

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CLÁUDIO PEREIRA DANTAS JÚNIOR**

**ALTERNATIVAS DE MELHORIAS DO**  
**PROCESSO LOGÍSTICO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

**PORTO ALEGRE**

**2010**

**CLÁUDIO PEREIRA DANTAS JÚNIOR**

**ALTERNATIVAS DE MELHORIAS DO  
PROCESSO LOGÍSTICO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientadora:  
Profa. Carla Schwengber ten Caten, Dr.

**PORTO ALEGRE**

**2010**

**CLÁUDIO PEREIRA DANTAS JÚNIOR**

**ALTERNATIVAS DE MELHORIAS DO  
PROCESSO LOGÍSTICO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Profa. Carla Schwengber ten Caten, Dr.**  
Orientadora PPGEP/UFRGS

---

**Profa. Carla Schwengber ten Caten, Dr.**  
Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Professor **ÁLVARO GEHLEN DE LEÃO**, Dr. (PUC/RS)

Professora **CHRISTINE TESSELE NODARI**, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professor **CLÁUDIO JOSÉ MÜLLER**, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Ao meu pai Claudio e a minha mãe Marta, a quem devo todas as oportunidades para minha formação acadêmica e conhecimento.

Ao meu filho João Victor, por compreender a minha ausência nos períodos de trabalho e estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores pelo conhecimento ministrado.

À minha orientadora Carla Schwengber ten Caten pela ajuda ao longo da execução deste trabalho.

## RESUMO

O acirramento da competição entre as empresas produtoras de tratores agrícolas tem levado ao aumento da exportação de produtos e a consequente necessidade da manutenção dos níveis de qualidade destes produtos. Os custos relativos ao retrabalho em tratores exportados para os mercados externos é um dos problemas enfrentados pelas empresas manufactureiras de máquinas agrícolas. Dentre as principais causas geradoras de retrabalho estão os problemas gerados pelo manuseio destes tratores quando transportados de um país para outro. No caso das máquinas exportadas para o mercado norte-americano este problema se torna ainda mais oneroso, uma vez que os custos de mão-de-obra naquele mercado são bastante elevados. Tendo em vista reduzir a níveis mínimos os custos com retrabalho, o presente trabalho teve como objetivo analisar comparativamente duas propostas para o processo logístico de processamento de tratores nos portos norte-americanos. Desta forma decidiu-se comparar a proposta atual com uma proposta alternativa adotada pela indústria automobilística. Esta proposta envolve a utilização de VPC (*vehicle processing center*) que são centros de processamento de veículos com preparação completa das unidades para serem entregues às revendas. Desse modo a solução adotada pelo mercado automobilístico foi analisada para efeito de utilização na indústria de tratores através da consideração dos ganhos relativos à eliminação da perda de qualidade quando em comparação ao processo atual. De posse dos resultados desta análise foi concluído que a utilização da solução alternativa gera ganhos de qualidade, os quais foram quantificados em valores monetários.

**Palavras-chave:** Qualidade assegurada em logística. Quantificação de custos de qualidade. Análise de custos.

## **ABSTRACT**

The increasing competition among companies that produce agricultural tractors, has led to the increase in the export of products and the consequent need for maintenance of quality levels for these products. Costs due to rework in exported tractors for foreign markets is one of the problems faced by agricultural machinery manufacturers. Problems generated by tractor handling when shipped from one country to another are among the main causes that produce rework. In the case of machines exported to the North American market the problem becomes even more costly, once labor costs are extremely high in that market. In order to reduce the cost of rework to a minimum level, this study had the target of analyzing comparatively two proposals for the logistic process of handling tractors at North American ports. Therefore, it was decided to compare the current proposal to an alternate proposal in use by the automobile industry. This solution involves the use of VPC (Vehicle Processing Center), with a complete preparation of units so as to be delivered to dealers. Therefore the solution adopted by the automobile industry was analyzed so as to be used by the tractor industry, by means of taking in consideration the gains related to the elimination of quality loss when compared to the current process in use. By use of the results it was inferred that the use of the alternative solution generates quality advantages, which were quantified in monetary values.

