

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**

JONATHAN PRUINELLI MARTINS

**ANÁLISE DO SETOR DE EXPEDIÇÃO DE UM FABRICANTE DE ELEVADORES
SOB A LÓGICA DAS SETE PERDAS**

Porto Alegre

2014

JONATHAN PRUINELLI MARTINS

**ANÁLISE DO SETOR DE EXPEDIÇÃO DE UM FABRICANTE DE ELEVADORES
SOB A LÓGICA DAS SETE PERDAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração

Orientador: Professor Dr. Gilberto Tavares dos Santos

Porto Alegre

2014

JONATHAN PRUINELLI MARTINS

**ANÁLISE DO SETOR DE EXPEDIÇÃO DE UM FABRICANTE DE ELEVADORES
SOB A LÓGICA DAS SETE PERDAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração

Aprovado em de de.....

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Tavares dos Santos – UFRGS

Professora avaliadora: Prof^a Dr^a Carla Simone Ruppenthal Neumann - UFRGS

Dedicatória

À minha família, aos meus amigos e aqueles que de alguma forma fizeram parte da minha vida.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Gilberto, que sempre com paciência e compreensão guiou-me para a conclusão dessa etapa da minha vida. A prova de que mudanças, apesar de impactantes, sempre são para melhor.

Agradeço aos amigos que me apoiaram: com materiais, com conversas e com momentos, sim, de dispersão.

Agradeço aos trabalhadores da companhia a qual sirvo. As suas contribuições fizeram esse trabalho possível.

E acima de tudo, agradeço a minha família, que me apoiou nos momentos de dificuldade.

If we admit that human life can be ruled by reason, then all possibility of life is destroyed.

Leo Tolstoy

RESUMO

A Logística *Lean* demonstra grande impacto na percepção de qualidade pelo cliente e tornou-se primordial para manutenção no mercado competitivo, reduzindo seus custos, e por consequência, aumentando seus lucros.

Neste trabalho, será verificada a adequação do setor de expedição de uma empresa de elevadores à Logística *Lean* por meio da lógica das sete (7) perdas, a fim de buscar atender ao cliente no prazo e maximizar o uso dos recursos disponíveis de forma enxuta.

O estudo de caso foi realizado tanto com dados qualitativos quanto quantitativos, utilizando-se de ferramentas estatísticas para análise no fluxo de processos e operações do setor.

Foram identificadas diversas perdas: superprodução, super utilização de mão-de-obra e maquinário, perdas por movimentos desnecessários, entre outros. Depois de identificadas, sugestões de melhorias foram realizadas com vistas à adequação a Logística *Lean*.

Palavras-chave: Logística Lean, Enxuto, perda, sete perdas, redução de custos, lucro.

ABSTRACT

Lean Logistics demonstrates its big impact on the perception of quality by the client. Lean culture adopted by the companies becomes primordial for maintenance in a competitive market, reducing its costs, thus, increasing its profits.

In this paper, the adequacy of the Expedition Department logistics to the Lean philosophy by seven (7) wastes logics will be verified in order to comply with the customer on schedule and maximize the use of available resources in a lean way.

The case study was carried out with both qualitative and quantitative data, using statistical tools for analysis in the flow of processes and operations.

Several losses were identified: overproduction, over-use of hand labor and machinery, unnecessary movements, among others. After identified, suggestions for improvements were made to adapt the sector to Lean Logistics.

Key-Words: Lean Logistics, Lean, waste, overproduction, seven wastes, reducing costs, profit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O Triângulo do planejamento.....	21
Figura 2: A Cadeia de Abastecimento	23
Figura 3: Cadeia Produtiva	35
Figura 4: Leiaute das Manufaturas, Recebimento e Expedição	36
Figura 5: Organograma do Setor de expedição.....	37
Figura 6: Fluxo de Processo – Cabina embalada em uma caixa.....	45
Figura 7: Fluxograma de Solicitação de volumes comprados e perdas associadas	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: As 7 perdas na Produção e na Logística Enxuta.....	26
Quadro 2: Peças e embalagens principais de um elevador	38
Quadro 3: Fluxo de Operações - Expedição	46
Quadro 4: Exemplo de Tabela de Clientes por Volume	50
Quadro 5: Parte da Tabela de Clientes por Elevador	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de Caixa (BoxPlot) de Tempo Máximo de Permanência de Itens na Expedição	54
Gráfico 2: Histograma e Distribuição Normal de Tempo Máximo de Permanência de Itens na Expedição	55
Gráfico 3: Histograma e Distribuição Normal da Diferença entre Tempo Máximo e Mínimo.....	56
Gráfico 4: Histograma e Distribuição Normal de Tempo Máximo das Manufaturas Elétrica e Mecânica	58
Gráfico 5: Comparação de Tempo Máximo do Total e apenas das Manufaturas Elétrica e Mecânica	59
Gráfico 6: Histograma e Distribuição Normal da Diferença entre Tempo Máximo e Mínimo das Manufaturas Elétrica e Mecânica	59
Gráfico 7: Comparação de Tempo Máximo do Total e apenas das Manufaturas Elétrica e Mecânica	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. A EMPRESA.....	15
1.2. JUSTIFICATIVA.....	15
1.3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	17
1 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1 LOGÍSTICA	20
3.1.1 Definição de Logística	20
3.1.2 Objetivos da logística no contexto atual	21
3.1.3 Cadeia de Abastecimento e suas subdivisões	22
3.1.4 Ciclo da Logística – Logística Reversa	23
3.1.5 Lean Manufacturing ou Manufatura Enxuta	24
3.1.5.1 Lean Logistics ou Logística Enxuta	25
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4.1 ESTUDO DE CASO.....	31
4.2 ETAPAS A DESENVOLVER	32
5 COLETA DE DADOS QUALITATIVOS	34
5.1 MACRO FLUXO DA CADEIA PRODUTIVA:	34
5.2 ORGANOGRAMA E LAYOUT DO SETOR DE EXPEDIÇÃO	35
5.3 PRODUTO.....	38
5.4 PROCEDIMENTOS PARA EXPEDIÇÃO DO ELEVADOR:.....	38
5.4.1 Reuniões de produção	39
5.4.2 Papel principal do setor de expedição na cadeia produtiva	39
5.4.3 Planejamento da logística de expedição	40
5.4.4 O Carregamento propriamente dito	42
5.5 FLUXO DE PROCESSOS	43
5.6 FLUXO DE OPERAÇÕES	45
6 COLETA DE DADOS QUANTITATIVOS	47
6.1 PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DA EMPRESA.....	47
6.2 TABELAS PARA ENTENDIMENTO DE PROCESSO E OPERAÇÃO	48

6.2.1	Tabela de clientes por volume a ser expedido	48
6.2.2	Tabela de clientes por elevador a ser expedido	52
7	ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS	53
7.1	EXCLUSÃO DE <i>OUTLIERS</i> E AJUSTE DE AMOSTRA.....	54
7.2	ANÁLISE DOS TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS.....	55
7.3	ANÁLISE DA DIFERENÇA ENTRE TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÍNIMOS E MÁXIMOS	56
7.4	ANÁLISE DOS TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS.....	57
7.5	COMPARAÇÕES DE TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS ENTRE ANÁLISE TOTAL E ANÁLISE DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS...58	
7.6	ANÁLISE DA DIFERENÇA DOS TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS E MÍNIMOS DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS	59
7.7	COMPARAÇÕES DA DIFERENÇA DE TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÍNIMOS E MÁXIMOS ENTRE ANÁLISE TOTAL E ANÁLISE DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS.....	60
8	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	62
8.1	PRESSUPOSTOS DA INTERPRETAÇÃO.....	62
8.2	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS QUANTITATIVOS	63
8.3	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS QUALITATIVOS.....	66
8.4	SUGESTÕES DE MELHORIA.....	67
9	CONCLUSÃO.....	69
10	TRABALHOS FUTUROS.....	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	ANEXO A – Tabela de Clientes por Volume (1ª parte)	74
	ANEXO A – Tabela de Clientes por Volume (2ª parte)	75
	ANEXO B – Tabela de Clientes por Elevador	76
	ANEXO C – Tabela de Clientes por Volume / Amostra Ajustada (1ª parte)	77
	ANEXO C – Tabela de Clientes por Volume / Amostra Ajustada (2ª parte)	78
	ANEXO D – Tabela de Clientes por Volume / Somente Manufaturas Elétricas e Mecânicas(1ª parte)	79
	ANEXO D – Tabela de Clientes por Volume / Somente Manufaturas Elétricas e Mecânicas(2ª parte)	80

1. INTRODUÇÃO

O cenário contemporâneo globalizado, o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias e a alta competitividade têm gerado uma demanda crescente por formas de diferenciação das empresas. Para Recchia (2014), a credibilidade de uma empresa por meio do valor percebido pelo cliente a respeito do produto ou serviço que esteja adquirindo. Nesse contexto, a logística está diretamente ligada à percepção de valor dos clientes e dos fornecedores da empresa, bem como para todos aqueles que possuam interesses diretos em processo produtivo comum (BALLOU, 2006).

Para a manutenção das organizações na atual conjuntura, tornou-se imprescindível também foco na eficiência das operações e conseguinte visão das atividades de forma holística. Nos últimos anos, a logística ganhou importância e passou a ser considerada um dos principais fatores que levam ao sucesso de novos empreendimentos (FRANCIA, 2014).

Nesse sentido, os impactos dos conceitos “*Lean*” nos negócios são de importância considerável tendo em vista que esses são projetados para eliminar os desperdícios e implementar somente atividades que entreguem valores aos clientes, reduzindo o impacto negativo ao mais baixo nível (BEDNÁR; HORNAKOVÁ; VIDOVÁ, 2013).

A empresa foco deste trabalho é produtora de elevadores e está em meio a uma mudança do mercado atuante: a entrada de concorrentes do mesmo ramo no Brasil. Nesse cenário nacional competitivo tornou-se mandatória a busca por inovação e redução no tempo de entrega de seus produtos, bom emprego de espaço e tempo, entre outros ganhos competitivos.

Para o alcance desses ganhos, foi disseminado o pensamento “*Lean*” - ainda não implantado no setor de expedição - voltada para a diminuição do desperdício de recursos, prática central para reduzir custos e, por conseguinte gerar lucratividade (OHNO, 1997). Sendo assim, um setor em específico será analisado, sob a ótica dos sete (7) perdas, ferramenta contida nesse pensamento de “Logística *Lean* (Enxuta)” com vistas a verificar o aproveitamento máximo de recursos.

1.1.A EMPRESA

A empresa objeto de estudo é uma multinacional fabricante de elevadores. Estão no seu escopo de produção também escadas e esteiras rolantes, passarelas para aeroportos (*fingers*) e equipamentos específicos para pessoas com mobilidade reduzida.

O objeto de estudo trata-se do segmento de elevadores e está entre os três de maior relevância para o grupo. A unidade fabril desse segmento fica localizada na cidade de Guaíba, Rio Grande do Sul, e conta com mais de 700 colaboradores, sem contar suas filiais que contabilizam mais de 3 mil empregados espalhados pelo Brasil e são responsáveis por prestar serviços de manutenção e modernização parcial. A história da empresa inicia-se ainda em 1945, como sendo uma empresa genuinamente brasileira. Em 1999, a empresa foi adquirida pelo grupo alemão e então se consolidou como uma multinacional.

Recentemente a fabricante de elevadores passou por uma mudança de cultura organizacional. A empresa iniciou a implantação do modelo de Produção Enxuta (tradução do inglês *Lean Manufacturing*) em processos produtivos de manufatura. Tanto as atividades de produção quanto as áreas administrativas estão começando a utilizar o pensamento *Lean*, ou seja, buscando o aproveitamento máximo de seus recursos, por conseguinte, reduzindo os desperdícios, fatos esses que serão abordados pelo presente trabalho.

1.2.JUSTIFICATIVA

Os diferenciais competitivos são imperativos para a manutenção das organizações no cenário contemporâneo. Consoante Ohno (1997) e Shingo (1996), a lucratividade das organizações depende da redução de custo e a forma central para obtê-la é por meio da redução de desperdícios. Dessa forma, fatores essenciais para atender às demandas do mercado atual ganham maior relevância. De pano de fundo para assunto central, a logística passou a demonstrar seu valor diferencial

com sua potencialidade na redução de custos de armazenagem e movimentação, bem como um aumento na percepção de valor dos seus clientes (BANDEIRA; MAÇADA, 2008), por consequência, um grande potencial para lucratividade das companhias que as adotam de forma eficiente.

Multinacionais, empresas de grande, médio e pequeno porte, organizações em geral buscam atender aos requisitos de seus compradores, entregando produto comprado no momento desejado, no local correto e na quantidade certa, por conseguinte, minimizando custos de operação e armazenagem. Ou seja, otimização das operações logísticas, já que seu objetivo é:

“colocar os produtos ou serviços certos, no lugar certo, no momento certo, e nas condições desejadas, dando ao mesmo tempo a melhor contribuição possível para a empresa” (Ballou, 2006, pg. 28).

Investimentos na área logística voltaram-se para a automação de processos, padronizações e redução de desperdícios. Esse último com cada vez mais influência nas atividades industriais, tanto que o pensamento enxuto (*lean*), que busca exatamente minimizar as perdas, foi conceituado como uma das maiores ideias gerenciais e que revolucionaram as operações dos últimos 50 anos, de acordo com a consultoria McKinsey (2014).

Na prática, este trabalho justifica-se pela necessidade da fábrica em estudo disseminar uma nova cultura, e nesse momento precisa adequar o setor de expedição ao método de produção *Lean Manufacturing*, visto que este foi o único setor que não teve treinamento devido para a mudança cultural. As mudanças tratam-se principalmente da eliminação das perdas que é vista como fator diferencial de competitividade dessa fabricante frente a seus concorrentes. Eliminando tais desperdícios na logística do setor de expedição, ou seja, na movimentação de materiais, pessoas e equipamentos deste setor, a organização do presente estudo possivelmente reduzirá seus custos logísticos

Além da logística demonstrar importância em ser estudada, devido ao seu caráter emergente para desenvolvimento competitivo de organizações, sua abordagem é justificada devido à proximidade do assunto com a carreira profissional do autor. Dessa forma, foi possível a aplicação da base teórica empreendida nesse

trabalho, e estudada durante o período de graduação, unida a atividades cotidianas envolvidas na profissão.

1.3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A importância da logística como diferencial competitivo já foi aqui explanada, sendo dessa forma relevante analisar seu funcionamento, utilizando como exemplo a empresa objeto de estudo, fabricante de elevadores. A matriz da fabricante localiza-se no extremo sul do Brasil, portanto, o transporte inicia-se na cidade de Guaíba e é destinada ao restante do país.

Ainda sobre o transporte na empresa, segundo relatório executivo do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) de 2011, o transporte de cargas nacional é primariamente realizado por via rodoviária - 52%, mesmo modal em que a maior parte dos fretes é realizada. No transporte rodoviário *outbound*, ou seja, na entrega de elevadores em empreendimentos imobiliários, faz-se necessária agilidade em toda a cadeia de suprimentos, visto que um dos diferenciais da companhia está no prazo de entrega. Para análise da cadeia foi escolhido o último elo entre a fábrica e o cliente: o setor de expedição, especificamente.

O motivo para escolha da expedição jaz na expectativa que o autor tem na adequação desse à mudança de cultura a que a fábrica está se ajustando. A adoção da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) como método de produção e do pensamento *Lean* como um todo está permeando todos os setores, desde a manufatura até setores administrativos. No entanto, o setor de expedição ainda não foi treinado para tal mudança cultural, de modo que é preciso identificar se as atividades atuais estão de acordo com o pensamento Lean.

Da mesma forma, a fábrica de elevadores possui problemas de espaço, visto que sua estrutura atual não consegue comportar todos os produtos comprados, sendo necessário o aluguel de outra área. Deste modo, será preciso verificar pontos em que o fluxo contínuo, pregado pela Logística Enxuta, não está ocorrendo de forma eficaz.

A lógica das sete (7) perdas será de grande valia para identificação e análise de perdas ocorrentes em processos atuais, bem como da não ocorrência do fluxo contínuo, visto que é uma das ferramentas utilizadas na Produção Enxuta para identificar e reduzir perdas das empresas e poderá ser empregada na empresa em estudo.

Sendo assim, o presente trabalho busca responder à questão seguinte:

Quais os aspectos conceituais da logística enxuta podem ser identificados no processo de expedição de elevadores no sentido de promover melhorias sob a lógica das 7 perdas da Filosofia Lean?

Um objetivo foi definido, sendo esse detalhado em outros objetivos mais específicos para perscrutar a resposta mais adequada.

1 OBJETIVOS

São propostos os seguintes objetivos para responder a questão-problema.

2.1 OBJETIVO GERAL

Apurar as perdas nos processos e operações do setor de expedição de uma empresa fabricante de elevadores para identificar quais não estão alinhados à logística enxuta sob a lógica das sete (7) perdas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Mapear processos e operações atuais do setor de expedição.
2. Analisar impactos provocados pelas influências de outros departamentos.
3. Associar lógica das sete (7) perdas ao funcionamento atual do setor de expedição.
4. Analisar possibilidade de aperfeiçoamentos e adequações à logística enxuta, eliminando-se perdas identificadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LOGÍSTICA

Nesse capítulo será abordada a definição de logística e suas diversas ramificações. O Capítulo está dividido em: (i) Definição de logística; (ii) objetivos da logística no contexto atual; (iii) cadeia de abastecimento e suas subdivisões; (iv) Ciclo da Logística – Logística Reversa; (v) Lean Manufacturing ou Manufatura Enxuta, e (vi) Lean Six Sigma.

