras, dando a solidez que o modelo requer.

Também, além desta proposta de aplicar o modelo de gestão de informações e fluxo de materiais e armazenagem, se sugere como pesquisa, a avaliação e detalhamento em segmentos produtivos diversos, com demandas de soluções para gestão sobre o fluxo de informações geradas sobre a programação da indústria e a movimentação e armazenagem, compreendendo as dificuldades inerentes a esta atividade, como ajustar o alinhamento estratégico das empresas com a gestão dos estoques em processo.

Como sugestão complementar sugere-se este processo com um estudo e avaliação em empresas que tenham volume e tamanhos semelhantes a que foi explorada. Neste estudo podem ser revistos e avaliados, questões relacionadas a pontos que foram rapidamente mencionados, tais como: qualidade das informações; sistema eletrônico de reporte produtivo (Automação), APS como ferramenta de integração de programação da empresa e por fim qual o modelo mais eficaz para agregar o PCP, movimentação e armazenagem numa empresa, de modo presente e sabedor das atribuições e responsabilidades para a empresa.

REFERÊNCIAS

- BARNES. R. M. Estudo de Movimentos e de Tempos. 6ª ed. São Paulo: EDGARD BLUCHER, 1977.
- BOWERSOX. D. J; CLOSS. D. J. Logística Empresarial o processo de Integração da Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Bookman, 2006.
- CARVALHO. D. APS – Advanced Planining Systems: Os Softwares que tornam a sua empresa mais competitiva. TECMARAM. 2001.
- CORRÊA. H. L. GIANESI. I. G. N. CAON. M. Planejamento, programação e controle da produção. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CORRÊA. H. L. GIANESI. I. G. N. Just in Time, MRPII e OPT: Um Enfoque Estratégico. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- COSTA. Introdução à Administração de Materiais em Sistemas Informatizados. São Paulo: Editco, 2002.
- FAÉ. C. S; ERHART. A. A introdução das ferramentas APS nos sistemas de planejamento, programação e controle da produção. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre. 2005.
- FAÉ. C. S: Planejamento Fino da Produção. Trabalho de Diplomação – Curso de Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2004.
- GIACON. E; AURÉLIO M. M. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. Gestão e Produção. vol.18 no.3 São Carlos, 2011.
- GOLDRATT, Eliyahu M. Standing on the Shoulders of Giants – Production concepts versus production applications The Hitachi Tool Engineering example. Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 3, p. 333-343, jul.-set. 2009
- GURGEL. F. A. Logística Industrial. São Paulo: Atlas, 2000.
- HERNÁNDEZ. C. T. Simulação: Conceitos Básicos e Passos da Simulação. Simulação.net. São Paulo, 24 jan. 2013. Disponível em:
<http://www.simulacao.net/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=70> . Acesso em 24 jan. 2013.
- HILLIER. F. S.; LIEBERMAN G. J. Introdução a Pesquisa Operacional. 8ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

- HILLIER. F. S; LIEBERMAN G. J. Introduction to Operations Research. Carnegie Mellon University, Fall 1980.
- LIKER, JEFFREY; MEIER DAVID. 2007. O modelo Toyota: manual de aplicação: guia prático para implementação dos 4 os da Toyota. Ed. Bookman, Porto Alegre.
- MOURA. R. A. Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Material. 5ª ed. rer. São Paulo: IMAM, 2005.
- PRATES, C. C.; BANDEIRA, D. L. Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. Gest. Prod. vol.18 no.4 São Carlos, 2011.
- SALGADO E.G et al. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. Gest. Prod. vol.16 no.3 São Carlos July./Sept. 2009
- SLACK, NIGEL; CHAMBERS STUART; JOHNSTON, ROBERT. 2002. Administração da Produção. Ed. ATLAS, São Paulo.
- SLACK. N.; CHAMBERS. S.; HARLAND. C. H. A; JOHNSTON. R. Administração da Produção. São Paulo. Atlas, 1997.
- TUBINO. D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2ª ed. São Paulo, 2006.
- TURATTI. R. A. Solução de Problemas Complexos de Programação através de Regras Desenvolvidas em Tecnologia APS. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção, UFRGS, 2010.
- VOLMANN. T. E; BERRY. W. WHYBARK. D. C. Manufacturing Planning And Control Systems. 4ª ed. Boston: McGraw-hill. 1997.
- VOTTO, Rodrigo Goulart. Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na indústria de bens de capital sob encomenda / Rodrigo Goulart Votto. -- São Carlos: UFSCar, 2012.
- ZATTAR, I.C. Metodologia para implantação de um Sistema de Programação da Produção com Capacidade Finita em empresas prestadoras de serviço. Curso de Tecnologia em Mecânica – Sociedade Educacional de Santa Catarina, 2003.
- ZATTAR, I.C. Análise da aplicação dos sistemas baseados no conceito de capacidade finita nos diversos níveis da administração da manufatura através de estudos de caso. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2004.