**Keywords:** Quality assurance in logistics. Quantification of quality costs. Cost analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição percentual das vendas da AGCO nos mercados da empresa nos 9 primeiros meses de 2009.....	14
Figura 2: Processo de transporte de automóveis desde a planta até a revenda.....	22
Figura 3: Modelo de simulação da célula de manufatura .....	30
Figura 4: curva de aceitação para os custos de Taguchi .....	35
Figura 5: Comportamento dos custos semi-fixos em relação à quantidade produzida.....	39
Figura 6: Conceito esquemático da classificação dos gastos.....	41
Figura 7: Fluxograma dos sub-processos no porto de chegada .....	45
Figura 8: Localização dos engates na traseira de um trator, assinalados por círculos vermelhos.....	58
Figura 9: Variação do custo total da proposta atual em função do número de tratores processados .....	76
Figura 10: Variação do custo total da proposta alternativa em relação ao número de tratores processados .....	79
Figura 11: Variação do custo das propostas atual e alternativa em relação ao número de tratores processados .....	80
Figura 12: Variação do custo da proposta atual somado ao custo por perda de qualidade e variação do custo da proposta alternativa .....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado da pesquisa de qualidade realizada junto às revendas dos EUA.....	47
Tabela 2: Lista dos problemas principais encontrados nos tratores de exportação quando entregue às revendas nos anos de 2006 a 2008.....	48
Tabela 3: Resumo de capacitação das empresas que apresentaram propostas .....	68
Tabela 4: Volumes de produtos da AGCO processados anualmente pelo porto de Baltimore e as ordens de serviço abertas pelas revendas.....	69
Tabela 5: Média de ordens de serviço abertas com produtos novos nos últimos três anos, distribuídas por tipo de problema .....	70
Tabela 6: Equações de Taguchi para cada uma das características definidas .....	71
Tabela 7: Cálculo da perda media de qualidade por unidade .....	71
Tabela 8: Cálculo dos custos por perda de qualidade totais para o ano de 2006.....	72
Tabela 9: Cálculo dos custos por perda de qualidade totais para o ano de 2007.....	73
Tabela 10: Cálculo dos custos por perda de qualidade totais para o ano de 2008.....	73
Tabela 11: Custos discriminados da proposta atual segundo lista de atividades do processamento.....	75
Tabela 12: Custos da proposta atual .....	76
Tabela 13: Custos discriminados da proposta alternativa de acordo com a lista de atividades do processamento .....	77
Tabela 14: Custos da proposta alternativa .....	78
Tabela 15: Detalhamento dos custos da proposta atual incluindo os custos gerados por perda de qualidade .....	81

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 COMENTÁRIOS INICIAIS.....	12
1.2 TEMA E OBJETIVOS .....	15
1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA E DOS OBJETIVOS .....	16
1.4 MÉTODO DE TRABALHO .....	17
1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	18
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	19
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
2.1 QUALIDADE ASSEGURADA EM LOGÍSTICA.....	20
<b>2.1.1 Manutenção da Qualidade em Produtos Transportados .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2 Qualidade no Transporte Marítimo.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.3 O Processamento de Veículos em Logística.....</b>	<b>25</b>
2.2 QUANTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE EM PRODUTOS EXPORTADOS .....	27
<b>2.2.1 Custo por Perda de Qualidade .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2 Método de Levantamento dos Custos da Qualidade .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.3 Formulação de Perda da Qualidade de Taguchi.....</b>	<b>33</b>
2.3 ANÁLISE DE CUSTOS.....	37
<b>2.3.1 Custos Inerentes ao Processo .....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.2 Levantamento de Custos .....</b>	<b>41</b>
<b>3 MÉTODO DE COMPARAÇÃO DAS PROPOSTAS.....</b>	<b>43</b>
3.1 PROCESSO ATUAL.....	44
3.2 ETAPAS DA ANÁLISE COMPARATIVA.....	45