3.1.1 Definição de Logística

Ainda há divergências entre autores a respeito da origem do termo “logística”. Para alguns historiadores, a palavra vem do antigo grego *logos*, que pode ser entendida como razão, cálculo, pensar e analisar (FERNANDES, 2012).

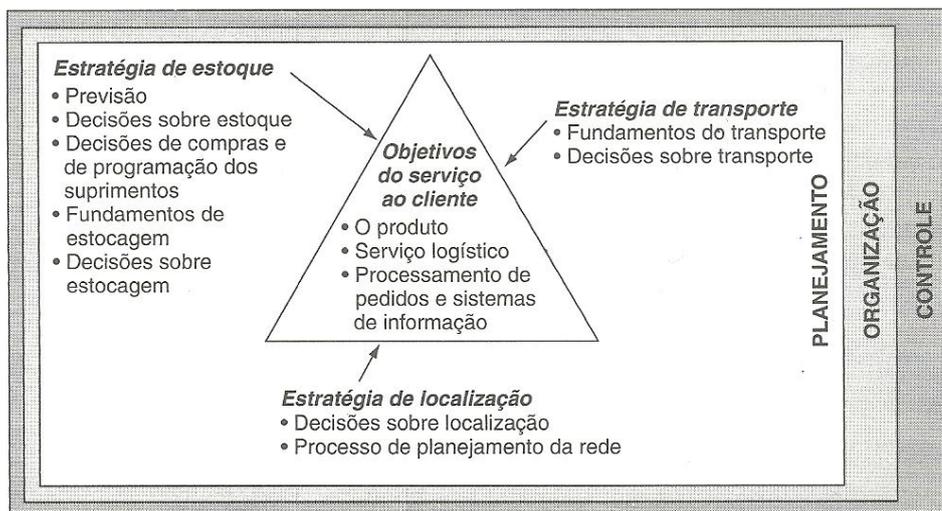
Na definição do dicionário *online* Michaelis (2009), logística é “Ciência militar que trata do alojamento, equipamento e transporte de tropas, produção, distribuição, manutenção e transporte de material e de outras atividades não combatentes relacionadas”.

Guardada as semelhanças, existem ainda distinções entre objetivos e atividades empresariais e militares. Uma definição mais ligada ao ambiente corporativo pode ser dada pelo *Council of Logistics Management* (CLM): logística é "o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor" (BALLOU, 2006).

Para Fernandes (2012), são três as atividades que formam uma estratégia operacional da logística: Armazenar, transportar e distribuir. A gestão integrada dessas atividades distintas e básicas origina o conjunto denominado de logística.

Já para Ballou (2006), aspectos operacionais, táticos e estratégicos da logística empresarial giram em torno do triângulo de planejamento logístico (Figura 1). Esse triângulo que simplifica a abrangência do assunto possui em seu centro o nível de serviço, e em cada um dos 3 (três) vértices o estoque, o transporte e a localização, conhecidos como atividades primárias da logística (BALLOU, 2006).

Figura 1: O Triângulo do planejamento



Fonte: Ballou, 2006.

O valor que o estudo da logística tem no contexto atual toma grandes proporções, e os objetivos de seu uso de forma estruturada e estratégica serão tratados no capítulo seguinte.

3.1.2 Objetivos da logística no contexto atual

Os altos custos ligados às atividades logísticas é que tornam sua relevância primordial. A competitividade internacional em constante crescimento, aumentos populacionais, escassez de recursos e migrações de mão-de-obra estão influenciando nos incrementos de custos logísticos. Dessa forma, a vantagem

competitiva pode ser encontrada nas melhorias das atividades logísticas, internamente ou por toda a cadeia de suprimentos, sendo fonte de redução de custos e, por conseguinte, diferenciação (MAIA, 2014).

Na atual conjuntura de globalização de mercados internacionais competitivos, o custo logístico assume papel principal na busca por maior eficiência e produtividade (MAIA,2014). Para isso, culturas de redução de perdas entre outras técnicas estão sendo abordadas em toda a cadeia de abastecimento.

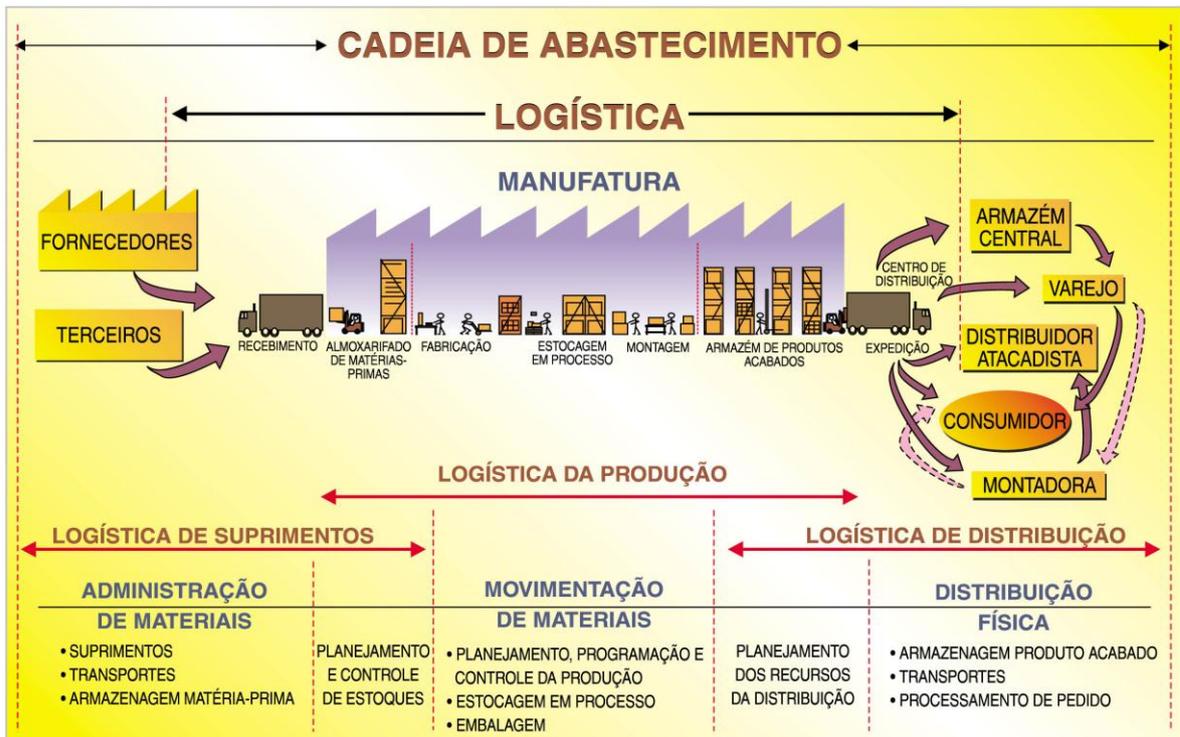
3.1.3 Cadeia de Abastecimento e suas subdivisões

O presente tópico postula acerca das subdivisões logísticas, observando-se as principais atividades estratégicas e operacionais da logística. É possível identificar três (3) tipos de logísticas que compõe a cadeia de abastecimento conforme demonstrado na Figura 2. São eles: (i) Logística de Suprimentos; (ii) Logística de Produção; (iii) Logística de Distribuição. Cada uma dessas compreende uma etapa da cadeia de abastecimento, desde o recebimento de materiais pelo fornecedor, passando pela produção, até a distribuição e chegada do produto ao consumidor.

A logística de suprimentos trata da administração de materiais, principalmente da matéria-prima. Enquanto que a logística de produção compreende a movimentação interna de materiais, do planejamento, controle e programação. É um segmento da indústria que trata do controle de mão-de-obra, informação e material no processo produtivo (FLEXLINK, 2008).

Já a logística de distribuição é a parte em que é realizada a armazenagem do produto acabado, o transporte e o processamento do pedido. A distribuição é um dos processos da logística, que fica responsável pela administração dos materiais, desde a saída do produto da linha de produção até que chegue para entrega no destino final, ou seja, nas mãos do consumidor (PORTAL EDUCAÇÃO, 2013)

Figura 2: A Cadeia de Abastecimento



Fonte: COPPEAD (Instituto de Pós-Graduação em administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro)

Na Figura 2, também é possível observar dois subsistemas, tanto o fluxo de entrada, chamado de *inbound*, quanto o de saída, denominado *outbound*, abrangidos respectivamente pela logística de suprimentos e pela logística de distribuição (MAIA, 2014). O processo parece tomar forma unidirecional e essa afirmação é corroborada por Ballou (2006) quando diz que a logística destina-se ao fluxo dos produtos desde a compra de insumos até o descarte do produto pelo cliente final (BALLOU, 2006). Em contraponto, temos o fluxo reverso.

3.1.4 Ciclo da Logística – Logística Reversa

Denominada de logística reversa, essa se refere à preocupação com o retorno das embalagens, produtos e resíduos gerados pelos consumidores finais aos fornecedores (DONATO, 2008).

Dessa forma, a logística pode ser tratada como um ciclo, se bem implantada, visto que o fluxo reverso pode adentrar na realidade corporativa e reiniciar todo o

processo de movimentação das mercadorias. A necessidade de se adequar a conjuntura competitiva do mercado torna essencial a atenção aos requisitos ambientais e sociais. Assim a sustentabilidade torna-se indispensável bem como uma visão holística do processo, associando inovação nos modelos de gestão, bem como planejamento em coerência com os objetivos da companhia (ARBACHE *et al.*, 2006).

Essa visão holística será tratada a seguir, introduzindo culturas produtivas que posteriormente foram adotadas na logística.

3.1.5 Lean Manufacturing ou Manufatura Enxuta

No período da Primeira Grande Guerra, Alfred Sloan, da General Motors, e Henry Ford, da empresa de mesmo sobrenome, levaram a produção de massa ao seu extremo, e o método de produção bem sucedido até o momento foi esse (WOMACK, JONES, ROOS, 2004). O cenário foi diferente na Segunda Guerra Mundial, em que Eiji Toyda e Taiichi Ohno, da empresa Toyota, despontaram com o método de produção enxuta. O termo *Lean Manufacturing* origina-se então, também denominado de Sistema Toyota de Produção (STP).

O *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta, em português) é um método de produção que procura arranjar e gerenciar relacionamentos de uma companhia em conjunto precipuamente com seus clientes, mas também com fornecedores e sua logística de produção (WOMACK, 2004).

Desenvolver produtos e realizar operações com cada vez menos recursos, como menos equipamentos, mão de obra, tempo e espaço sem comprometer a entrega do produto exatamente desejado pelo cliente são características intrínsecas do *Lean Manufacturing* (WOMACK, 2004).

No núcleo do *Lean Manufacturing*, consoante Werkema (2006), está a redução dos sete tipos de perdas: defeitos ou deformidades (nos produtos), superprodução de mercadorias desnecessárias, estoques de mercadorias à espera de consumo ou processamento, movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias) e espera (dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior).

Na tentativa de resumir as formas para tornar uma operação enxuta, Womack (2004) listou cinco princípios: (i) especificar o valor – aquilo que o cliente percebe como valor; (ii) identificar o fluxo de valor – mapeando os movimentos que geram valores e os que não trazem valor; (iii) criar fluxos contínuos – movimentos sem interrupções; (iv) operar com base na produção puxada – produzir de acordo com o consumo dos produtos; (v) buscar a perfeição – sempre há formas de aperfeiçoar os processos já implementados.

Seguindo a mesma linha, Womack (2004) sugere o uso das seguintes ferramentas na tentativa de colocar em prática os princípios do *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto). São eles: Mapeamento do Fluxo de Valor; Métricas Lean; Kaizen; Kanban; Padronização de operações e processos; 5S; Redução de setup; TPM (Total Productive Maintenance); Gestão Visual e Pokayoke (À prova de erros).

A adoção do *Lean Manufacturing* representa um processo de mudança de cultura das organizações, como habituar os colaboradores a utilizarem ferramentas *lean* sugeridas. Portanto, possuem um nível expressivo de dificuldade, devendo, essa transformação, ser gradativa (WERKEMA, 2006). O fato de a empresa utilizar as ferramentas do *Lean Thinking* não significa que haverá pleno sucesso na implementação desse pensamento (WERKEMA, 2006).

3.1.5.1 Lean Logistics ou Logística Enxuta

Não só na produção este termo “*Lean*” é utilizado. O emprego da palavra na logística e cadeia de suprimentos é recente e passou a ser adotado nos últimos 5 ou 6 anos (MYERSON, 2012). O Sistema de Toyota de Produção (STP) (origem do termo *Lean Manufacturing*) estendeu sua compreensão além da área manufatureira, criando a Logística *Lean*, ou logística enxuta (MYERSON, 2012).

Ferro (2010) do mesmo modo observa essa extensão afirmando que os conceitos da filosofia *Lean* de produção inspirada no modelo Toyota também geram resultados para o setor estratégico dos negócios: a logística (FERRO, 2010).

Bowersox *et.al* (2006) *apud* Silva (2010) define logística enxuta como a habilidade de projetar e administrar sistemas para controlar a movimentação e a

localização geográfica de matérias-primas, trabalhos em processo e inventários de produtos acabados ao menor custo total, por redução de custo, podendo inferir redução de perdas.

Por perda, pode-se inferir: qualquer atividade que não contribui para as operações, como acumulação de peças semiprocessadas, recarregamentos, passagem de material de mão em mão, espera, etc (SHINGO, 1996).

O pai do Sistema Toyota de Produção (STP), Taichi Ohno (1997), deixa claro as sete (7) perdas a serem eliminadas, listados a seguir e que possuem referência direta com as atividades logísticas:

1. Perdas por superprodução:
2. Perdas nos estoques
3. Perdas por espera
4. Perdas por transporte
5. Perdas por produção de produtos defeituosos
6. Perdas por movimentação nas operações
7. Perdas no processamento em si.

Ao verificar que o STP estava ligado diretamente ao produto, Bañolas (1998) *apud* SANTOS (2008) faz uma transposição das perdas da Produção Enxuta para a Logística Enxuta, conforme segue no Quadro 1.

Quadro 1: As 7 perdas na Produção e na Logística Enxuta

7 Perdas na Produção Enxuta	7 Perdas na Logística Enxuta
Perdas por superprodução	Superoferta por quantidade
Perdas por transporte	Superoferta por antecipação
Perdas por processamento	Perdas por processamento
Perdas por produtos defeituosos	Perdas por defeitos
Perdas por movimentação	Perdas por movimentação

Perdas por esperas	Perdas por esperas
Perdas por estoque	Perdas P (previsão, planejamento, programação, prazo)

Fonte: Bañolas, R. Logística Enxuta: alguns conceitos básicos (2006) e Womack (2003).

A respeito de cada uma das perdas na Logística Enxuta, de acordo com Bañolas (2010):

- **Perda Superoferta por quantidade:** Trata-se principalmente a respeito dos lotes ou quantidades usualmente chamados de “econômicos”, ou seja, que excedem a necessidade e ficam estocadas na cadeia de suprimentos ou no cliente.
- **Perda Superoferta por antecipação:** Refere-se a quantidade enviada ao cliente em antecipação ao momento de consumo gerado pela lógica de empurrar.
- **Perda por processamento:** erros, falhas de processo ao processar pedidos. Exemplos são embalagens intermediárias, conferência de documentos, contagens de produtos, entre outras possibilidades.
- **Perdas por defeitos:** referente aos defeitos ocasionados no produto ou nos equipamentos durante o transporte interno ou externo.
- **Perdas por movimentação:** Movimentos que não agregam valor ao produto, e que são considerados desnecessários. A armazenagem interna também é considerada uma perda por movimento.
- **Perdas P:** São as perdas referentes às variações nas necessidades. São quatro (4) P’s que identificam as variações: previsão, planejamento, programação e prazo (*leadtime*). Esses fatores modificam o nível da demanda, o que ocasiona em aumento de custos e redução na qualidade prestada do serviço. Segundo Santos (2008), “o planejamento e a programação normalmente ampliam as quantidades necessárias (em relação à necessidade real) através de critérios de lotes mínimos de produção e de transporte”.

Alguns exemplos práticos de perdas que podem ser observados em uma Logística Lean, segundo Lando Nishida (2008) do Lean Institute Brasil, são os seguintes:

- Investimentos em sistemas para armazenagem com a justificativa de que há elevados níveis de estoque, bem como uso de áreas de estoques desnecessários;
- Utilização da mão de obra e equipamentos muito aquém da sua capacidade, bem como esperas e materiais parados;
- Embalagens sendo transportadas vazias, solicitadas além da necessidade, e gerando possíveis perdas por embalagens danificadas.
- Retrabalhos, entre outros.

Essas perdas são visualizáveis através de fluxo de processos (ou do produto). O fluxo de processos é o “fluxo de materiais no tempo e no espaço; é a transformação da matéria-prima em componente semi-acabado e daí a produto acabado” (SHINGO, 1996).

Há cinco elementos identificáveis no fluxo de processo, segundo Shingo (1996), cada um com a sua simbologia, sendo eles:

- Processamento – (○): As mudanças físicas ocorridas no material ou na qualidade (montagem ou desmontagem);
- Inspeção – (◊): Comparação realizada com padrão estabelecido;
- Transporte – (○): Trata-se do movimento de posições dos materiais ou produtos;
- Espera do processo – (▽): Ocorre quando há espera de um lote inteiro enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado;
- Espera do lote – (△): Ocorre quando há espera de uma peça durante a operação do lote. As peças aguardam para serem processadas ou aguardam o restante do lote ser fabricado, fenômeno que ocorre na inspeção e no transporte.