APÊNDICES A – Símbolos Mapeamento Fluxo Valor

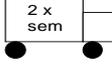
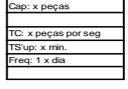
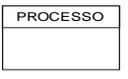
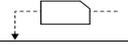
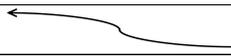
Nº	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
1		Kanban Retirada
2		Transporte Fornecedor
3		Transporte via Empilhadeira
4		Ponto de Estoque
5		Supermercado
6		Puxada física
7		Caixa de Dados
8		Processo produtivo
9		Kanban Produção
10		Operador de Logística
11		Fluxo FIFO
12		Gestão a vista
13		Fornecedor Externo
14		Fluxo empurrado
15		Produto Acabado para o cliente
16		Fluxo Informações Eletrônica
17		Fluxo Informações Física
18		Operador
19		Tranporte Marítimo
20		Quadro Kanban
21		Linha Fluxo Valor

Figura 29 - Figuras e Legenda Mapeamento Fluxo Valor Cadeia Produtiva

Adaptado de Liber e Meier (2007)

APÊNDICES B – Tabela dados Tempo Chegada e Processamento Lotes

Tabela 18 - Tabela Dados Tempo (Min.) chegada e processamento lotes

N	TAXA CHEGADA LOTE (Min)	TAXA SERVIÇO LOTE (Min)
1	24,00	10,00
2	5,28	10,00
3	30,00	11,67
4	11,88	11,67
5	6,64	13,33
6	4,00	12,33
7	9,64	11,00
8	16,00	9,00
9	16,00	11,67
10	9,24	11,67
11	10,56	9,33
12	9,24	11,00
13	6,60	18,67
14	9,24	13,67
15	7,92	15,67
16	5,07	14,33
17	9,24	11,67
18	9,24	11,67
19	16,00	19,00
20	19,79	18,33
21	21,53	10,33
22	7,92	10,33
23	6,60	6,67
24	9,24	10,67
25	10,00	11,33
26	19,79	8,67
27	19,00	10,00
28	17,95	11,67
29	35,02	10,00
30	13,93	11,67
31	12,00	11,00
32	2,64	11,67
33	2,64	11,67
34	16,00	6,67
35	2,53	9,33
36	2,53	11,67
37	8,26	11,00

38	4,00	13,33
39	31,83	12,33
40	7,92	9,33
41	2,64	18,33
42	4,61	9,00
43	10,56	6,67
44	13,91	16,67
45	15,60	11,67
46	31,62	13,33
47	9,24	6,67
48	31,67	16,67
49	10,40	11,67
50	8,00	11,67
51	9,24	12,33
52	20,00	16,67
53	30,35	15,00
54	38,13	11,67
55	36,00	7,67
56	26,00	15,00
57	12,13	16,67
58	25,07	16,67
59	2,64	13,33
60	3,96	8,33
61	7,92	13,33
62	18,00	14,00
63	17,15	15,00
64	11,40	12,67
65	12,00	12,33
66	18,00	11,67
67	6,60	13,33
68	2,64	11,33
69	11,88	11,00
70	2,64	14,33
71	3,96	13,33
72		16,00
73		11,67
74		9,33
75		15,00
76		15,67
77		16,67
78		15,00
79		13,33
80		12,33
81		13,33
82		11,67