3.2.1 ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL.....	46
<b>3.2.2 Definição de Alternativas ao Processo Atual.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.3 Definição de Parâmetros de Comparação entre Propostas .....</b>	<b>51</b>
3.2.3.1 A característica qualidade.....	52
3.2.3.1.1 <i>Pintura</i> .....	54
3.2.3.1.2 <i>Bateria</i> .....	55
3.2.3.1.3 <i>Oxidação</i> .....	55
3.2.3.1.4 <i>Limpeza</i> .....	56
3.2.3.1.5 <i>Problemas elétricos</i> .....	56
3.2.3.1.6 <i>Problemas hidráulicos</i> .....	57
3.2.3.1.7 <i>Problemas mecânicos</i> .....	59
3.2.3.2 A característica custo .....	60
<b>3.2.4 Comparação .....</b>	<b>62</b>
<b>4 COMPARAÇÃO ENTRE AS PROPOSTAS.....</b>	<b>63</b>
4.1 PROPOSTA ATUAL .....	63
<b>4.1.1 Apresentação da Empresa Contratada A.....</b>	<b>63</b>
<b>4.1.2 Processo Atual.....</b>	<b>64</b>
4.2 PROPOSTA ALTERNATIVA.....	66
4.3 LEVANTAMENTO DA CARACTERÍSTICA CAPACITAÇÃO.....	67
4.4 CARACTERÍSTICA QUALIDADE.....	69
4.5 CARACTERÍSTICA CUSTO .....	74
<b>4.5.1 Proposta da Contratada A .....</b>	<b>74</b>
<b>4.5.2 Proposta Alternativa.....</b>	<b>77</b>
4.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS DUAS PROPOSTAS .....	79

<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>84</b>
5.1 CONCLUSÕES .....	84
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	85
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DA ATIVIDADE PORTUÁRIA .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DAS REVENDAS .....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE C – FICHA DE INSPEÇÃO DE TRATORES ATUAL.....</b>	<b>96</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 COMENTÁRIOS INICIAIS

Durante anos o mercado de máquinas agrícolas desconheceu a alta tecnologia e trabalhou com níveis de exigência de qualidade inferiores a outros setores de manufatura, dentre eles o de automóveis e de maquinário de construção. A necessidade do aumento constante da produção de alimentos, decorrente de um aumento populacional mundial ainda mais crescente, levou as empresas do setor a buscarem novas formas de melhorarem o desempenho de seus produtos, acirrando assim a competição entre estas empresas.

Com a existência de novas tecnologias disponíveis, muitas delas oriundas do setor automobilístico, as empresas puderam lançar novos produtos e com novos equipamentos e opcionais adicionados. Muitas vezes as novidades foram apenas agregadas aos produtos já existentes, em uma tentativa de capacitá-los a se tornarem competitivos.

No entanto, a necessidade de agregar novas tecnologias requer também maior investimento dos fabricantes em projetos, fato este que, aliado ao recente evento da Globalização da economia mundial, alterou a dinâmica de competição e produção destas empresas. Se outrora vários pequenos e médios fabricantes disputavam o mercado, a escassez de recursos para desenvolvimento levou as empresas mais fortes a comprarem outras menores gerando a formação de grandes grupos internacionais.

Desta forma os grandes grupos internacionais puderam detectar em que países poderiam desenvolver e produzir produtos de maneira mais racional e econômica. Uma mesma empresa pode possuir fábricas em diversos países, mas produzindo produtos diferentes em cada uma delas e adequados às melhores condições encontradas em cada local, sejam elas disponibilidade de matéria-prima, melhores custos de produção, existência de capacidade intelectual entre outros.

Neste contexto, estes grupos passaram a transportar mais produtos dentro de uma malha de mercados os quais desejam atingir. O transporte de produtos torna-se então uma

parte fundamental do comércio dos grupos produtores, gerando a condição de mercados produtores e mercados consumidores.

Desta forma, esta situação cria uma nova realidade para as empresas, uma vez que ao invés de produzir máquinas e simplesmente distribuí-las no mercado, surge a necessidade de transportá-las e entregá-las nos mercados de destino. Estes produtos têm por objetivo serem entregues nas melhores condições possíveis no mercado consumidor, uma vez que serão considerados para os clientes como produtos saídos de fábrica.