Conjuntamente ao fluxo de materiais ou de processos, o fluxo de operações acompanha a visualização de todos os movimentos. Nesse caso, as operações e seu fluxo permitem a compreensão dos trabalhos praticados sobre os produtos pela máquina e pelo trabalhador (SANTOS, 2009 *apud* ECT, 1998).

As operações podem ser distintas da seguinte forma: (i) operações de *set up* – que se referem à preparação dos equipamentos para funcionamento; (ii) principais essenciais, ou seja, que executam de fato a operação principal; (iii) principais auxiliares, que assistem na conclusão da operação principal. (iv) folgas marginais na operação, referentes às atividades relacionadas indiretamente à operação; (v) folgas marginais entre operações, o nome é auto-explicativo; (vi) folgas ligadas ao pessoal, referentes às necessidades particulares dos operadores e colaboradores em geral. (SHINGO, 1996).

Após a utilização tanto do fluxograma de processos quanto o de operações é possível visualizar o funcionamento geral do sistema, em principal, as perdas, que é o foco da redução no método de logística enxuta.

As metodologias de Logística Enxuta e a melhoria contínua são áreas chaves para redução de atividades que não agregam valor e que melhoram os processos intrínsecos da cadeia de suprimentos em uma organização (ANTUNES; SOUSA; NUNES, 2013).

Tendo essa redução de atividades sem valor, ou seja, de perdas, em mente, Nishida (2008) lança 3 (três) conceitos fundamentais para definir e gerenciar uma logística, particularmente na visão *inbound*, seguindo a maneira lean:

- 1 - Reduzir tamanho do lote
- 2 - Aumentar a frequência de entrega
- 3 - Nivelar o fluxo de entrega

Em resumo, esses três fatores caracterizam a logística lean de entrada (*inbound*), por meio da reposição nivelada de materiais. Ou seja, mantém-se a mesma quantidade de envio ou de coleta de material, com pequenas variâncias, mas seguindo uma frequência constante de pequenos lotes, e dessa forma diminuindo o custo de materiais em estoque (NISHIDA, 2008).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo descreverá os procedimentos adotados para este estudo. As técnicas de coleta de dados e da análise, bem como as limitações serão aqui explanadas e divididas em: (i) Estudo de Caso; (ii) Etapas a desenvolver.

4.1 ESTUDO DE CASO

Será analisado o contexto real de uma empresa de elevadores para identificar fatores da filosofia *lean* ainda não empregados no setor de expedição no âmbito logístico. A pesquisa tem como objetivo explorar a situação real da companhia, cujos limites não podem ser definidos claramente e, sendo assim, o estudo de caso foi elencado como o método mais adequado por preservar o caráter unitário do objeto estudado (GIL, 2010).

O estudo de caso, considerado um método qualitativo de pesquisa, também tem como objetivo descrever a situação do contexto em que determinada investigação está sendo realizada; formular hipóteses ou desenvolver teorias.

Gil (2010, pg. 55) aponta algumas objeções desse método exemplificando a dificuldade de generalização, conforme trecho a seguir:

“A análise de um único ou de poucos casos de fato fornece uma base muito frágil para a generalização. No entanto, os propósitos do estudo de caso não são os de proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população, mas sim o de proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados”.

Além do mais, o tempo destinado à pesquisa também é um limitador, pois frequentemente a restrição a esse recurso acaba por fornecer resultados pouco consistentes em termos de generalização.

4.2 ETAPAS A DESENVOLVER

O estudo de caso não ocorre necessariamente em uma sequência rígida de etapas, mas há aquelas mais empregadas nas pesquisas, definidas para o método a ser aqui utilizado. Segundo Gil (2010), são elas:

- a) Formulação do problema ou das questões de pesquisa.
- b) Definição das unidades-caso
- c) Seleção dos casos
- d) Elaboração do protocolo
- e) Coleta de dados
- f) Análise e interpretação dos dados
- g) Redação do relatório

Tendo em vista que a formulação do problema já foi abordada anteriormente, inicia-se a análise a partir da letra “b” supracitada: Definição das unidades-caso.

O estudo de caso será único, tendo em vista a escolha de análise de uma única organização. Para casos únicos, temos seis (6) diferentes modalidades em que podemos especificá-las.

- 1) caso raro: como o próprio nome indica, casos incomuns;
- 2) caso decisivo: caso para confirmar, contestar ou estender teoria;
- 3) caso revelador: pesquisador observa e analisa um fenômeno inacessível a outros pesquisadores.

- 4) caso típico: propósito de descrever objetos ou explorá-los
- 5) caso extremo: pesquisar uma situação limite
- 6) caso discrepante: situação que extrapola os limites

É válido destacar a modalidade do presente caso como revelador por tratar-se de uma empresa em que o autor trabalha e, portanto, de difícil acesso a outros pesquisadores que não estão inseridos na organização objeto de estudo.

Para a coleta de dados, Gil (2010) destaca que estudos de caso requisitam uso de múltiplas técnicas. No referido trabalho, serão realizadas pesquisas a fontes secundárias (documentais), observações e entrevistas.

Em relação ao primeiro método - dados secundários – aqui se tratam de informações divulgadas em websites, bases de dados gratuitas, publicações de terceiros como trabalhos acadêmicos, artigos de revistas, livros, entre outros. Esses serão utilizados como referências iniciais para levantamento acerca do objeto de estudo.

Já referente às observações, algumas das informações serão obtidas empiricamente pelo próprio autor, visto que este possui acesso ao estabelecimento interno da empresa do estudo de caso, sempre respeitando informações de nível confidencial e comprometendo-se a não expô-las aqui no trabalho acadêmico.

Por último, a etapa de entrevistas indiretas com pessoas divididas em 3 (três) categorias, todos colaboradores da companhia pesquisada. Na primeira categoria, profissionais ligados diretamente a área de compras, na segunda, empregados do setor logístico, e por último, colaboradores do departamento de expedição.

As etapas que tratam de redação do relatório e análise e interpretação de dados serão acometidas na conclusão do trabalho acadêmico.

5 COLETA DE DADOS QUALITATIVOS

A coleta de dados qualitativos compreende a disposição das informações acerca da empresa estudo de caso, fazendo-se referências ao estudo bibliográfico em conjunto com a observação empírica do autor. O capítulo será dividido em: (i) macro fluxo da cadeia produtiva; (ii) organograma e *layout* do setor de expedição; (iii) o produto; (iv) procedimentos para expedição do elevador; (v) fluxo de processos; (vi) fluxo de Operações.

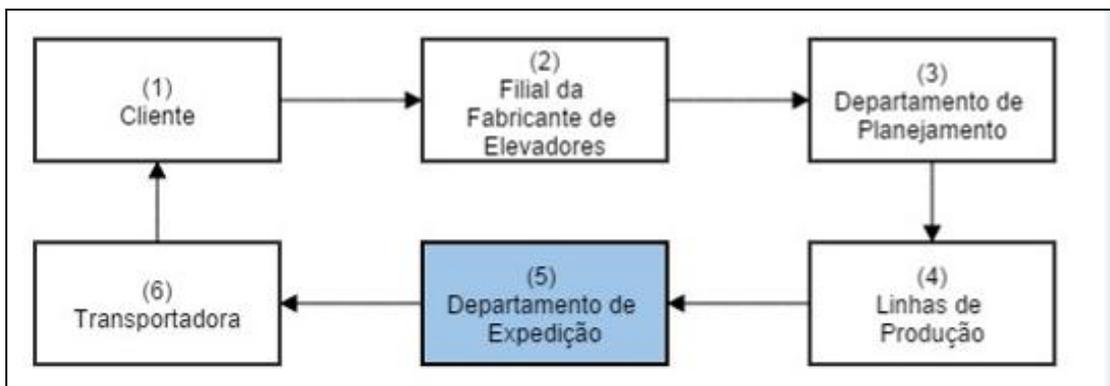
5.1 MACRO FLUXO DA CADEIA PRODUTIVA:

O setor de expedição está inserido em uma cadeia produtiva composta por seis etapas, conforme ilustrado na Figura 3. Para melhor detalhamento, cada etapa foi numerada, e sua descrição disposta abaixo:

- 1) A visão macro processual do negócio da fabricante de elevadores inicia-se pelo cliente, usualmente uma construtora. Esse solicita o elevador à filial da fabricante.
- 2) A filial, por sua vez, encaminha a venda ou pedido de produção de elevador ao Departamento de Planejamento e controle da produção para a matriz.
- 3) O Departamento de Planejamento realiza os estudos para verificar as estruturas adequadas, bem como os materiais necessários para produção. O mesmo departamento, por meio do mapa de produção, define exatamente quando os elevadores devem ser produzidos e expedidos.
- 4) As linhas de produção então fabricam as partes e peças de elevadores necessárias, conforme planejamento realizado, e enviam os materiais para o setor de expedição.

- 5) O Setor de expedição fica encarregado de receber os materiais prontos das linhas de produção, fazer a interface com as transportadoras contratadas, bem como aproveitar ao máximo o espaço disponível dos caminhões, ou seja, busca consolidar elevadores que possuam destinos próximos. O setor em questão será analisado no presente trabalho, pois se trata da última gerência direta que a fabricante possui sobre o elevador produzido.
- 6) A transportadora contratada pela fabricante de elevadores é responsável por amarrar os elevadores ao caminhão, cobrir com uma lona para evitar intempéries e transportar até o local de destino informado pelo cliente.

Figura 3: Cadeia Produtiva



Fonte: Elaborado pelo autor

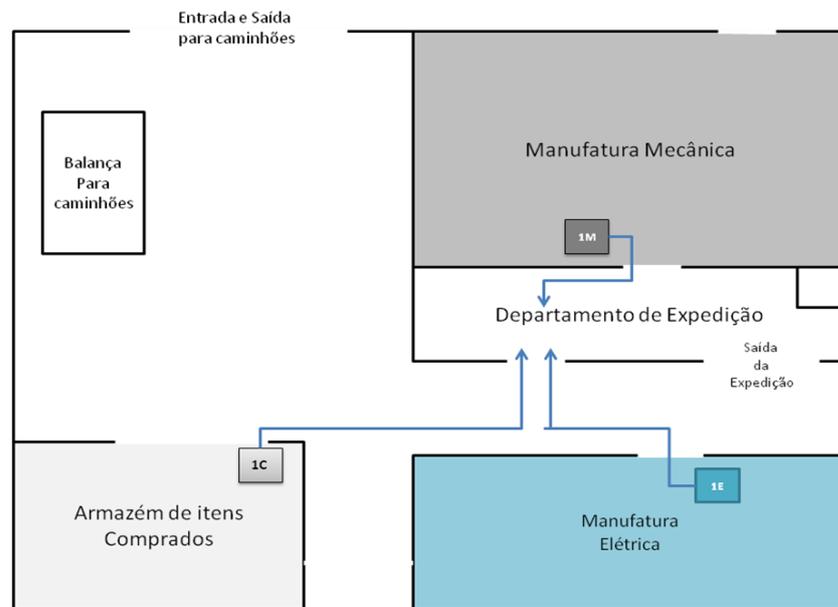
5.2 ORGANOGRAMA E LAYOUT DO SETOR DE EXPEDIÇÃO

Para melhor visualização dos fluxos de processos ocorridos na empresa, na Figura 4 é ilustrada a planta baixa (layout) da parte produtiva, do setor de expedição, e também da área de recebimento, chamada também de armazém de itens comprados. No layout, os caminhos percorridos pelos componentes de elevadores também foram adicionados conforme a natureza desses, auxiliando na compreensão do funcionamento logístico.

Para esclarecer, o volume 1M refere-se a um dos componentes mecânicos seguindo seu percurso até o Setor de expedição, partindo da manufatura mecânica. Os mesmos exemplos foram explanados com base na origem de sua armazenagem

ou montagem, tal qual, o volume 1C, tratando-se de um volume comprado e armazenado e o volume 1E indicando um volume elétrico montado na manufatura elétrica.

Figura 4: Leiaute das Manufaturas, Recebimento e Expedição



Fonte: Elaborado pelo autor

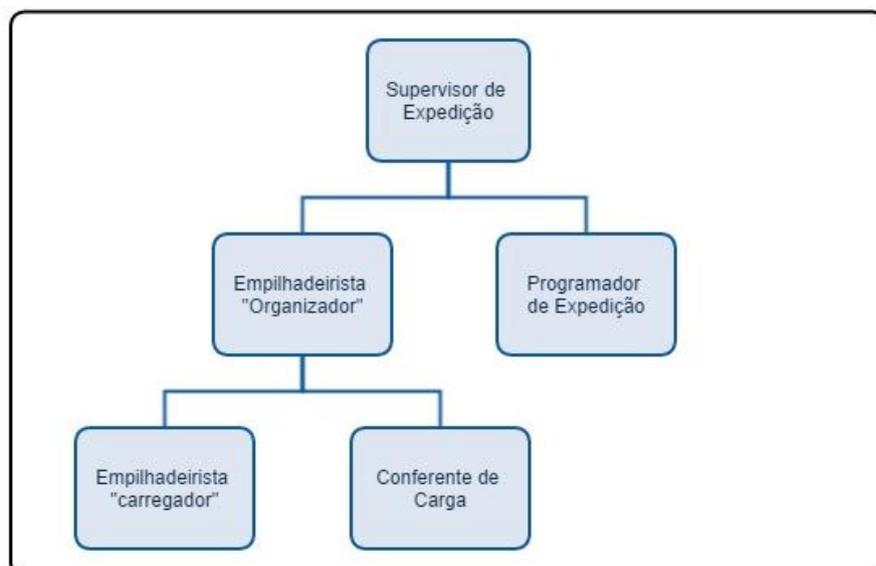
Além da descrição do arranjo físico do setor foco do trabalho, para fins de entendimento e análise sobre o funcionamento do setor estudado, faz-se necessária a correta identificação de cada funcionário no quadro organizacional (Figura 5). Para facilidade de compreensão, embora formalmente não tratado desta maneira, os cargos no setor de expedição podem ser divididos em duas nomenclaturas: administrativa e operacional. Ambas as áreas serão explicadas a seguir:

- Administrativa:
 - Um (1) supervisor: responsável pela interface expedição-linhas de produção para compreender as demandas e prever o material a ser entregue no setor de expedição no dia seguinte;
 - Um (1) analista de expedição; Analisa e programa com um dia de antecedência a expedição dos elevadores. Faz a interface com as transportadoras;

- Dois (2) programadores de expedição: um programador para o turno do dia e o outro para o da noite. Eles auxiliam o analista tanto na programação quanto na interface com as transportadoras e são os responsáveis também por programar a expedição de peças de reposição de elevadores, os quais não serão abordados no presente trabalho.
- Operacional:
 - Um (1) empilhadeiraista “organizador”: responsável pela organização da área de expedição e inserção das peças nas prateleiras do estoque da expedição (intermediário);
 - Quatro (4) empilhadeiraistas “carregadores”: responsáveis pela movimentação das peças de elevadores das prateleiras até o veículo transportador.
 - Quatro (4) conferentes de carga: responsáveis pela identificação e conferência das peças carregadas nos veículos transportadores correspondendo às peças definidas no sistema da empresa.

É válido notar que o modo de operação para carregamento funciona com quatro (4) duplas. Para cada empilhadeiraista “carregador” há um conferente de carga.

Figura 5: Organograma do Setor de expedição



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 PRODUTO

A companhia estudada fabrica três (3) tipos de elevadores: Elevadores padrões, elevadores especiais e elevadores de carga. Entretanto, para questões de estudos, somente o elevador padrão será aqui abordado.

A empresa apresenta elevadores padrões no que tange aos aspectos de consumo de energia, velocidade, entre outros fatores, todavia todos possuem suas peculiaridades de medidas principalmente devido à não-padronização dos poços de elevadores em geral feitas pelas construtoras. Ou seja, as estruturas das obras variam muito, conforme a obra vai tomando forma, o que ocasiona em alteração do projeto do elevador para adequação dessas variâncias.

De forma simplificada, o elevador é composto pelas seguintes peças principais, bem como sua embalagem/volume, conforme Quadro 2:

Quadro 2: Peças e embalagens principais de um elevador

Peça do elevador	Embalagem / Volume
Cabina	Caixa
Máquina de tração (motor)	Caixa
Quadro de comando (trata-se do processador - cérebro - do elevador)	Caixa
Guias (“estrada do elevador”, parte por onde a cabina corre)	Amarrados, sem embalagem
Cabos de Aço	Bobinas
Contra-pesos	Amarrados por uma cinta
Portas	Fardos

Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 PROCEDIMENTOS PARA EXPEDIÇÃO DO ELEVADOR:

Para expedir o elevador final, o fluxo atual da fábrica de elevadores pode ser dividido em três etapas: 1) Reuniões de Produção; 2) Planejamento da logística de

expedição; 3) Papel principal do setor de expedição na cadeia produtiva; 4) Carregamento propriamente dito.

5.4.1 Reuniões de produção

As áreas de produção são orientadas a produzir elevadores que foram planejados pelo Departamento de Planejamento no relatório denominado mapa de produção. Para que a empresa certifique-se de que o andamento da produção está de acordo com o planejado, reuniões de produção (ou reuniões de montagem) ocorrem diariamente. As áreas produtivas em conjunto com o supervisor da expedição verificam os prováveis materiais que estarão finalizados e prontos para envio ao cliente no dia seguinte.

A partir dessa reunião chegam-se às seguintes conclusões: Quais elevadores por cliente estão em fase final de produção, quais estão atrasados (bolsões) e quais estão ainda com prazo para serem entregues ao cliente.

Posteriormente, já com essas informações de posse, o Setor de expedição organiza a lista de elevadores que serão expedidos no dia seguinte, quais serão seus destinos e quais serão os tamanhos dessas cargas.