83		14,33
84		11,00
85		13,33
86		13,33
87		11,67
88		13,00
89		11,67
90		16,67
91		9,33
92		11,33
93		13,33

Fonte: Esta pesquisa 2012

APÊNDICES C – Relatório Processamento Lotes

Tabela 19 - Tempo Médio Processamento Lotes Energização

DEPARTAMENTO LOGÍSTICA UN01

MEDIÇÃO TEMPO DE ENCHIMENTO DE PRODUTOS - SETOR ENERGIZAÇÃO

DATA: __/__/20__

MEN: 12

OPERADOR: _____

Nº	PRODUTO	QUANTIDADE	LOTE	HORA INÍCIO	HORA FIM	OBSERVAÇÃO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

RELATÓRIO LEVANTAMENTO DADOS – SETOR ENERGIZAÇÃO

APÊNDICES D – Relatório Tempo Médio Chegada dos lotes

Tabela 20 - Tempo Médio Chegada Lotes Setor Energização

DEPARTAMENTO LOGÍSTICA UN01

LEVANTAMENTO DADOS TEMPO CHEGADA LOTES - SETOR ENERGIZAÇÃO

REGISTRADO POR: _____

DATA: ___ / ___ / 20__ .

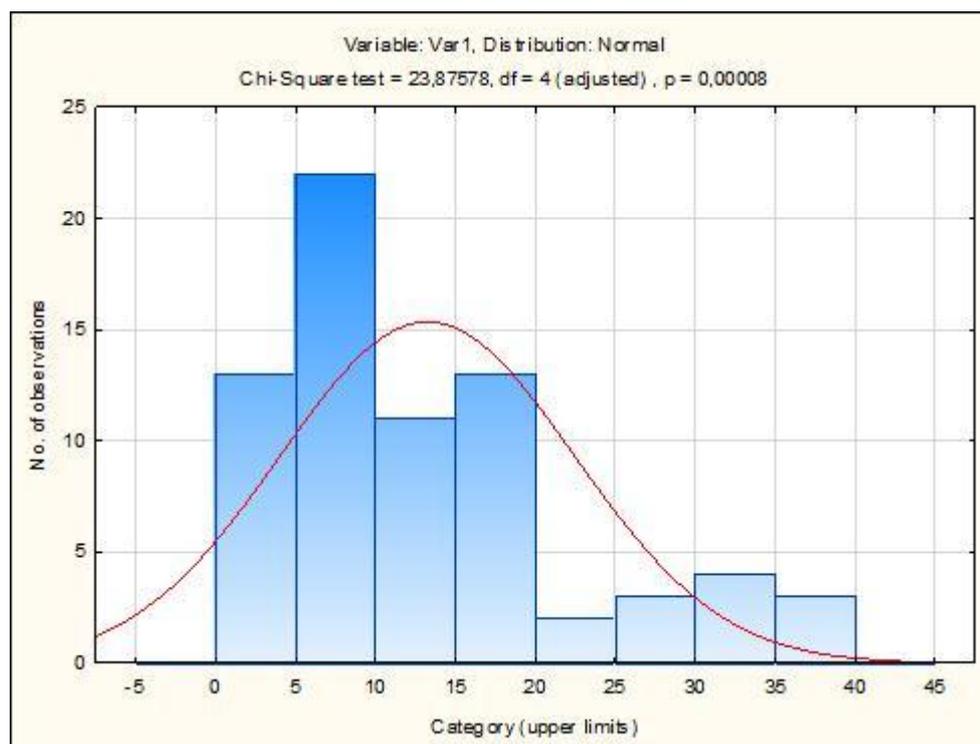
Nº	PRODUTO	QUANTIDADE	HORA CHEGADA	MINUTO CHEGADA	OBSERVAÇÃO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