Na realidade, nem sempre os produtos chegam ao destino nas mesmas condições em que saem da linha de montagem. Muitas vezes, viagens marítimas de 30 a 60 dias incorrerão em condições bastante adversas daquelas para as quais os produtos foram fabricados.

Tendo em vista que as condições climáticas não podem ser controladas, surge a necessidade de criar condições e proteções para estes produtos. Muitas vezes, as soluções são bastante onerosas e, portanto, a opção encontrada pelas empresas tem sido a de criar centros de recebimento destes produtos. Nestes centros, os produtos são estocados e reavaliados quanto às condições de chegada. Estas análises permitem que as empresas consertem ou retoquem os produtos a fim de que atinjam o mercado nas mesmas condições em que saíram da fábrica.

Neste mercado, a AGCO Corporation, terceira maior fabricante mundial de equipamentos agrícolas e cuja sede localiza-se em Atlanta, EUA, possui sua produção de tratores distribuída em fábricas próprias nos EUA, Brasil, França, Alemanha e Finlândia. As vendas de produtos da empresa estão hoje divididas em 4 áreas de mercado: América do Norte, América do Sul, Europa/África/Oriente médio e Leste da Ásia/Pacífico. A Figura 1 representa a distribuição das vendas da AGCO pelos mercados no ano de 2009.

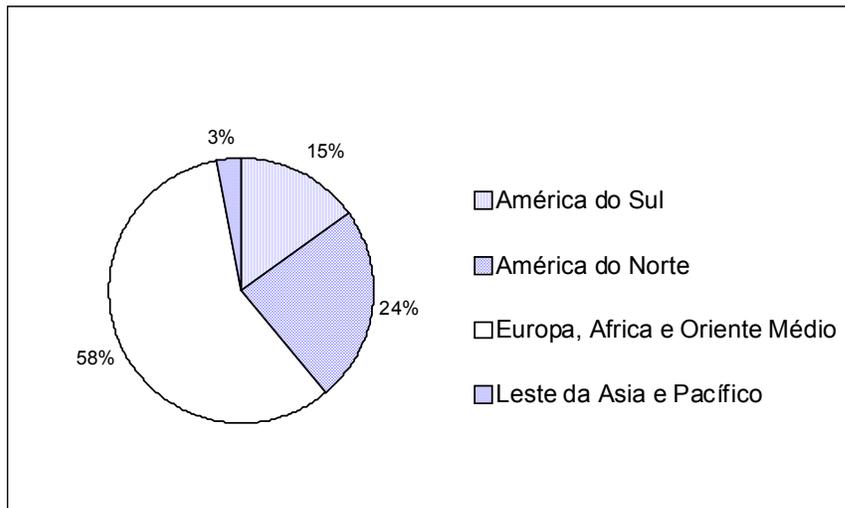


Figura 1: Distribuição percentual das vendas da AGCO nos mercados da empresa nos 9 primeiros meses de 2009

Fonte: Relatório de resultados do 3º trimestre de 2009 da AGCO Corporation

Na atual caracterização dos mercados, alguns países se destacam individualmente como o Brasil, Estados Unidos, Canadá, França e Alemanha como os principais mercados tanto produtores como consumidores. Neste grupo os Estados Unidos são sem dúvida alguma o maior mercado consumidor mundial, seguido da União Européia, Canadá e Brasil. Desta forma, este trabalho foi focado na avaliação dos processos de transporte e qualidade dos produtos fabricados nas plantas brasileiras e exportados para os EUA.

Tendo em vista a complexidade do mercado norte-americano incluindo nestas o tamanho de seu território, a alta exigência de qualidade por parte do consumidor, os custos de logística internos e a variedade de produtos ofertados, este mercado se torna bastante interessante para uma análise mais profunda de sua dinâmica no contexto do grande fabricante.

Com a introdução de inovações e o maior número de participantes ativos deste mercado, o cliente tornou-se mais exigente quanto à qualidade do produto. Seu nível de satisfação quanto ao funcionamento das máquinas aumentou significativamente, levando as empresas à busca de soluções para fazer com que os produtos importados cheguem ao consumidor final nas mesmas condições em que saem das fábricas.