5.4.2 Papel principal do setor de expedição na cadeia produtiva

O Setor de expedição recebe materiais de três fontes principais: 1 - Material comprado de terceiros; 2 - Manufatura Elétrica; 3 - Manufatura Mecânica.

Com isso, pode-se compreender que, no mínimo, haveria três (3) “linhas de produção”. Essa é uma visão macro, contudo, analisando de forma detalhada, é possível encontrar dentro da Manufatura Mecânica outras linhas, por exemplo: linha de portas, linha de cabinas, linha de máquinas, etc.

Sendo assim, há diversos pontos de chegada dos componentes de elevadores na expedição. Em um sistema de produção ideal seria possível

sincronizar todas as linhas de forma a ajustar seus tempos para que cada elevador tivesse todos os seus componentes saindo de todas as linhas simultaneamente. Esse ajuste é buscado a partir do mapa da produção e das reuniões de produção já citadas, para auxiliar no sincronismo de linhas e na comunicação com o Setor de expedição.

No entanto, devido a possíveis falhas de informação e tentativa de utilização máxima de capacidade produtiva de algumas linhas, o fluxo de chegada de componentes acaba não sendo sequenciado/balanceado, ou seja, os elevadores já possuem parte de sua composição pronta no Setor de expedição aguardando as outras partes que ficarão prontas posteriormente em datas variáveis de chegada. Não há definição de tempo médio de espera entre as partes, visto que há infundáveis variáveis de tempo para produção, bem como quantidade de elementos que compõem o elevador e o número de andares que o elevador pode atender é um exemplo).

Dito isso, consegue-se inferir o maior valor do setor de expedição: a área atua como um *buffer*, em outras palavras, um pulmão de componentes de elevadores a serem despachados quando tiver sido concluído um pedido completo de cliente. É exatamente nesse local que as peças são reunidas para então serem expedidas em conjunto no mesmo veículo transportador. A necessidade desse *buffer* se faz mediante a variação dos tempos de produção das diferentes linhas.

5.4.3 Planejamento da logística de expedição

A ocupação tanto por volume quanto por peso nos caminhões para cada caso deverá ser previamente estudada. Levando-se em conta a quantidade de “paradas” - os andares do edifício – e o fato de que o elevador é transportado desmontado, cada elevador terá um tamanho diferente. A velocidade do elevador e capacidade de pessoas dentro da cabina também definem a máquina de tração mais adequada a ser utilizada. Elevadores que necessitam carregar mais peso possuem máquinas de tração mais robustas e, portanto, mais pesadas.

Além da variedade do volume e peso ocupado pelos elevadores, há também o desafio de consolidar cargas. Elevadores que possuam destinos próximos poderão ou não ser agrupados dentro do mesmo veículo de transporte. Um sistema da organização disponibiliza a informação de destino para os funcionários do setor de expedição.

No mesmo sistema da empresa é possível visualizar a localização interna dos volumes - o termo "volume" engloba os diversos tipos de embalagens que são: caixas, fardos, *pallets*, amarrados e bobinas. Para identificar precisamente o local dos volumes, o sistema aponta quatro (4) diferentes status:

- **Em processo:** Neste caso, o material ainda está na linha de produção, portanto, ainda deverá passar por alguns processos até que seu transporte seja possível. Também é possível que esse material esteja no armazém de mercadorias recebidas, onde se encontram materiais comprados de terceiros. Esses volumes serão movimentados da área de recebimento para o Setor de Expedição com a frequência semanal ou diária, dependendo do respectivo volume.
- **Setor de expedição:** Essa atualização no sistema indica que o material já foi entregue e se encontra na posse do Setor de Expedição, logo, no estoque desse. O Setor de Expedição, por vezes, possui todos os volumes de um elevador específico já prontos e aguardando carregamento. Não obstante, para algumas ocasiões, é preferível esperar que outro elevador seja finalizado para então consolidar elevadores que possuam o mesmo destino.
- **DLINK:** Esse status identifica os volumes que já foram linkados (escaneados), ou seja, volumes que o sistema já reconheceu como "em cima do caminhão" aguardando para que logo em seguida o romaneio (documento que especifica mercadorias expedidas) seja emitido.
- **Expedido:** Como o próprio nome informa: o volume já foi expedido.

Após a definição de quais elevadores serão expedidos, locais e veículos necessários, essas informações serão disponibilizadas *online* no portal da empresa.

As transportadoras que possuem contrato para prestação de seus serviços possuem acesso a esse portal e, portanto, têm a informação para enviarem os veículos necessários para carregamento no dia seguinte. As cargas que forem expedidas da fábrica não sofrem baldeação/transbordo. Sendo assim, é importante que, no momento do carregamento, os volumes sejam colocados de tal forma que auxiliem também no descarregamento. Logo, se houver dois elevadores dentro do mesmo caminhão, é significativa a ordem em que os materiais estão para não haver retrabalhos durante a entrega do primeiro elevador.

5.4.4 O Carregamento propriamente dito

A operação de transporte começa logo cedo. Antes mesmo de a fábrica iniciar seu funcionamento, é praxe as transportadoras se anteciparem na chegada e na disponibilização de seus caminhões, visto que há um gargalo para entrada e atendimento de todos, e a ordem é seguida por finalização dos materiais que estavam na linha. Existem 3 docas para estacionamento e carregamento de caminhões. No início de cada dia é comum ter mais de 10 caminhões à espera de carregamento.

Os motoristas entregam suas documentações e registram a chegada. O funcionário da portaria registra a placa, horário de chegada, nome da transportadora, nome do motorista e demais informações no sistema de controle da empresa.

Os funcionários administrativos do Setor de Expedição possuem acesso aos registros de chegadas atualizados segundo a segundo. Sendo assim, inicia-se o processo para organização das saídas dos materiais com destino ao cliente final.

Nesse íterim, o caminhão que fará o transporte do primeiro elevador que estiver pronto é liberado para entrada, a pedido do próprio setor de expedição. O veículo é estacionado no local próprio para o carregamento, e o carregamento propriamente dito é realizado com os operadores de empilhadeira da expedição, em conjunto com os conferentes das cargas e os carregadores da transportadora que acondicionam manualmente os volumes.

Há três (3) docas para realizar os procedimentos de preparo de embarque/carregamento, todas podem ser utilizadas simultaneamente sem perda de desempenho. O número reduzido de docas, por vezes, restringe as formas de realizar o acondicionamento dos volumes. Além disso, pode-se encontrar dois diferentes cenários: caminhões abertos (vulgo *siders*) ou caminhões fechados (baús).

Quando os veículos são baús, organizar os materiais internamente nos veículos torna-se mais preciso com o uso das empilhadeiras, que conseguem entrar no caminhão para ordenar os diferentes volumes. Essa entrada de empilhadeira somente pode ser realizada mediante a existência das docas, tornando possível o nivelamento do caminhão e o da empilhadeira.

Para início de carregamento, o operador de empilhadeira leva próximas ao caminhão primeiramente as Guias. Antes que seja colocada dentro do caminhão, o conferente utiliza um equipamento para *linkar* exatamente o que será transportado. Em outras palavras, o conferente adiciona no sistema a informação de que o material já está corretamente acondicionado em cima do veículo transportador. Feito isso, o número do volume carregado é atualizado com o status de DLINK, para posteriormente ser feito o romaneio.

Para os volumes mais leves, os próprios carregadores da transportadora realizam o trabalho de acondicionamento no veículo. Esses também são responsáveis por amarrar as cargas ao caminhão, certificando-se de que o material está devidamente acondicionado e seguro. Por fim, os carregadores cobrem o caminhão com uma lona para evitar que intempéries possam danificar a carga durante o transporte.

Após o preparo físico do envio, segue a parte documental: O Setor de Expedição, por meio de sistema próprio (legado), gera o romaneio de carga. Então, esse mesmo romaneio é enviado ao Departamento Fiscal que realiza a emissão da Nota Fiscal de Saída para então iniciar o transporte do elevador até seu destino final.

5.5 FLUXO DE PROCESSOS

No presente trabalho foi analisado um volume que é comum em todos os elevadores padrões para tratar do fluxo de processo. Do ponto de vista do material, têm-se diferentes etapas a que esse volume é submetido no Setor de Expedição.

Iniciando a análise a partir do momento em que a caixa é fechada e fica pronta na linha de produção, nota-se que essa aguarda até que o empilhadeira que circula na produção esteja disponível para buscá-la. Posteriormente, esse operador de empilhadeira leva a caixa em um local aleatório da área de expedição, ou por desconhecimento ou por não haver local previamente estabelecido.

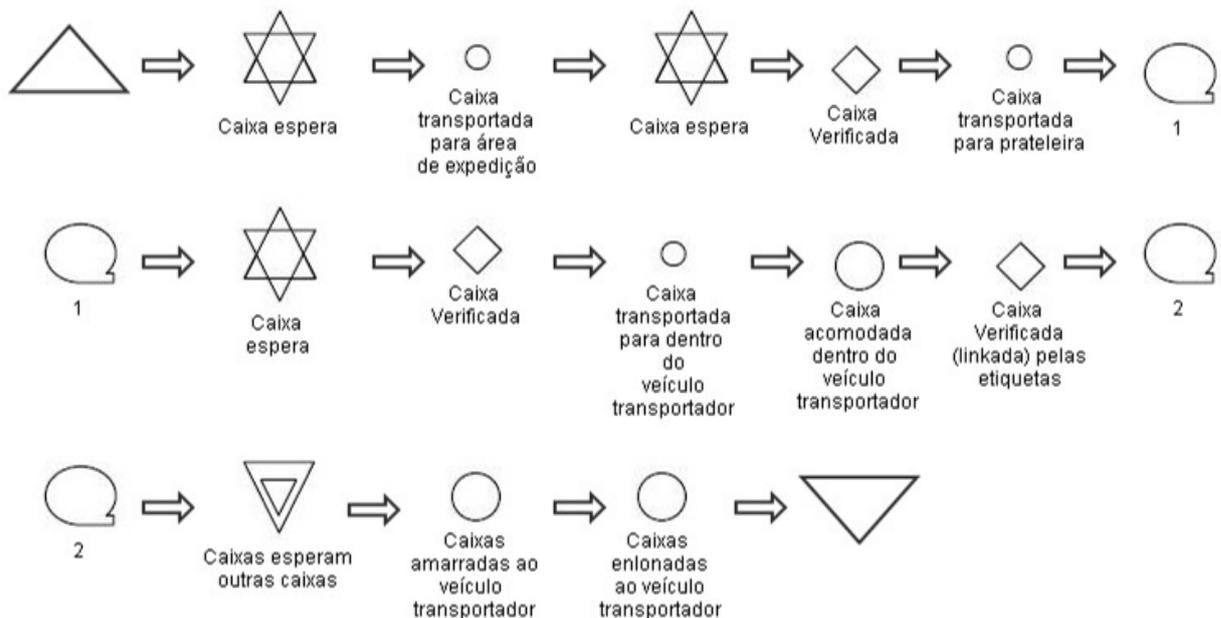
Estando a caixa no Setor de Expedição, o empilhadeira “organizador”, por meio das etiquetas que identificam os tipos de caixas (comumente chamadas de volumes, embora esse seja um termo mais abrangente), verifica que essa se encontra em local inapropriado e, portanto, a movimenta para a prateleira onde deveria estar acondicionada já de antemão.

A partir da chegada do caminhão, o conferente de carga irá receber o número do elevador que deverá ser carregado. Esse colaborador irá repassar essa informação ao empilhadeira “carregador” para que esse busque os volumes correspondentes.

O empilhadeira, então, se locomove até o local onde o volume foi acondicionado na prateleira, identifica o número do elevador e o transporta até o veículo transportador, precisamente no local dentro do caminhão orientado pelo conferente. Os carregadores da transportadora, já devidamente presos a uma linha de vida, acomodam manualmente o volume com pequenos movimentos. Nesse momento, o conferente utiliza um *scanner* para ler (ou *linkar*) a etiqueta da caixa que indica o número do elevador.

Para melhor compreensão desse processo foi realizado um fluxograma (Figura 6) do processo seguindo a própria simbologia no que tange a identificar as possíveis perdas referentes a cada atividade, conforme citado no referencial teórico.

Figura 6: Fluxo de Processo – Cabina embalada em uma caixa



Fonte: Elaborado pelo autor

5.6 FLUXO DE OPERAÇÕES

O Fluxo de operações envolve o trabalho realizado para efetivar os processos por meio da intervenção de equipamentos e operadores, também situados no tempo e no espaço (SHINGO, 1996).

Para correta compreensão dos movimentos dos equipamentos e de seus operadores ao longo do processo de expedição de um elevador, foi realizado o fluxo de operações. Este, delineado no Quadro 3, apresenta cada uma das operações e suas classificações para análise de eventuais perdas na logística da fabricante de elevadores.

Quadro 3: Fluxo de Operações - Expedição

FLUXO DE OPERAÇÕES	
OPERAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
1) Fechar volume com produto acabado	Preparação
2) Levar volume para setor de expedição	Folga Marginal entre operações
3) Verificar volume e separar por tipo	Principal Essencial
4) Levar volume para prateleira adequada	Folga Marginal entre operações
5) Receber informação de coleta de volume	Principal Auxiliar
6) Buscar tipo de volume nas prateleiras	Principal Auxiliar
7) Levar volume dentro do caminhão	Principal Essencial
8) Ajustar manualmente o volume dentro do caminhão	Principal Auxiliar
9) Ler (<i>linkar</i>) código de barras do volume	Principal Essencial
10) Completar carregamento com outros volumes	Principal Essencial
11) Amarrar volumes e cobrir com lona	Principal Essencial
12) Receber Romaneio (detalhamento dos volumes)	Principal Auxiliar
12) Pesar Caminhão	Principal Essencial
13) Receber Nota Fiscal	Principal Essencial
14) Transportar elevador a seu local de destino	Principal Essencial

Fonte: Elaborado pelo autor

6 COLETA DE DADOS QUANTITATIVOS

A coleta de dados quantitativos compreende a disposição das informações mensuráveis a cerca do produto e processo objetos deste trabalho sob o ponto de vista estatístico como subsídio à análise dos fluxos de processos e operações apresentados nas Seções 5.5 e 5.6. O capítulo será dividido em: (i) práticas de produção da Empresa; (ii) tabela de clientes por volume; (iii) tabela de clientes por elevador.

6.1 PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DA EMPRESA

Para justificar o tamanho da amostra definido para análise do processo em estudo, faz-se necessário explicar como a produção de elevadores ocorre. A empresa possui uma fabricação média de vinte (20) elevadores por dia. Multiplicando por vinte e dois (22), que é a média de dias úteis por mês, chega-se ao total mensal médio de 440 elevadores produzidos/mês. Essa quantidade seria a meta da empresa em produzir elevadores, considerando-se todas as perdas existentes nos processos internos. O estudo das perdas não visa apenas ao aumento da capacidade diária de produção, que já se sabe ser possível, mas principalmente ao balanceamento e sincronização da produção atual.

Quanto à forma em que os elevadores produzidos são enviados aos clientes: todos os elevadores expedidos são remetidos desmontados nos veículos transportadores. A fabricante também se preocupa em enviar um elevador em um caminhão, evitando fracioná-lo em diferentes transportes. Salvo exceções emergenciais, um elevador sempre vai completo dentro de um caminhão, podendo dividir espaço com outro elevador completo caso tiverem o mesmo destino.

6.2 TABELAS PARA ENTENDIMENTO DE PROCESSO E OPERAÇÃO

Para correto entendimento e esclarecimento dos dados coletados foram construídos dois (2) modelos de tabelas: uma focada em cada volume e sua data de expedição, assim como recebimento pelo Setor de Expedição; outra desenvolvida para macro análise das expedições de cada elevador completo, ou seja, com todos seus volumes finalizados e embarcados, seguindo as datas planejadas (datas informadas pelo Departamento de Planejamento no mapa da produção). As tabelas a seguir auxiliarão no esclarecimento dos fluxos de processo e operação apresentados.

A Seção está subdividida em: (i) Tabela de clientes por volume a ser expedido; (ii) Tabela de clientes por elevador a ser expedido.

6.2.1 Tabela de clientes por volume a ser expedido

Por meio do mapa da produção informado mensalmente, é possível identificar o número do elevador para cada cliente, bem como sua data prevista de expedição, dentre outros fatores particulares tais como estado do destino, tipo de cabina, tipo de máquina de tração, número de paradas (andares), velocidade, etc.

Utilizou-se para análise o mapa da produção do mês de Agosto de 2014. Foi realizada a escolha desse mês por tratar-se de um mês típico em que não houve falhas de produção significativas, como máquinas-chave danificadas e paradas de produção.

Assim como essas falhas de produção atípicas, o autor reduziu possíveis variáveis que dificultassem a análise, buscando somente elevadores padrões e que possuíam o mesmo modelo de cabina.

Ainda na questão de refinamento da coleta, com vistas a aumentar a significância dos dados amostrais, coletaram-se dados apenas de elevadores de endereços distintos. Na prática, será analisado somente um elevador por cliente, de

tal forma que, por vezes, ambos os termos (elevador e cliente) poderão ser utilizados sob o mesmo sentido, sem prejuízo de compreensão.

Sabe-se que existem edifícios ou casas com mais de um elevador, sendo prática da empresa enviá-los em conjunto na mesma data. A existência de elevadores com mesmo endereço e, portanto, mesmas datas de expedição e tempos para produção tornaria a análise estatística menos confiável do ponto de vista de desperdício de tempo.

Após as delimitações realizadas, foi possível definir como amostra quarenta (40) elevadores com previsão de expedição no mês de Agosto. Essa amostra representa um total de 9,1% se considerada a amostra sobre quantidade média total de elevadores expedidos por mês, que é de quatrocentos e quarenta (440).