APÊNDICES E – Testes Estatísticos Distribuição Normal – VAR 1

Tabela: Distribuição normal testada para VAR 1

Variable: Var1, Distribution: Normal (Spreadsheet1) Chi-Square = 23,87578, df = 4 (adjusted) , p = 0,00008									
Upper Boundary	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 0,00000	0	0	0,00000	0,0000	5,35869	5,35869	7,54745	7,5474	-5,35869
5,00000	13	13	18,30986	18,3099	7,81833	13,17702	11,01173	18,5592	5,18167
10,00000	22	35	30,98592	49,2958	12,54597	25,72299	17,67039	36,2296	9,45403
15,00000	11	46	15,49296	64,7887	15,11540	40,83839	21,28930	57,5189	-4,11540
20,00000	13	59	18,30986	83,0986	13,67342	54,51181	19,25833	76,7772	-0,67342
25,00000	2	61	2,81690	85,9155	9,28682	63,79863	13,08003	89,8572	-7,28682
30,00000	3	64	4,22535	90,1408	4,73538	68,53401	6,66955	96,5268	-1,73538
35,00000	4	68	5,63380	95,7746	1,81252	70,34653	2,55284	99,0796	2,18748
40,00000	3	71	4,22535	100,0000	0,52068	70,86721	0,73335	99,8130	2,47932
< Infinity	0	71	0,00000	100,0000	0,13279	71,00000	0,18703	100,0000	-0,13279

Figura: Gráfico VAR 1 teste estatístico Distribuição normal



APÊNDICES F – Testes Estatísticos Distribuição Normal – VAR 2

Tabela: Distribuição normal testada para VAR 2

Variable: Var2, Distribution: Normal (Spreadsheet1)									
Chi-Square = 15,11270, df = 6 (adjusted) , p = 0,01940									
Upper Boundary	Observed Frequency	Cumulative Observed	Percent Observed	Cumul. % Observed	Expected Frequency	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumul. % Expected	Observed-Expected
<= 6,00000	0	0	0,0000	0,0000	0,9157	0,9157	0,9847	0,9847	-0,9157
7,00000	4	4	4,3010	4,3010	1,3712	2,2870	1,4744	2,4590	2,6287
8,00000	1	5	1,0752	5,3760	2,7900	5,0771	3,0000	5,4590	-1,7900
9,00000	4	9	4,3010	9,6774	4,9755	10,0526	5,3500	10,8090	-0,9755
10,00000	9	18	9,6774	19,3540	7,7766	17,8292	8,3619	19,1710	1,2233
11,00000	9	27	9,6774	29,0320	10,6531	28,4824	11,4550	30,6260	-1,6531
12,00000	23	50	24,7311	53,7630	12,7910	41,2734	13,7537	44,3800	10,2089
13,00000	7	57	7,5268	61,2900	13,4607	54,7341	14,4739	58,8540	-6,4607
14,00000	14	71	15,0537	76,3440	12,4158	67,1500	13,3503	72,2040	1,5841
15,00000	8	79	8,6021	84,9460	10,0373	77,1873	10,7928	82,9970	-2,0373
16,00000	3	82	3,2258	88,1720	7,1121	84,2995	7,6474	90,6440	-4,1121
17,00000	7	89	7,5268	95,6980	4,4168	88,7163	4,7493	95,3940	2,5831
18,00000	0	89	0,0000	95,6980	2,4041	91,1205	2,5851	97,9790	-2,4041
19,00000	4	93	4,3010	100,0000	1,1469	92,2674	1,2332	99,2120	2,8530
20,00000	0	93	0,0000	100,0000	0,4795	92,7470	0,5156	99,7280	-0,4795
< Infinity	0	93	0,0000	100,0000	0,2530	93,0000	0,2720	100,0000	-0,2530

Figura: Gráfico VAR 2 teste estatístico Distribuição normal