Assim sendo, a indústria de tratores tem buscado na indústria automobilística algumas soluções para melhorar o nível de qualidade de seus produtos. Neste contexto, a indústria automobilística tem utilizado o VPC (*Vehicle Processing Center*) como opção de processamento para os seus produtos em áreas dentro ou próximas aos portos marítimos. Neste trabalho foi estudada a viabilidade de utilização do VPC pela indústria de tratores, no caso em estudo pela AGCO Corporation.

## 1.2 TEMA E OBJETIVOS

Diante do exposto, o tema deste trabalho foi apresentar alternativas de melhorias das condições de qualidade em que os produtos importados de fábricas da mesma empresa chegam às revendas norte-americanas. A análise destas formas de melhoria se deu pelo estudo do processo de manuseio dos produtos desde as plantas até as revendas, com a identificação de fatores que geram problemas ao longo deste processo.

Esta análise se deu no contexto da empresa AGCO, uma das maiores fabricantes mundiais de máquinas agrícolas e que hoje possui uma estrutura de produção de máquinas no Brasil, França, Alemanha e Finlândia. Estes produtos são então exportados para os Estados Unidos gerando assim a situação real para análise do caso.

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar comparativamente duas propostas para o processo logístico de processamento de tratores nos portos norte-americanos, a fim de que sejam garantidos os níveis de qualidade adequados.

A situação atual foi comparada com uma proposta alternativa adotada pela indústria automobilística que envolve a utilização de VPC (*vehicle processing center*) que são centros de processamento de veículos com preparação completa das unidades para serem entregues às revendas.

Como objetivo secundário, foi demonstrado que o sistema atual de utilização de uma empresa de logística sem especialização no manuseio de máquinas gera custos indiretos associados à perda de qualidade dos produtos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA E DOS OBJETIVOS

A principal justificativa para o tema proposto está relacionada à existência de poucos trabalhos associando qualidade ao manuseio de materiais. Desta forma poder-se-á analisar as possibilidades de melhoria no manuseio de produtos com qualidade ao longo do transporte dos mesmos, melhorias estas que poderão ser adaptadas para outros mercados, inclusive o brasileiro.

Tal análise se deu pelo levantamento das etapas do processo e identificação dos pontos passíveis de melhoria. Foram também identificados os fatores que influenciam no nível de Qualidade dos produtos manuseados.

Este fato se torna fundamental para a melhoria da qualidade dos produtos hoje exportados pela AGCO, uma vez que a competição entre os grandes grupos está acirrada e a empresa precisa manter-se em um nível de oferta de produtos com qualidade compatíveis com as exigências do mercado.

O mercado tem demonstrado que o consumidor está mais exigente, no entanto ao mesmo tempo não deseja pagar mais pela qualidade do produto que deseja adquirir. Este fato tem levado ao acirramento da competição entre os grandes grupos produtores, os quais enfrentam uma busca constante por redução de custos aliada à elevação dos níveis de Qualidade dos produtos.

Neste contexto o estudo e a aplicação de técnicas que avaliam os custos que a falta de qualidade geram em perdas para a empresa se torna fundamental, uma vez que permitirá à empresa detectar pontos de melhoria através da redução de custos. No entanto esta redução de custos deverá sempre estar aliada à manutenção ou elevação dos níveis de Qualidade dos produtos.

## 1.4 MÉTODO DE TRABALHO

A pesquisa utilizada neste trabalho, no que diz respeito a sua caracterização, pode ser classificada segundo diversos critérios. Quanto a sua natureza, a pesquisa é classificada como aplicada, uma vez que gera conhecimentos dirigidos a solução de problemas.

Do ponto de vista da abordagem, a pesquisa está classificada como quantitativa, pois terá ênfase em análises numéricas. Ainda do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa está classificada como exploratória, uma vez que visa aumentar a familiaridade com o problema e construir uma hipótese.

Além disso, do ponto de vista dos procedimentos, a pesquisa está classificada como bibliográfica e estudo de caso, pois além da análise de material já publicado, também é discutida a aplicabilidade de uma solução a ser adotada.