Ao final da coleta dos dados de elevadores planejados para serem expedidos no mês de agosto de 2014, foi pesquisado no sistema da companhia as datas em que o Setor de Expedição recebeu cada um dos tipos de volumes que compuseram os 40 elevadores amostrados. Essas datas foram confrontadas com o dia em que o elevador realmente foi expedido. A fórmula de avaliação do tempo de permanência (TP) está definida pela equação 1 a seguir:

$$TP = D_{\text{Expedido}} - D_{\text{Recebido}} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde:

- TP = Tempo de Permanência de volume no setor de expedição
- D_{Expedido} = Data em que volume foi Expedido para cliente
- D_{Recebido} = Data em que volume foi Recebido pelo setor de expedição

Por meio dessa equação levantou-se quanto tempo cada um dos volumes finalizados ficou aguardando para que outros volumes ficassem prontos, e assim, pudessem ser expedidos em conjunto ao cliente final. Na prática, volumes que resultarem em TP igual a zero foram na verdade os volumes recebidos pelo Setor de expedição no mesmo dia em que foram expedidos. Isso significa que esse volume foi o último volume recebido do conjunto de volumes destinados a um mesmo

cliente. Quanto maior o valor de TP, maior a antecipação do recebimento desse volume frente à data de expedição. Ou seja, maior o tempo de permanência de um volume no Setor de expedição aguardando o envio para o cliente.

Os volumes foram separados em três (3) categorias: a) comprados; b) produção da parte elétrica e c) produção da parte mecânica. Com essa divisão é possível saber os tempos médios de entrega assim como visualizar a sincronias dos volumes por categoria.

O resultado da coleta de dados gerou a tabela dos clientes (Anexo A, dividido em duas páginas). Utilizar-se-á o Cliente 1 (Quadro 4) para exemplificar a análise da Tabela anexa.

Quadro 4: Exemplo de Tabela de Clientes por Volume

Fonte: Elaborado pelo autor

Linha	Volume	Cliente 1
Comprado	1C	5
Comprado	2C	0
Comprado	3C	0
Comprado	7C	4
Comprado	9C	
Comprado	10C	11
Comprado	11C	
Elétrica	1E	1
Elétrica	2E	1
Elétrica	3E	1
Elétrica	4E	
Mecânica	1M	5
Mecânica	2M	
Mecânica	10M	5
Mecânica	11M	5
Mecânica	14M	5
Mecânica	15M	1
Mecânica	16M	5
Mecânica	17M	5
Mecânica	18M	
Mínimo		0
Máximo		11
TP GERAL		11

Fonte: Elaborado pelo autor

A primeira coluna indica a qual divisão ou linha de produção se trata o volume recebido na expedição. É possível encontrar três opções: i) Comprado (em cor cinza claro, Letra C), que se refere ao material comprado de terceiros e que fica em estoque separado até que seu envio para o Setor de expedição seja solicitado; ii) Linha Elétrica (em cor azul, letra E), referente à manufatura de componentes elétricos, tais como quadro de comando, painel de operação, entre outros; iii) Linha Mecânica (em cor cinza escuro, letra M), relacionado a todo restante do material que não se enquadra nas já citadas, como por exemplo, portas, vigas com polias, máquinas de tração não compradas, etc.

A segunda coluna informa o número do volume para fins de diferenciação entre as linhas de produção, a nomenclatura foi trocada para ocultar divulgação de informações internas. A nomeação recriada segue a seguinte lógica: um número sequencial seguido da primeira letra da sua linha, ou seja, o volume 10C, por exemplo, alude ao décimo – por isso 10 - tipo de volume da linha de Comprados – por isso “C”.

Já a terceira coluna expressa o TP (eq. 1), ou Tempo de Permanência (em dias) do volume no Setor de Expedição. Novamente utilizando-se como exemplo o volume 10C. Esse possui TP igual a onze (11), o que significa que essa caixa foi recebida pelo setor de expedição onze (11) dias antes de o elevador do Cliente 1 ser expedido. Já o volume 2C possui TP igual a zero (0), o que denota o recebimento do volume 2C pelo Setor de expedição no mesmo dia em que foi expedido.

As células que se encontram vazias denotam a não existência daquele volume específico para determinado elevador, tal qual o volume 6C ou 4E do Cliente 1.

Em conclusão, é possível verificar como o fluxo de processos funcionou para os volumes do elevador referente ao Cliente 1, bem como tempos de espera de processo aguardando volumes remanescentes ficarem prontos assim como constatar a falta de sincronia entre linhas e volumes tratados por cliente

6.2.2 Tabela de clientes por elevador a ser expedido

Ainda para verificar as questões de sincronização, uma segunda coleta foi realizada: buscaram-se as datas em que os quarenta elevadores amostrais realmente foram expedidos e esses períodos foram comparados com as datas planejadas, ou seja, as datas do mapa da produção geradas pelo Departamento de Planejamento (Anexo B). O mapa de produção reporta os dias previstos para expedição para cada elevador a ser fabricado no mês seguinte. Em suma, foram confrontadas datas planejadas com realizadas.

A comparação data planejada-realizada possibilita uma análise a respeito da assertividade das previsões feitas pelo Departamento de Planejamento. Essas previsões possuem caráter de extrema relevância visto que são as datas que orientam as três linhas (comprado, elétrico e mecânico) para entrega de seus respectivos volumes ao Setor de Expedição. Para ilustração, segue abaixo (Quadro 5) excerto da Tabela de Clientes por Elevador (a tabela completa encontra-se no Anexo B).

Quadro 5: Parte da Tabela de Clientes por Elevador

Cliente	Data Mapa de Produção	Data Expedido Realmente	Diferença	Em tempo?
1	01/08/2014	05/08/2014	4	Em tempo
2	01/08/2014	05/08/2014	4	Em tempo
3	01/08/2014	06/08/2014	5	Em tempo
4	01/08/2014	06/08/2014	5	Em tempo
5	01/08/2014	07/08/2014	6	Em tempo
6	04/08/2014	07/08/2014	3	Em tempo
7	05/08/2014	08/08/2014	3	Em tempo
8	06/08/2014	08/08/2014	2	Em tempo
9	05/08/2014	11/08/2014	6	Em tempo
10	05/08/2014	11/08/2014	6	Em tempo
11	01/08/2014	12/08/2014	11	Atrasado
12	01/08/2014	12/08/2014	11	Atrasado

Fonte: Elaborado pelo autor

7 ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS

O presente capítulo visa demonstrar as métricas utilizadas para mensurar os níveis de sincronização do processo em estudo e os fatores que contribuíram para a ocorrência dos resultados encontrados em diferentes análises. Em suma, a partir da análise dos fluxos de processo e operações associados aos dados quantitativos coletados pretende-se analisar o processo de tratamento de volume/elevadores expedidos e os tipos de perdas geradas, assim como possíveis sugestões de melhorias.

Na análise realizada, estão compreendidos: (i) a definição de amostra ajustada com exclusão de dados atípicos (*outliers*), (ii) o cálculo de tempos médios de permanência (TP) de volumes na expedição, (iii) o cálculo da variabilidade do TP (desvios padrões), e (iv) estimativa do grau de variabilidade do processo por meio da utilização do Coeficiente de Variação (CV) para dar sustentação às análises quantitativas realizadas. Foram utilizados diferentes gráficos, tal como diagrama de caixa, distribuição normal e histogramas para melhor visualização dessas análises e dar suporte às interpretações necessárias.

Desta forma, o capítulo está dividido com as seguintes apresentações gráficas: (i) Exclusão de *outliers* e ajuste da amostra coletada; (ii) Análise dos Tempos de Permanência Máximos; (iii) Análise da Diferença entre Tempos de Permanência Mínimos e Máximos; (iv) Análise dos Tempos de Permanência Máximos por linha de produção, mais especificamente as linhas de Manufaturas Elétricas e Mecânicas. Não se considerou a análise da linha de compra de itens, haja vista que a aquisição de itens, por muitas vezes independe da empresa. Por exemplo, se o item tiver que ser importado, a aquisição deverá ser realizada com antecedência, a fim de não atrasar a entrega de um elevador; (v) Comparações de Tempos de Permanência Máximos Entre Análise Total e Análise de Manufaturas Elétricas e Mecânicas; (vi) Análise da Diferença dos Tempos de Permanência Máximos e Mínimos de Manufaturas Elétricas e Mecânicas; (vii) Comparações da

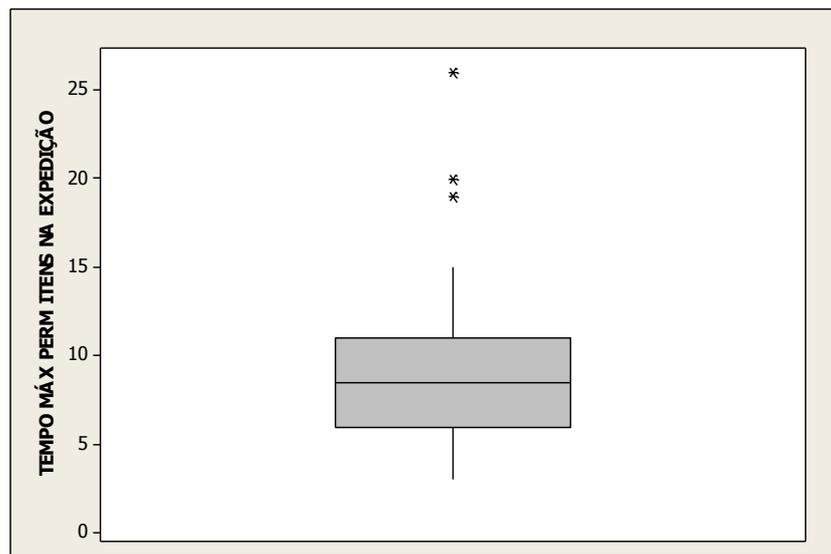
Diferença de Tempos de Permanência Mínimos e Máximos entre Análise Total e Análise de Manufaturas Elétricas e Mecânicas.

7.1 EXCLUSÃO DE *OUTLIERS* E AJUSTE DE AMOSTRA

A primeira análise que pode ser feita a partir da visão de cada cliente é primeiramente buscar os mínimos e máximos TPs de cada volume segregado por cliente. Dessa forma é possível verificar três (3) clientes atípicos ou *outliers* se comparados à amostra inicialmente coletada. Principalmente devido aos volumes comprados 10C e 12C os clientes 11, 12 e 19 destoaram do contexto geral (Gráfico 1). Com TPs Máximos ultrapassando duas semanas - respectivamente 19, 20 e 26 dias. Optou-se pela exclusão desses clientes para assim evitar prejuízos na interpretação das informações estatísticas geradas (média, desvio padrão e CV).

Com essa medida, a nova tabela de clientes por volume (Anexo C) e, por conseguinte, a amostra ajustada totalizará em 37 elevadores/clientes, ainda possuindo uma representatividade de 8,4% sob a média mensal de elevadores produzidos.

Gráfico 1: Diagrama de Caixa (BoxPlot) de Tempo Máximo de Permanência de Itens na Expedição



Fonte: Elaborado pelo autor

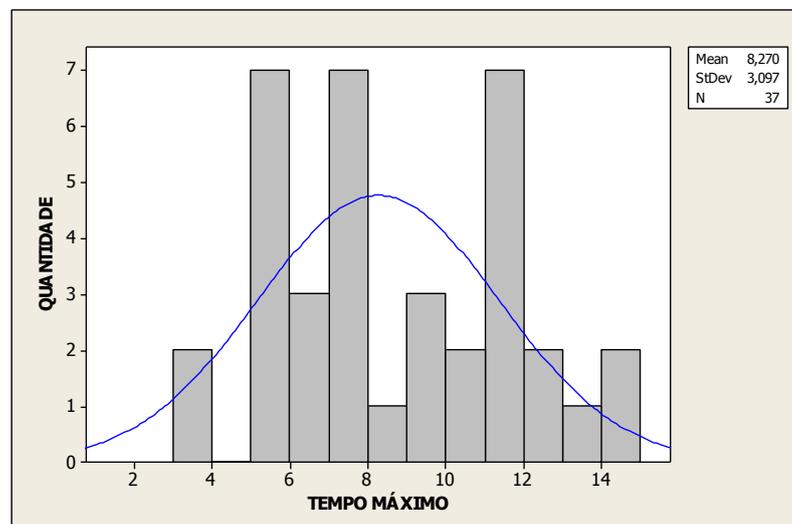
7.2 ANÁLISE DOS TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS

É possível verificar que a maioria dos clientes possuiu TP mínimo igual a zero. Para aqueles em que não houve TP mínimo igual a zero, atribui-se o atraso da expedição do elevador a fatores externos à entrega de materiais pelas três (3) linhas: ou questões financeiras (inadimplência, pendências financeiras gerais), que barraram a expedição do elevador, ou questões de espera para consolidação de elevadores em um mesmo caminhão.

Levando-se em conta os fatores externos gerais, a média (em inglês, *mean*) dos TP máximos resultará em um total de 8,27 dias, conforme Gráfico 2 - histograma associado a uma distribuição normal. Ou seja, numa visão ampla, os tempos máximos de permanência de volumes armazenados no Setor de expedição permanecem em média 8,27 dias naquela área. (Gráfico 2). Não houve nenhum elevador com tempo de permanência máxima de 5 dias, 2 dias ou menos. Os tempos máximos acima de 15 dias já foram excluídos por tratarem-se de *outliers*.

Ainda sob a mesma visão gráfica, é possível verificar que o desvio padrão (*StDev*) resulta em 3,097. O Coeficiente de Variação é igual a $3,097/8,27 = 0,37 = 37,4\%$. Pode-se inferir a partir desse resultado que o processo apresenta um grau de variabilidade expressivo, o que possivelmente redundará em perdas.

Gráfico 2: Histograma e Distribuição Normal de Tempo Máximo de Permanência de Itens na Expedição

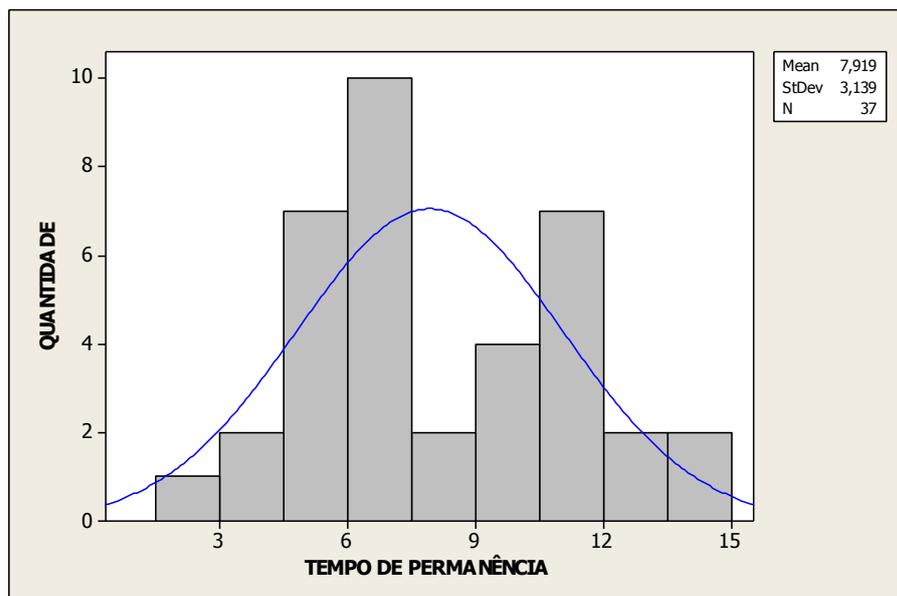


Fonte: Elaborado pelo autor

7.3 ANÁLISE DA DIFERENÇA ENTRE TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÍNIMOS E MÁXIMOS

Se forem desconsiderados os fatores externos à entrega das linhas (questões financeiras ou esperas para consolidação), os tempos para análise encontram-se na diferença entre o TP mínimo e o TP máximo. Observou-se que em média (*mean*), a diferença dos TPs Mínimo e Máximo possuem um valor de 7,92 dias, consoante Gráfico 3 de histograma associado a uma distribuição normal. Portanto, uma média menor do que se tivéssemos levado em conta os fatores externos. Destarte, teremos um desvio padrão (*StDev*) ligeiramente maior representado pelo valor de 3,139. O coeficiente de variação (*CV*) permanece em patamar elevado, igual a 39,6%.

Gráfico 3: Histograma e Distribuição Normal da Diferença entre Tempo Máximo e Mínimo



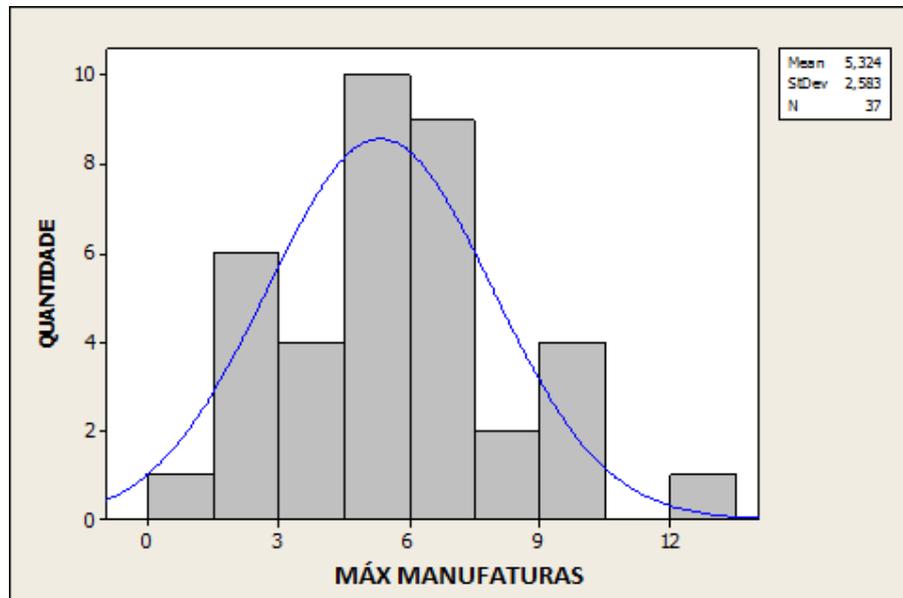
Fonte: Elaborado pelo autor

7.4 ANÁLISE DOS TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS

Para uma efetiva comparação, foi proposta uma análise dos tempos de permanência considerando apenas as linhas de manufatura elétrica e mecânica (Anexo D). Os volumes comprados são descartados especificamente nesta análise, e na seguinte, visto que a solicitação da entrega desses materiais no Setor de Expedição é realizada pelo próprio departamento. Por conseguinte, essa entrega é diferente das manufaturas elétricas e mecânicas, pois as últimas ainda não estão finalizadas aguardando a entrega, elas necessitam passar pelo processo de industrialização.

Logo, segundo o Gráfico 4, temos que a média das TP Máximas, considerando-se somente as linhas manufatureiras, está representado pelo valor de 5,324 dias, significativamente menor do que se considerado os volumes comprados (8,27). O desvio padrão agora é de 2,583 dias, e também, é possível verificar que o maior TP foi de 12 dias (cliente 20), com uma única ocorrência. Nessa situação, o CV é igual a 48,5%. Apesar da redução do tempo médio de permanência, desconsiderando a linha de compras, em aproximadamente 2,5 dias, o processo está submetido à recepção de itens das linhas elétrica e mecânica com alta variabilidade. Infere-se que as três linhas de produção variam em proporção além da desejada.

Gráfico 4: Histograma e Distribuição Normal de Tempo Máximo das Manufaturas Elétrica e Mecânica

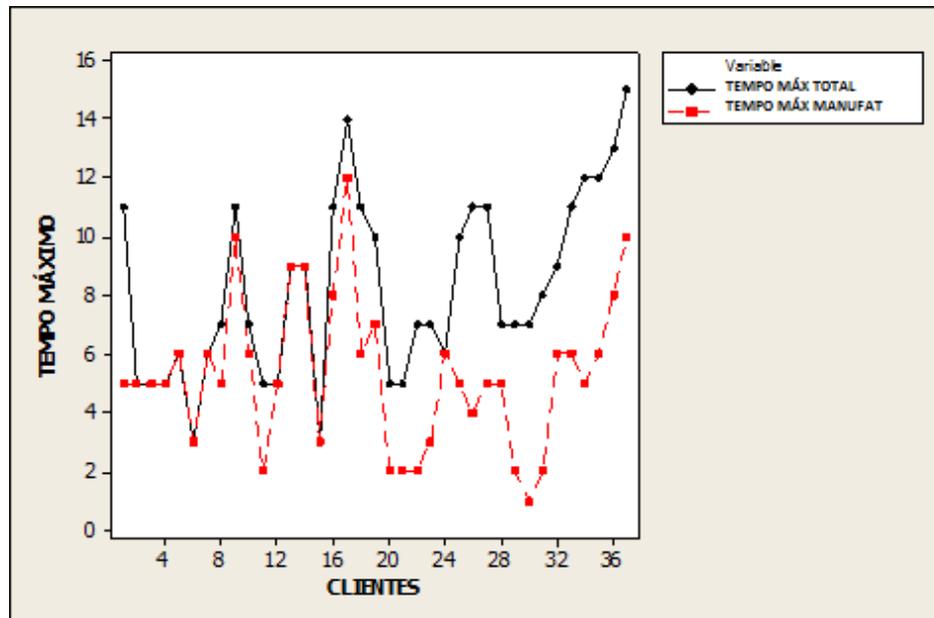


Fonte: Elaborado pelo autor

7.5 COMPARAÇÕES DE TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS ENTRE ANÁLISE TOTAL E ANÁLISE DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS

Fazendo-se uma comparação entre os dados com e sem os volumes de compras temos a variação demonstrada no Gráfico 5. É visível a diferença entre as duas abordagens. Enquanto a linha preta identifica os TPs máximos incluindo os volumes comprados por cliente, a linha vermelha indica a variação dos TPs máximos somente das linhas manufatureiras. Há casos, para o mesmo cliente, de lacunas de TPs muito significativos, por exemplo, o cliente 26. Esse possui 7 dias de diferença entre o tempo de permanência máximo das linhas manufatureiras e do volume comprado, sendo essas ocorrências em quantidades expressivas ao longo de toda a amostra.

Gráfico 5: Comparação de Tempo Máximo do Total e apenas das Manufaturas Elétrica e Mecânica



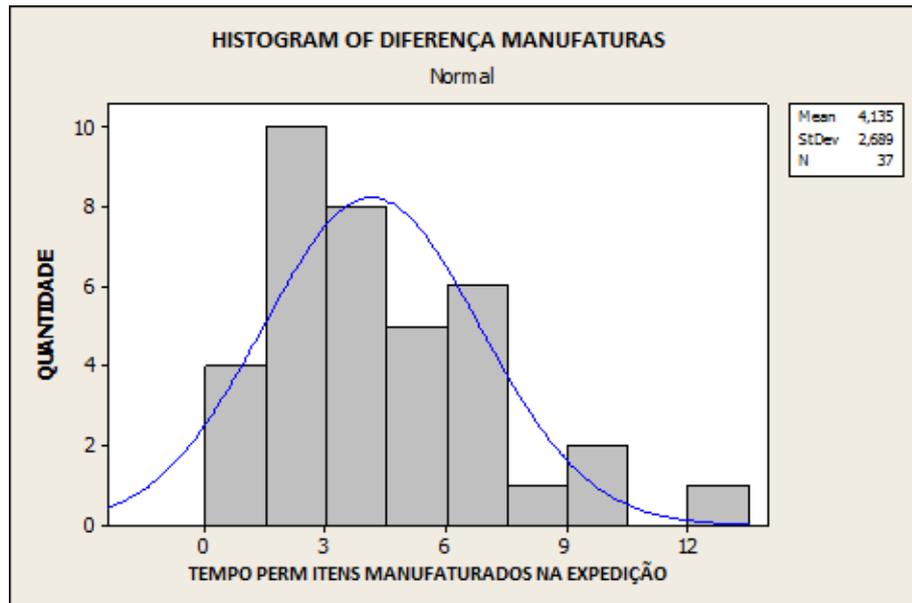
Fonte: Elaborado pelo autor

7.6 ANÁLISE DA DIFERENÇA DOS TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÁXIMOS E MÍNIMOS DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS

Desconsiderando os fatores externos gerais e a linha de volumes comprados, temos o Gráfico 6 para ilustrar o resultado dessa abordagem. Esta análise está baseada na premissa das diferenças entre os Tempos de Permanência Mínimos e Máximos das linhas de manufatura elétrica e mecânica.

O resultado é uma média da diferença entre TPs mínimos e máximos de 4,135 dias e o desvio padrão de 2,689. Foi encontrada uma ocorrência de diferenças entre TPs mínimos e máximos igual a zero, o que indica sincronização total entre as linhas de manufatura nessa ocasião específica. Porém, o processo como um todo é muito variável, pois o CV é igual a 65%.

Gráfico 6: Histograma e Distribuição Normal da Diferença entre Tempo Máximo e Mínimo das Manufaturas Elétrica e Mecânica



Fonte: Elaborado pelo autor

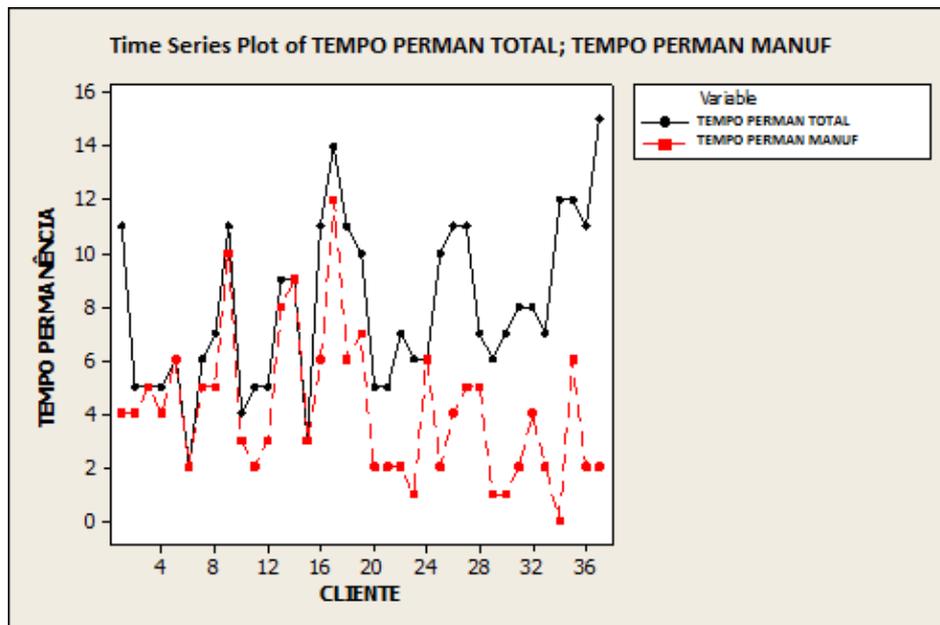
7.7 COMPARAÇÕES DA DIFERENÇA DE TEMPOS DE PERMANÊNCIA MÍNIMOS E MÁXIMOS ENTRE ANÁLISE TOTAL E ANÁLISE DE MANUFATURAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS

Realizando uma comparação da diferença de TPs Mínimos e Máximos entre a análise que leva em consideração as três (3) linhas e a análise que foi realizada somente com as manufaturas elétrica e mecânica chega-se à ilustração do Gráfico 7. Essa comparação tem como objetivo demonstrar a representatividade que os volumes comprados possuem no tempo de permanência dos elevadores na expedição.

Ignorando-se os fatores externos à entrega das linhas, é possível verificar novamente, tal qual na última comparação de análises de TPs máximos, uma diferença grande entre os volumes entregues pelas manufaturas e os volumes comprados. Os últimos, exatamente por já estarem finalizados, parecem ser os primeiros a serem entregues ao Setor de expedição, mesmo que o elevador completo seja expedido somente duas semanas após. Essa distinção se torna muito visível no Gráfico 7, a partir do cliente 26 até o cliente 37. Nesse escopo, a diferença de Tempo de Permanência ultrapassa uma semana, ou seja, a linha preta que está acima e representa a análise total que está significativamente acima da linha

vermelha e representa as análises somente das manufaturas. Em outras palavras, volumes comprados são entregues com maior tempo de antecedência do que os das manufaturas. A falta de sincronia impactará diretamente no desempenho do Setor de expedição e é parte principal do objeto a ser interpretado no presente estudo.

Gráfico 7: Comparação de Tempo Máximo do Total e apenas das Manufaturas Elétrica e Mecânica



Fonte: Elaborado pelo autor

8 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Nesse capítulo, todos os dados qualitativos e quantitativos serão interpretados e contextualizados na lógica das sete perdas e associados à análise do fluxo de processo e operações. Para tal, sua estrutura está definida da seguinte forma: (i) Pressupostos da interpretação; (ii) Interpretação de dados quantitativos; (iii) Interpretação de dados qualitativos; (iv) Sugestões de melhoria.

8.1 PRESSUPOSTOS DA INTERPRETAÇÃO

Antes de iniciar a interpretação faz-se necessário partir de alguns pressupostos para correto entendimento, principalmente no que diz respeito aos procedimentos utilizados pelo Setor de Expedição.

Inicialmente, quando recebidos os volumes comprados de fornecedores, esses são estocados no almoxarifado geral, portanto, não ocupam espaço no Setor de Expedição.

Assim que o Setor de Expedição verificar que um elevador está para ser finalizado é solicitado que a movimentação dos volumes comprados ocorra do almoxarifado geral para o Setor de Expedição. Esse movimento é chamado de “pagamento” ao Setor de Expedição. Isso pode ocorrer tanto de forma semanal quanto diária. A frequência é preestabelecida especificamente para cada volume.

Não há um procedimento explícito recomendando com quanto tempo de antecedência esse “pagamento” deve ser feito. O Setor de Expedição, na sua maioria das vezes, solicita-o baseando-se na data do mapa da produção, sendo essa sua referência para o dia em que será expedido o elevador.

Como é possível notar na Tabela de Clientes por Elevador (Anexo B), essas datas não se concretizam como reais. Em apenas um caso do total da amostra houve um elevador sendo expedido na data projetada pelo planejamento (conforme

evidenciado pela coluna “Diferença”, em que somente o cliente 31 obteve o valor zero). A explicação para pequena quantidade de clientes “atendidos no prazo” encontra-se na existência dos sete (7) dias de tolerância, denominado pela empresa de “prazo estendido”.

A partir da data do mapa de produção, a fábrica ainda teria sete (7) dias para expedir um elevador após essa data. Mediante entrevistas indiretas com coordenadores da produção, esse prazo estendido foi justificado pelo fato de que tanto as programações de compra de materiais quanto a entrega de elevadores utiliza semanas (e não dias) para referência de cálculo e controle. Exemplificando: a compra do item x está programada para ser entregue na fábrica na semana 30. Foi informado à filial que essa receberá o elevador completo na semana 52, já contado o tempo de trânsito.

Utilizando-se o prazo estendido, de um total de 37 elevadores amostrais (após ajuste de amostra), há oito (8) elevadores considerados atrasados, uma participação percentual de 22%. Por outro lado, pode-se afirmar que 78% dos elevadores programados para serem expedidos estão dentro do planejado, ou “Em tempo”. Importante frisar que o atraso para expedição de elevadores não necessariamente significa em atraso de entrega ao cliente final, visto que após a expedição do elevador existe o transporte rodoviário, e esse *leadtime* é variável, pois depende da localização do cliente.

8.2 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS QUANTITATIVOS

Sob a filosofia enxuta, é impensável o acúmulo de estoque. Entretanto, como já relatado, o próprio Setor de Expedição pode ser considerado um estoque final, um *buffer* onde todos os volumes são reunidos. Portanto, é lógico pensar que se há um material chegando, por exemplo, dez dias antes dos outros, esse deverá ficar armazenado até que seja expedido em conjunto com os outros materiais, formando um elevador completo.

A visão enxuta prega que materiais parados – e que, conseqüentemente não seguem um fluxo contínuo - representam perdas. No exemplo dado acima, a

ocupação de espaço no setor de expedição, sob a luz das sete (7) perdas na Produção Enxuta, caracteriza-se como perda por estoque, que equivale ao mesmo na Logística Enxuta que perdas P (previsão, planejamento, programação, prazo).

Como foi possível verificar na coleta de dados quantitativos e nos pressupostos de interpretação, são questões de previsão equivocadas e prazos estendidos que acabam por afetar o estoque do Setor de Expedição. O âmago parece estar no planejamento, no início do processo, distante da atuação do departamento em foco, mas que suas conseqüências reverberam ao longo do macrofluxo da cadeia.

Na tabela de clientes é possível encontrar alguns volumes que possuem maior quantidade de tempo de permanência que outros. Destacam-se os volumes comprados, conforme comprovado pelas análises realizadas, excluindo-se exatamente esses volumes. A média da diferença dos tempos de permanência mínima e máxima, com a exclusão dos volumes comprados (ou seja, analisando somente as manufaturas elétrica e mecânica), sofreu uma notável redução - de 7,919 para 4,135 dias. Os volumes que mais impactam para alta contribuição dos TPs de volumes comprados são os 7C e 10C, ou seja, são esses volumes que costumeiramente chegam de forma antecipada.

Foi apurado que a entrega desses volumes para o Setor de Expedição ocorre de forma semanal. Como a referência da data para expedição de um elevador é o mapa da produção, os “pagamentos ao setor de expedição” costumam ocorrer na semana anterior àquela prevista pelo mapa. Na contagem, já é possível ter sete dias em que esse volume ficará aguardando no Setor de expedição.

Sabendo que ainda há um “prazo estendido”, ou seja, a saída daquele elevador poderá ocorrer sete (7) dias após a previsão do planejamento, a contagem totaliza 14 dias possíveis de esperas.

Os valores de TPs encontrados na tabela de clientes condizem com o comentado e constata as chamadas perdas P, resultado de previsões e planejamento inadequados, programação de “pagamento” da mesma maneira e prazos não atendidos (por isso a existência do prazo estendido).

A ilustração a seguir (Figura 7) demonstra o fluxograma das informações de forma resumida com a associação de perdas constatadas:

Figura 7: Fluxograma de Solicitação de volumes comprados e perdas associadas



Fonte: Elaborado pelo autor

A perda por esperas já está implícita em uma perda P, visto que uma é consequência da outra e foi exatamente o que foi verificado nas tabelas de clientes. Os Tempos de Permanência máximos estão medindo o quanto o primeiro volume teve de aguardar até que o elevador fosse expedido, incluindo esperas por elevadores que possuam destinos iguais ou próximos, na tentativa de consolidá-los dentro de um mesmo caminhão.

A outra perda mapeada é a referente a questões financeiras dos clientes frente aos negócios com a fabricante. É exigido que uma percentagem do elevador já esteja quitada para que seja expedido. Do contrário, o elevador ficará retido no Setor de Expedição até que a pendência seja sanada.