O desenvolvimento do trabalho foi feito a partir de quatro etapas. A primeira etapa envolveu o estudo teórico sobre a importância da qualidade no manuseio de produtos manufaturados bem como uma modelagem para a quantificação dos custos por perda da qualidade. Foram também considerados estudos sobre o levantamento de custos. Este estudo se deu por meio de uma pesquisa bibliográfica, com utilização de artigos científicos e livros existentes sobre o tema.

A segunda etapa envolveu o levantamento das condições de qualidade atuais existentes no processo de transporte dos produtos da empresa desde a fábrica até a chegada ao consumidor final. Neste estudo, foi apresentado o processo de transporte dos produtos, desde a fábrica até o consumidor final. Foram ainda identificados os fatores que influenciam o processo de transporte e também analisados os pontos de potencial melhoria do mesmo.

A terceira etapa abordou o estudo e a avaliação do modelo atualmente em uso e do VPC proposto, o qual é adotado pela indústria automobilística. Esta avaliação se deu pelo levantamento de dados relativos a custos, qualidade e capacitação das empresas quanto ao tipo de serviço a ser prestado. Nesta etapa os custos por perda de qualidade foram quantificados a fim de que possam ser utilizados em um processo comparativo.

A quarta etapa envolveu a análise e comparação dos dados de ambos os modelos, utilizando os critérios listados para tal: custos, qualidade e infra-estrutura. Nesta etapa foi também feita a interpretação dos resultados encontrados. De posse destas análises, então, foi possível concluir quanto à utilização dos modelos.

## 1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Neste trabalho o modelo proposto foi estudado apenas para o mercado norte-americano, tendo em vista a situação peculiar do mesmo. Sendo o mercado norte-americano o maior e mais dinâmico no mundo, permitiu análises mais abrangentes e com maior opções de soluções propostas.

Nada impede, no entanto, que no futuro com o desenvolvimento dos demais mercados, a solução possa ser aplicada a outros países. Isto será possível devido à globalização e às variações da economia mundial.

Além disso, foi considerada a situação de melhoria por parte da empresa produtora, sem levar em consideração a possibilidade de melhorias na rede de revendedores. Desta forma, foi analisado o processo de transporte e manuseio do produto até a sua entrega às revendas. A análise foi focada nas atividades realizadas no porto de destino e englobou o recebimento do produto e sua consequente distribuição no mercado final.

Esta limitação se deve às dificuldades que alterações na rede de revendas acarretariam, tendo em vista as diferenças de tamanho e poder de investimento dos revendedores que hoje trabalham com a empresa. Além disso, várias revendas são hoje do tipo multi-marcas, trabalham também com outros fabricantes, fato este que dificultaria eventuais alterações em suas estruturas de trabalho.

Tendo ainda em vista que a solução não será aplicada no curto prazo, todas as análises numéricas de viabilidade financeira da solução proposta foram realizadas através de estimativas. No entanto, o estudo estará pronto para que no futuro a empresa possa optar entre os modelos atual e o VPC proposto.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo foi feita uma introdução com a apresentação do tema, justificando o estudo da análise de perdas por qualidade no contexto do manuseio de produtos em transporte. Foram ainda apresentados os objetivos, objetivos secundários, o método de trabalho, a estrutura e as delimitações do mesmo.

O segundo capítulo aborda um estudo bibliográfico quanto à importância da qualidade para o produto final e mostra modelos de quantificação dos custos por perda de qualidade. Para isto foi feita uma revisão teórica que envolveu estudos sobre a quantificação das perdas por custo de qualidade e também da importância da qualidade assegurada ao produto final. Neste capítulo foram ainda abordados estudos sobre custos, e qualidade em logística.

O terceiro capítulo consiste do levantamento do processo, definição de fatores que influenciam o mesmo e definição dos parâmetros de análise. Conforme citado nas delimitações do trabalho, os dados relativos ao modelo proposto se deram de forma estimada, uma vez que a proposta não foi implementada no curto prazo, mas foi apresentada como uma alternativa de melhoria para a empresa. Os dados para análise foram obtidos junto às empresas que apresentaram propostas para realização dos serviços.