As perdas continuam com a perda por superprodução, conhecida na Logística Enxuta como superoferta por quantidade. Essa pode ser verificada a partir da entrega não balanceada intra-linhas. Isso significa que, se analisada cada linha

separadamente, é possível notar que são produzidos volumes com mais antecedência do que outros. Isso dentro da mesma linha. Se verificarmos apenas a linha elétrica, ela possui uma sincronia interna maior, entregando todos os volumes no mesmo dia.

Já para a manufatura mecânica, é visível que alguns volumes estão sendo produzidos para estocagem, sendo finalizados com muito mais antecedência que outros volumes também mecânicos. A entrega no final termina por não ser balanceada, no que diz respeito às três (3) linhas, ocasionando a já citada perda por espera.

8.3 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS QUALITATIVOS

Agora sob o ponto de vista da análise do fluxograma de processos e operação, é perceptível a presença de algumas perdas que podem ser minimizadas.

Primeiramente, o desperdício por movimentação está mais apresentável como potencial eliminação. No momento em que o operador de empilhadeira da linha de produção leva o volume até o Setor de Expedição e o coloca em locais aleatórios, temos uma perda por movimento, tendo em vista que mais um esforço será necessário de outro colaborador no sentido de realocá-lo na posição adequada.

Desta forma, o empilhadeirista do Setor de Expedição terá que identificar o novo volume e colocá-lo em local adequado. Um retrabalho desnecessário, visto que o primeiro empilhadeirista (da linha de produção) já podia tê-lo feito.

Outra perda identificada está na busca dos volumes no momento em que o elevador está sendo carregado no caminhão. Não há um sistema que indique a prateleira ou a posição de um volume de determinado elevador, de tal forma que o empilhadeirista deve buscá-lo por meio das etiquetas que estão em cada uma das caixas e verificar se corresponde ao mesmo elevador que procura. Essa perda também é considerada perda por movimentação ligada diretamente à identificação, consoante fluxograma de processos apresentado em 5.5.

Utilizando-se a análise de operações, é possível afirmar que essas são realizadas com perdas de mão-de-obra, visto que estão sendo mal aproveitadas em tarefas de retrabalho e de identificações desnecessárias.

8.4 SUGESTÕES DE MELHORIA

Por meio das análises e interpretações realizadas, após serem relacionadas as perdas, algumas sugestões de melhorias podem servir na adequação do funcionamento atual do Setor de expedição à Logística Enxuta.

Como foi possível notar, a existência do prazo estendido de sete (7) dias parece afetar diretamente o funcionamento do setor de expedição mediante a lógica das sete (7) perdas, sendo recomendado pelo autor o desuso dessa alternativa.

Os volumes manufaturados trabalhariam com uma folga menor para entrega, mas esses prazos estariam alinhados ao planejamento. Essa medida provocaria a necessidade de estudo dos tempos das manufaturas elétrica e mecânica numa tentativa de sincronizar a produção tanto entre as diferentes linhas quanto na análise interna de cada linha específica, entregando todos os volumes de forma simultânea ou com tempo inferior ao realizado atualmente. Na prática, significa reduzir o tempo médio de permanência dos volumes originados nas três linhas de produção.

As previsões mais precisas forçarão o funcionamento justo dos “pagamentos” de volumes comprados ao Setor de expedição na data estipulada, reduzindo significativamente o tempo de permanência total desses volumes. Ainda, no que tange aos “pagamentos”, o autor sugere que todos os volumes comprados sejam entregues diariamente mediante a solicitação do setor de expedição, e não mais de forma semanal, como foi demonstrado com os volumes 7C e 10C.

Quanto ao processo e as operações identificadas nas análises qualitativas, alguns casos se mostram simples para serem resolvidos. É o caso do movimento de volume manufaturado até o Setor de Expedição. Esse que é realizado pelo empilhadeira da própria linha poderia ser realizado, ou pelo empilhadeira da

expedição, ou esse último poderia passar a lógica de organização do setor. Assim, o empilhadeira externo saberia exatamente onde colocar o volume.

Já se tratando das perdas por identificações que o empilhadeira deve fazer para verificar se corresponde ao elevador que está sendo carregado dentro do caminhão, um sistema avançado de localização, ou até mesmo prateleiras nomeadas e numeradas de acordo com o cliente e identificando o número dos volumes seria uma sugestão para auxiliar o trabalho do empilhadeira e reduzir o desperdício de tempo.

Por fim, para redução de permanência de tempo em caso de espera para consolidação de elevadores com o mesmo destino ou os mais próximos, uma análise financeira mais detalhada seria de grande importância para se verificar o possível ganho financeiro no aproveitamento dos caminhões a serem utilizados.

Para concluir, uma simulação detalhada com relação à redução dos tempos de permanência médio dos volumes recebidos no Setor de Expedição podem ser realizadas com o intuito de se poder dimensionar os ganhos financeiros na execução do processo de expedição e de qualidade prestada para os clientes.

9 CONCLUSÃO

Um dos aspectos do *Lean* que se refere à eliminação ou redução de estoque foi criteriosamente analisado, no que diz respeito ao recebimento sincronizado de volumes no setor de expedição. Fundamentado pela lógica das sete (7) perdas, o presente estudo, por meio de coleta de dados e análises, pode identificar conceitos da Logística Enxuta no Setor de expedição, bem como perdas ocorrentes no processo atual.

A perda por movimento e por esperas impactam diretamente no fluxo contínuo, também pregado pela filosofia *Lean*. No estudo, a fabricante ainda demonstra estar em fase de implantação da Logística Enxuta, visto que muitos dos componentes dos elevadores são produzidos ou entregues em antecipação às datas planejadas, enquanto outros ultrapassam o prazo estabelecido no mapa da produção, utilizando-se de artifícios, tal como o prazo estendido de sete (7) dias para manter-se “*Em Tempo*”.

Essa incerteza de datas de recebimento provoca o desbalanceamento das entregas das três (3) linhas - são elas: itens comprados, manufatura elétrica, manufatura mecânica - no Setor de expedição. Conforme identificado, o Departamento atua como uma área de “montagem”, ou *buffer*, em que todos os componentes são reunidos no mesmo local para serem expedidos em conjunto.

Sabendo-se que o elevador só pode ser expedido quando todos seus volumes estiverem finalizados e recebidos pelo Setor de expedição, todos deveriam ser entregues de forma sequenciada, ou seja, na mesma data da expedição, em um cenário ideal.

Na inexistência desse cenário utópico, as conseqüências encontradas foram:

- perdas por estoque, tratadas também por perdas P na Logística Enxuta. A letra “P” refere-se à previsão, planejamento, programação e prazo, os quais se apresentam de grande importância para viabilidade do fluxo contínuo.

- Perdas por espera: todas as linhas devem trabalhar com a mesma data de entrega. O atraso de uma linha gera a espera das outras duas.
- Perdas por superprodução na Produção Enxuta, ou superoferta por quantidade na Logística Enxuta: Alguns dos volumes são finalizados com muito tempo de antecedência, indicando excesso do uso da capacidade de mão-de-obra ou equipamento (principalmente no caso de volumes mecânicos). Também há casos de entrega antecipada, no caso dos itens comprados que possuem “pagamento” semanal.

Igualmente, perdas por movimentos foram identificados quando do estudo do fluxo do processo e operações, principalmente no que diz respeito ao trabalho dos empilhadeiras. Os empilhadeiras das linhas não possuem conhecimento dos locais de cada volume, visto que não há identificação das prateleiras para seus respectivos materiais. Essa falta gera retrabalho, visto que o próprio empilhadeira do setor de expedição deve organizar a área e realocar os volumes movimentados pelos empilhadeiras das linhas.

Em suma, o presente trabalho deu início a um estudo de caráter observatório do Setor de expedição na tentativa de indicar possíveis melhorias e adequá-lo a cultura *Lean*. Após mapeamento dos processos atuais e coletas de dados, foi possível inferir que além de possibilidades de melhorias internas, outras áreas - vide manufaturas elétrica e mecânica e itens comprados - precisarão adequar-se plenamente ao *Lean*, pois essas afetam diretamente o funcionamento do departamento foco de estudo.

10 TRABALHOS FUTUROS

Deve-se estudar qual o impacto financeiro para a empresa ao reduzir o TP dos volumes no Setor de Expedição. Ou seja, qual o impacto financeiro com a redução das perdas? E qual o impacto ao se agregar mais valor ao cliente em termos de qualidade com prazo menor de entrega dos elevadores?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. **Aplicação do Programa Seis Sigma no Brasil: Resultados de um Levantamento tipo Survey Exploratório-Descritivo e Perspectivas Para Pesquisas Futuras.** *Gestão & Produção*, v. 14, n. 2, p. 203-219, 2007.

ANTUNES, Daniela L.; SOUSA, Sérgio D.; NUNES, Eusébio. **Using Project Six Sigma and Lean Concepts in internal Logistics.** In: WORLD CONGRESS ON ENGINEERING, Jul 3 - 5, 2013, London, Uk.

ARBACHE, Fernando Saba, et al, **Gestão de Logística, distribuição e trade marketing.** 3. Ed., FGV 2006. ISBN 85-225-0469-5.

BANDEIRA, R. A. M.; MAÇADA, A. C. G. **Tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos: o caso da indústria gases.** *Produção*, v. 18, n. 2, p. 287-301, 2008.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial.** Bookman, 2006.

BEDNÁR, Roman; HORNAKOVÁ, Natália; VIDOVÁ, Helena. **Implementation procedure of Lean Methods in Logistics Processes.** In Metal 2013: Brno, Czech Republic, 2013.

BOWERSOX, D.J; CLOSS, D. J.; COOPER, M.B. **Gestão logística da cadeia de suprimentos.** Porto Alegre: Bookman Editora, 2006.

DONATO, Vítório. **Logística Verde.** 1. ed, Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. ISBN 85-7393-705-3.

FERNANDES, Kleber dos Santos **Logística: fundamentos e processos.** 1.Ed. Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2012

FERRO, José Roberto. **Logística Lean: exemplos apresentados no Lean Summit 2010.** Disponível em: <http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_148.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014.

FLEURY, P. F. Logística Integrada. In: FLEURY, P. F., FIGUEIREDO, K., WANKE, P. (org). *Logística Empresarial. Coleção COPPEAD de Administração.* Atlas: São Paulo, Cap.2, p.27-38, 2000.

Production Logistics. *FlexLink products & services.* Göteborg. 2008. Disponível em <URL:<http://www.flexlink.com/wps/public/s/10000/c/1062095>>. Acesso em: 24 dez. 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDSBY, Thomas J; MARTICHENKO, Robert. **Lean sig sigma logistics: strategic development to operational success**. Florida: J. Ross, 2005.

HA, S. M.. **Continuous processes can be lean**. Manufacturing Engineering, v.138, n.6, p.103-109, Jun. 2007.

LEONARDO FRANCIA. Diário do Comércio. **Logística ganha importância nas empresas**. Disponível em: <www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?id=128628>. Acesso em: 21 out. 2014.

MAIA, Sandro Alves da. **Adoção de procedimentos padrões como ferramenta de redução dos custos na gestão da cadeia de suprimentos de insumos importados na empresa x**. 201. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mba em Logística Empresarial, Fgv, Porto Alegre, 2014.

MCKINSEY QUARTERLY (Ed.). **Next frontiers for lean**. 2014. Disponível em: <http://www.mckinsey.com/insights/manufacturing/next_frontiers_for_lean>. Acesso em: 19 out. 2014.

MYERSON, Paul. **Lean Supply Chain and logistics management**. McGraw-Hill, 2012.

NISHIDA, Lando. **Logística Lean: conceitos básicos**: Mostra como criar uma logística lean.. 2008. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/41/logistica-lean-conceitos-basicos.aspx>>. Acesso em: 24 ago. 2014.

NOVAES, Antônio G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: Estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997.

PANNELL, A., **Happy together**: Solid Lean Principles are at the Heart of every successful Six Sigma Program. Industrial Engineer, v.38, n. 3, p.46 – 49, Mar. 2006.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Conceitos de distribuição**: logística empresarial. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/31540/conceitos-de-distribuicao-logistica-empresarial#ixzz3MqYBbEkb>>. Acesso em: 24 dez. 2014.

RECCHIA, Rodrigo. **Planejamento Logístico como diferencial competitivo**. 2014. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/noticias/negocios/artigo-planejamento-logistico-como-diferencial-competitivo/93647/>>. Acesso em: 20 out. 2014.

ROWLANDS, H. **Six Sigma: a new philosophy or repackaging of old ideas?** Engineering Management, v. 13, n. 2, p. 18-21, 2003.

SANTOS, Gilberto Tavares dos. **Aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção em uma empresa prestadora de serviços.** Attitude, Porto Alegre, v. 6, n. III, p.17-24, dez. 2009.

SANTOS, Jorge Alex Ferreira dos. **Uma Abordagem sobre os Conceitos de Logística Enxuta:** Experiências na Cadeia de Suprimentos do Setor Automobilístico.. 2008. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração de Empresas, Faculdade de Administração e Artes de Limeira, Limeira, 2008.

SHINGO, Shingeo. **O Sistema Toyota de Produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VASCONCELLOS, L.H.R , Junior, O.C. e Chap, C.R., **A aplicação da metodologia Seis Sigma em serviços:** um Estudo de Caso de uma instituição financeira. In.: IX SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 9., 2006, São Paulo. Anais... São Paulo: FVG/EAESP, 2006.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. Lean seis sigma: Introdução às ferramentas do lean manufacturing. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WEISZFLOG, Walter. **Michaelis:** Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos Ltda., 2009. 2267 p. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=logistica>>. Acesso em: 19 out. 2014.

WOMACK, James P. e JONES, Daniel T. **Soluções Enxutas:** Como empresas e clientes podem juntos criar valor e riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

WOMACK, James P. e Jones, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ANEXO A – Tabela de Clientes por Volume (1ª parte)

Linha	Volume	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	Cliente 8	Cliente 9	Cliente 10	Cliente 11	Cliente 12	Cliente 13	Cliente 14	Cliente 15	Cliente 16	Cliente 17	Cliente 18	Cliente 19	Cliente 20
Comprado	1C	5	4	1	2	0	3	1	5	8	4	8	8	2	2	3	7	3	7	14	10
Comprado	2C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3
Comprado	3C	0					1			1						0		1			
Comprado	4C	5	1	1	0	0	1	5	3	3	4	1	5	1	1	1	0	0	1	0	3
Comprado	5C	1	1	1	1	1	2	1	3	1	4	4	5	1	1	1	1	1	1	3	3
Comprado	6C		0	0	0	0		4	0		3	0	4	0	0	0		0		0	3
Comprado	7C	4	4	2	1	3	2	3	5	10	6	4	0	2	2	2	8	3	1	14	13
Comprado	8C									7				0					1		
Comprado	9C																				
Comprado	10C	11					3		7	11	7		20	5					11	26	14
Comprado	11C			0		0		0		4									4	0	
Comprado	12C									7		19	19						7		
Comprado	13C			0		0		4			3									0	3
Comprado	14C	5	1	0	0	0	1	4	3	3	4	1	5	1	1	0	0	0	1	0	
Elétrica	1E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	4	0	1	2	2	0	0	2	17	0
Elétrica	2E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	4	0	2	2	2	0	0	2	17	0
Elétrica	3E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	4	0	2	2	2	0	0	2	17	0
Elétrica	4E			5																	
Elétrica	5E															2	0				
Mecânica	1M	5	4	1	5		3		4			6	7			3	7	3			11
Mecânica	2M			1		1		2		8									8	13	
Mecânica	3M					1		1		9	4				2	3			8	12	
Mecânica	4M					1		1		8	4	7	7		2				7	13	
Mecânica	5M											8	7								
Mecânica	6M	5	4	2	2	3	3	6	5	10	4	8	8			8	7		8	13	11
Mecânica	7M	5	4		2		3		4			8	8			6	6	3			
Mecânica	8M	5	4	0	2	1	2	1	4	9	4	8	8	2	2			3	8	14	7
Mecânica	9M	5	5	2	2	1	3	2	3	9	5	7	7	2	5	3	6	3	8	13	12
Mecânica	10M	5	4	1	2	1	3	1	5	9	4	8	8	2	2	9	6	3	8	14	11
Mecânica	11M	5	4	0	2	0	3	4	0	9	3	8	8	1	2	1	6	3	7	14	10
Mecânica	12M	5	4	1	5	1	3	1	4	7	4	6	7	0	2	3	7	3	4	13	7
Mecânica	13M	5	1	0	2	1	3	1	0	9	4	7	7	2	5	7	7	3	7	12	11
Mecânica	14M	5	4	1	2	0	3	1	5	8	4	8	8	2	2	3	7	3	7	14	10
Mecânica	15M	1	1	0	1	1	1	1	4	4	3	7	7	2	2	7	2	3	3	12	6
Mecânica	16M	5	4	1	2	0	2	1	4	8	4	8	8	2	2	3	7	3	7	13	10
Mecânica	17M	5	4	1	1	1	3	1	4	4	4	7	8		2	3	6	2	4	14	11
Mecânica	18M															8	9				
	Mínimo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Máximo	11	5	5	5	6	3	6	7	11	7	19	20	5	5	9	9	3	11	26	14
	Diferença entre mínimo	11	5	5	5	6	2	6	7	11	4	19	20	5	5	9	9	3	11	26	14

Fonte: Elaborado pelo Autor

ANEXO A – Tabela de Clientes por Volume (2ª parte)

Linha	Volume	Cliente 21	Cliente 22	Cliente 23	Cliente 24	Cliente 25	Cliente 26	Cliente 27	Cliente 28	Cliente 29	Cliente 30	Cliente 31	Cliente 32	Cliente 33	Cliente 34	Cliente 35	Cliente 36	Cliente 37	Cliente 38	Cliente 39	Cliente 40
Comprado	1C	5	4	2	2	1	2	3	4	0	1	2	2	2	1	6	5	5	6	8	9
Comprado	2C	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	4	0	0	2	0
Comprado	3C	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Comprado	4C	4	0	0	0	1	2	4	3	1	1	0	2	1	1	5	5	1	1	6	2
Comprado	5C	1	4	1	1	1	2	3	3	0	0	1	2	0	1	1	5	1	1	2	1
Comprado	6C	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	2	1
Comprado	7C	6	7	5	5	4	4	6	6	7	8	7	7	7	8	9	11	12	12	13	15
Comprado	8C								0									0			
Comprado	9C																				
Comprado	10C	11	10			7	7		10	11	11	6		7	7					13	
Comprado	11C					1								1				1	1		
Comprado	12C		10																		15
Comprado	13C		0			0								0	0			0	0		
Comprado	14C	4	0	0	0	1	2	4	3	1	1	0	2	0	1	5	5	1	1	2	3
Elétrica	1E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	2E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	3E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	4E																				
Elétrica	5E																				
Mecânica	1M	6	5	1	1		2			1	1	1	1		4	5			8	9	
Mecânica	2M					0								1			5	6			
Mecânica	3M					0		3						1	1	4		5	5		
Mecânica	4M		4			0		0						0	1			5	5		9
Mecânica	5M		3																		9
Mecânica	6M																				
Mecânica	7M	4		1	1		2			0	0	2	2			5	5			7	8
Mecânica	8M	6	7	2	2	1	2		4	1	1	2	2	0	0	5	5	5	5	8	9
Mecânica	9M	6	4	2	2	1	2	4	3	1	1	2	2	1	0	4	4	5	5	8	8
Mecânica	10M	6	5	2	2	1	3	0	4	1	1	5	2	1	1	2	5	5	5	8	9
Mecânica	11M	4	4	0	0	1	2	4	3	0	0	2	2	0	1	4	5	5	5	8	8
Mecânica	12M	6	5	1	1	0	2	3	4	1	1	1	1	0	1	4	5	5	5	8	9
Mecânica	13M	6		2	2		2	3	4	3	3	4	2		2	6	6		0	7	8
Mecânica	14M	5		2	2		2	3	4	0	1	2	2		1	6	5		6	8	9
Mecânica	15M	6		1	1		3	4	5	1	4	2	2		4	5			8		
Mecânica	16M			1	1			4	4			2	2		4	5					
Mecânica	17M			2	2							2	2			5					
Mecânica	18M																				
	Mínimo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	2	0
	Máximo	11	10	5	5	7	7	6	10	11	11	7	7	7	8	9	11	12	12	13	15
	Diferença entre	11	10	5	5	7	6	6	10	11	11	7	7	7	8	8	7	12	12	11	15

Fonte: Elaborado pelo Autor

ANEXO B – Tabela de Clientes por Elevador

Cliente	Data Mapa de Produção	Data Expedido Realmente	Diferença	Em tempo?
1	01/08/2014	05/08/2014	4	Em tempo
2	01/08/2014	05/08/2014	4	Em tempo
3	01/08/2014	06/08/2014	5	Em tempo
4	01/08/2014	06/08/2014	5	Em tempo
5	01/08/2014	07/08/2014	6	Em tempo
6	04/08/2014	07/08/2014	3	Em tempo
7	05/08/2014	08/08/2014	3	Em tempo
8	06/08/2014	08/08/2014	2	Em tempo
9	05/08/2014	11/08/2014	6	Em tempo
10	05/08/2014	11/08/2014	6	Em tempo
11	01/08/2014	12/08/2014	11	Atrasado
12	01/08/2014	12/08/2014	11	Atrasado
13	12/08/2014	13/08/2014	1	Em tempo
14	11/08/2014	13/08/2014	2	Em tempo
15	04/08/2014	14/08/2014	10	Atrasado
16	05/08/2014	14/08/2014	9	Atrasado
17	12/08/2014	15/08/2014	3	Em tempo
18	07/08/2014	15/08/2014	8	Atrasado
19	01/08/2014	18/08/2014	17	Atrasado
20	05/08/2014	18/08/2014	13	Atrasado
21	12/08/2014	19/08/2014	7	Em tempo
22	12/08/2014	19/08/2014	7	Em tempo
23	19/08/2014	20/08/2014	1	Em tempo
24	19/08/2014	20/08/2014	1	Em tempo
25	20/08/2014	22/08/2014	2	Em tempo
26	20/08/2014	22/08/2014	2	Em tempo
27	19/08/2014	25/08/2014	6	Em tempo
28	22/08/2014	25/08/2014	3	Em tempo
29	22/08/2014	26/08/2014	4	Em tempo
30	21/08/2014	26/08/2014	5	Em tempo
31	27/08/2014	27/08/2014	0	Em tempo
32	26/08/2014	27/08/2014	1	Em tempo
33	27/08/2014	28/08/2014	1	Em tempo
34	26/08/2014	28/08/2014	2	Em tempo
35	25/08/2014	01/09/2014	7	Em tempo
36	27/08/2014	01/09/2014	5	Em tempo
37	28/08/2014	02/09/2014	5	Em tempo
38	28/08/2014	02/09/2014	5	Em tempo
39	28/08/2014	03/09/2014	6	Em tempo
40	26/08/2014	05/09/2014	10	Atrasado

Fonte: Elaborado pelo Autor

ANEXO C – Tabela de Clientes por Volume / Amostra Ajustada (1ª parte)

Linha	Volume	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	Cliente 8	Cliente 9	Cliente 10	Cliente 13	Cliente 14	Cliente 15	Cliente 16	Cliente 17	Cliente 18	Cliente 20
Comprado	1C	5	4	1	2	0	3	1	5	8	4	2	2	3	7	3	7	10
Comprado	2C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Comprado	3C	0					1			1				0			1	
Comprado	4C	5	1	1	0	0	1	5	3	3	4	1	1	1	0	0	1	3
Comprado	5C	1	1	1	1	1	2	1	3	1	4	1	1	1	1	1	1	3
Comprado	6C		0	0	0	0		4	0		3	0	0	0		0		3
Comprado	7C	4	4	2	1	3	2	3	5	10	6	2	2	2	8	3	1	13
Comprado	8C									7		0						1
Comprado	9C																	
Comprado	10C	11					3		7	11	7	5					11	14
Comprado	11C			0		0		0		4							4	
Comprado	12C									7							7	
Comprado	13C			0		0		4			3							3
Comprado	14C	5	1	0	0	0	1	4	3	3	4	1	1	0	0	0	1	
Elétrica	1E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	1	2	2	0	0	2	0
Elétrica	2E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	2	2	2	0	0	2	0
Elétrica	3E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	2	2	2	0	0	2	0
Elétrica	4E			5														
Elétrica	5E													2	0			
Mecânica	1M	5	4	1	5		3		4					3	7	3		11
Mecânica	2M			1		1		2		8							8	
Mecânica	3M					1		1		9	4		2	3			8	
Mecânica	4M					1		1		8	4		2				7	
Mecânica	5M																	
Mecânica	6M	5	4	2	2	3	3	6	5	10	4			8	7		8	11
Mecânica	7M	5	4		2		3		4					6	6	3		
Mecânica	8M	5	4	0	2	1	2	1	4	9	4	2	2			3	8	7
Mecânica	9M	5	5	2	2	1	3	2	3	9	5	2	5	3	6	3	8	12
Mecânica	10M	5	4	1	2	1	3	1	5	9	4	2	2	9	6	3	8	11
Mecânica	11M	5	4	0	2	0	3	4	0	9	3	1	2	1	6	3	7	10
Mecânica	12M	5	4	1	5	1	3	1	4	7	4	0	2	3	7	3	4	7
Mecânica	13M	5	1	0	2	1	3	1	0	9	4	2	5	7	7	3	7	11
Mecânica	14M	5	4	1	2	0	3	1	5	8	4	2	2	3	7	3	7	10
Mecânica	15M	1	1	0	1	1	1	1	4	4	3	2	2	7	2	3	3	6
Mecânica	16M	5	4	1	2	0	2	1	4	8	4	2	2	3	7	3	7	10
Mecânica	17M	5	4	1	1	1	3	1	4	4	4		2	3	6	2	4	11
Mecânica	18M													8	9			
Mínimo		0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Máximo		11	5	5	5	6	3	6	7	11	7	5	5	9	9	3	11	14
Diferença entre mínimo		11	5	5	5	6	2	6	7	11	4	5	5	9	9	3	11	14
Média		3,96	3,04	1,38	1,61	1,35	2,42	2,12	3,63	5,93	4,28	1,52	1,95	3,28	4,13	1,91	4,82	7,35
Desvio Padrão -		2,48	1,61	1,70	1,31	1,90	0,83	1,61	1,88	3,64	1,10	1,12	1,17	2,65	3,39	1,41	3,17	4,53
CV		0,63	0,53	1,23	0,81	1,41	0,34	0,76	0,52	0,61	0,26	0,74	0,60	0,81	0,82	0,74	0,66	0,62

Fonte: Elaborado pelo Autor

ANEXO C – Tabela de Clientes por Volume / Amostra Ajustada (2ª parte)

Linha	Volume	Cliente 21	Cliente 22	Cliente 23	Cliente 24	Cliente 25	Cliente 26	Cliente 27	Cliente 28	Cliente 29	Cliente 30	Cliente 31	Cliente 32	Cliente 33	Cliente 34	Cliente 35	Cliente 36	Cliente 37	Cliente 38	Cliente 39	Cliente 40
Comprado	1C	5	4	2	2	1	2	3	4	0	1	2	2	2	1	6	5	5	6	8	9
Comprado	2C	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	4	0	0	2	0
Comprado	3C	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	2	0
Comprado	4C	4	0	0	0	1	2	4	3	1	1	0	2	1	1	5	5	1	1	6	2
Comprado	5C	1	4	1	1	1	2	3	3	0	0	1	2	0	1	1	5	1	1	2	1
Comprado	6C	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	2	1	
Comprado	7C	6	7	5	5	4	4	6	6	7	8	7	7	7	8	9	11	12	12	13	15
Comprado	8C								0									0			
Comprado	9C																				
Comprado	10C	11	10			7	7		10	11	11	6		7	7					13	
Comprado	11C					1								1				1	1		
Comprado	12C		10																		15
Comprado	13C		0			0								0	0			0	0		
Comprado	14C	4	0	0	0	1	2	4	3	1	1	0	2	0	1	5	5	1	1	2	3
Elétrica	1E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	2E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	3E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	4E																				
Elétrica	5E																				
Mecânica	1M	6	5	1	1		2			1	1	1	1			4	5			8	9
Mecânica	2M					0								1				5	6		
Mecânica	3M					0		3						1	1	4		5	5		
Mecânica	4M		4			0		0						0	1			5	5		9
Mecânica	5M		3																		9
Mecânica	6M																				
Mecânica	7M	4		1	1		2			0	0	2	2			5	5			7	8
Mecânica	8M	6	7	2	2	1	2		4	1	1	2	2	0	0	5	5	5	5	8	9
Mecânica	9M	6	4	2	2	1	2	4	3	1	1	2	2	1	0	4	4	5	5	8	8
Mecânica	10M	6	5	2	2	1	3	0	4	1	1	5	2	1	1	2	5	5	5	8	9
Mecânica	11M	4	4	0	0	1	2	4	3	0	0	2	2	0	1	4	5	5	5	8	8
Mecânica	12M	6	5	1	1	0	2	3	4	1	1	1	1	0	1	4	5	5	5	8	9
Mecânica	13M	6		2	2		2	3	4	3	3	4	2		2	6	6		0	7	8
Mecânica	14M	5		2	2		2	3	4	0	1	2	2		1	6	5		6	8	9
Mecânica	15M	6		1	1		3	4	5	1	4	2	2			4	5			8	
Mecânica	16M			1	1			4	4				2			4	5				
Mecânica	17M			2	2								2				5				
Mecânica	18M																				
	Mínimo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	2	0
	Máximo	11	10	5	5	7	7	6	10	11	11	7	7	7	8	9	11	12	12	13	15
	Diferença entre mínimo	11	10	5	5	7	6	6	10	11	11	7	6	7	8	8	7	12	12	11	15
	Média	4,48	3,43	1,41	1,41	1,24	2,33	3,45	3,48	1,95	2,38	1,86	2,05	1,19	1,43	4,59	5,18	3,62	3,27	6,86	7,77
	Desvio Padrão -	2,60	3,28	1,14	1,14	1,64	1,24	1,85	2,14	2,78	2,96	2,06	1,17	2,02	2,09	1,53	1,37	2,94	3,07	3,04	4,02
	CV	0,58	0,96	0,81	0,81	1,32	0,53	0,54	0,61	1,43	1,24	1,11	0,57	1,69	1,46	0,33	0,26	0,81	0,94	0,44	0,52

Fonte: Elaborado pelo Autor

ANEXO D – Tabela de Clientes por Volume / Somente Manufaturas Elétricas e Mecânicas(1ª parte)

Linha	Volume	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	Cliente 8	Cliente 9	Cliente 10	Cliente 13	Cliente 14	Cliente 15	Cliente 16	Cliente 17	Cliente 18	Cliente 20
Elétrica	1E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	1	2	2	0	0	2	0
Elétrica	2E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	2	2	2	0	0	2	0
Elétrica	3E	1	4	5	1	6	3	3	5	0	6	2	2	2	0	0	2	0
Elétrica	4E			5														
Elétrica	5E													2	0			
Mecânica	1M	5	4	1	5		3		4					3	7	3		11
Mecânica	2M			1		1		2		8							8	
Mecânica	3M					1		1		9	4		2	3			8	
Mecânica	4M					1		1		8	4		2				7	
Mecânica	5M																	
Mecânica	6M	5	4	2	2	3	3	6	5	10	4			8	7		8	11
Mecânica	7M	5	4		2		3		4					6	6	3		
Mecânica	8M	5	4	0	2	1	2	1	4	9	4	2	2			3	8	7
Mecânica	9M	5	5	2	2	1	3	2	3	9	5	2	5	3	6	3	8	12
Mecânica	10M	5	4	1	2	1	3	1	5	9	4	2	2	9	6	3	8	11
Mecânica	11M	5	4	0	2	0	3	4	0	9	3	1	2	1	6	3	7	10
Mecânica	12M	5	4	1	5	1	3	1	4	7	4	0	2	3	7	3	4	7
Mecânica	13M	5	1	0	2	1	3	1	0	9	4	2	5	7	7	3	7	11
Mecânica	14M	5	4	1	2	0	3	1	5	8	4	2	2	3	7	3	7	10
Mecânica	15M	1	1	0	1	1	1	1	4	4	3	2	2	7	2	3	3	6
Mecânica	16M	5	4	1	2	0	2	1	4	8	4	2	2	3	7	3	7	10
Mecânica	17M	5	4	1	1	1	3	1	4	4	4		2	3	6	2	4	11
Mecânica	18M													8	9			
Mínimo		1	1	0	1	0	1	1	0	0	3	0	2	1	0	0	2	0
Máximo		5	5	5	5	6	3	6	5	10	6	2	5	9	9	3	8	12
Diferença		4	4	5	4	6	2	5	5	10	3	2	3	8	9	3	6	12

Fonte: Elaborado pelo Autor

ANEXO D – Tabela de Clientes por Volume / Somente Manufaturas Elétricas e Mecânicas(2ª parte)

Linha	Volume	Cliente 21	Cliente 22	Cliente 23	Cliente 24	Cliente 25	Cliente 26	Cliente 27	Cliente 28	Cliente 29	Cliente 30	Cliente 31	Cliente 32	Cliente 33	Cliente 34	Cliente 35	Cliente 36	Cliente 37	Cliente 38	Cliente 39	Cliente 40
Elétrica	1E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	2E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	3E	0	0	2	2	2	2	6	3	4	5	0	2	1	1	5	5	5	1	6	10
Elétrica	4E																				
Elétrica	5E																				
Mecânica	1M	6	5	1	1		2			1	1	1	1			4	5			8	9
Mecânica	2M					0								1				5	6		
Mecânica	3M					0		3						1	1	4		5	5		
Mecânica	4M		4			0		0						0	1			5	5		9
Mecânica	5M		3																		9
Mecânica	6M																				
Mecânica	7M	4		1	1		2			0	0	2	2			5	5			7	8
Mecânica	8M	6	7	2	2	1	2		4	1	1	2	2	0	0	5	5	5	5	8	9
Mecânica	9M	6	4	2	2	1	2	4	3	1	1	2	2	1	0	4	4	5	5	8	8
Mecânica	10M	6	5	2	2	1	3	0	4	1	1	5	2	1	1	2	5	5	5	8	9
Mecânica	11M	4	4	0	0	1	2	4	3	0	0	2	2	0	1	4	5	5	5	8	8
Mecânica	12M	6	5	1	1	0	2	3	4	1	1	1	1	0	1	4	5	5	5	8	9
Mecânica	13M	6		2	2		2	3	4	3	3	4	2		2	6	6		0	7	8
Mecânica	14M	5		2	2		2	3	4	0	1	2	2		1	6	5		6	8	9
Mecânica	15M	6		1	1		3	4	5	1	4	2	2			4	5			8	
Mecânica	16M			1	1			4	4				2			4	5				
Mecânica	17M			2	2								2				5				
Mecânica	18M																				
Mínimo		0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	1	0	0	2	4	5	0	6	8
Máximo		6	7	2	2	2	3	6	5	4	5	5	2	1	2	6	6	5	6	8	10
Diferença		6	7	2	2	2	1	6	2	4	5	5	1	1	2	4	2	0	6	2	2

Fonte: Elaborado pelo Autor