O quarto capítulo trata do levantamento de dados e comparação dos parâmetros definidos para a análise entre os dois modelos, a partir da utilização de dados dos critérios propostos. Neste contexto, foram contatadas empresas que apresentaram propostas para realização dos serviços.

O quinto capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir do trabalho realizado e ainda esclarecendo as delimitações da pesquisa. Também foram apresentadas sugestões para futuros trabalhos que possam dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo foi apresentada uma revisão sobre os assuntos principais que norteiam este trabalho: qualidade assegurada em logística, quantificação dos custos de qualidade e análise de custos. Desse modo, os mesmos foram contextualizados de forma a apresentar a ligação entre cada assunto e as teorias e trabalhos existentes sobre os mesmos.

De acordo com Deming (1986), existe uma relação em cadeia que associa uma série de benefícios devido ao aumento da qualidade: a melhoria da qualidade traduz-se em diminuição de custos, em função da redução de retrabalho. Na sequência, aumenta a produtividade, pois conduz a maiores fatias de mercado através da melhor qualidade e menor preço. Como resultado, existe a permanência no negócio, gerando mais e mais empregos. Nessa relação não é citada diretamente a ocorrência de lucratividade. No entanto, existem fontes que apresentam a ligação entre o aumento de qualidade e a lucratividade. Segundo a ASQ (2001), a melhoria da qualidade resulta em maiores fatias de mercados e menores custos, que se traduzem em maiores lucros.

### **2.1 QUALIDADE ASSEGURADA EM LOGÍSTICA**

Atualmente há forte tendência das empresas em concentrar seus esforços em suas atividades fins. Este processo vem lentamente ganhando força na medida em que o mercado ofereça alternativas vantajosas e confiáveis de fornecimento, principalmente de serviços. Segundo Digiorgi (2004), a terceirização da armazenagem, expedição e transporte – funções que envolvem produtos finais e relações com clientes – vem sendo praticada por setores nos quais os resultados são notórios: redes de supermercados, distribuidores de autopeças autorizadas, distribuidores de vestuário, indústrias localizadas fora dos grandes centros de consumo, empresas importadoras com distribuição massiva etc. Com a figura do operador logístico, a cadeia de distribuição se modifica implicando

mudanças funcionais em todos os demais integrantes tradicionais: fornecedores, produtores, transportadores, entre outros.

Desta forma, as empresas de logística vêm procurando, assim como os demais setores do mercado, aperfeiçoar seus serviços, agregando ao seu trabalho mais opções de serviço. O objetivo é oferecer ao cliente uma forma de absorver processos antes executados pelo mesmo de forma a permitir que o seu cliente possa concentrar-se em produzir seus produtos da melhor forma possível. Neste contexto, alterações nos sistemas de transporte são um ponto importante a considerar em um processo de produção.

Assim sendo, vive-se presentemente uma fase de profunda alteração na estrutura da economia dos transportes, com as suas conseqüentes implicações relativas às exigências na qualidade do serviço prestado. Realidades emergentes como o transporte “porta-a-porta”, intermodalidade, adição de valor acrescentado ao longo da cadeia logística, são conceitos que levam a considerar o transporte como um conjunto, da origem ao destino final.

Segundo Hayruth (1985), vem crescendo a ideia que consiste em ver todo o processo de transporte, desde o produtor ao consumidor, de uma forma integrada, e por conseguinte regido por um conhecimento de carga, da expressão em inglês *Bill of Lading*. Desta forma, empresas de logística mundo afora vêm oferecendo serviços que englobem buscar o produto na fábrica, transportá-lo por diversos meios de transporte para locais os mais diversos, estocá-lo e distribuí-lo segundo os critérios de cada cliente.

A Figura 2 apresenta um processo de logística integrado que permite transportar automóveis desde a fábrica até o cliente final. Neste processo, os veículos deixam a fábrica e seguem para o mercado externo ou para o mercado interno. No mercado externo, o produto é transportado em caminhões até o porto e embarcado em navios até o porto de destino, quando então, seguem para o VPC. No mercado interno o produto é embarcado em caminhões e transportado até o VPC na localidade desejada.

No VPC os produtos são processados e inspecionados e, quando em condições de venda, são embarcados em caminhões e transportados até as revendas.

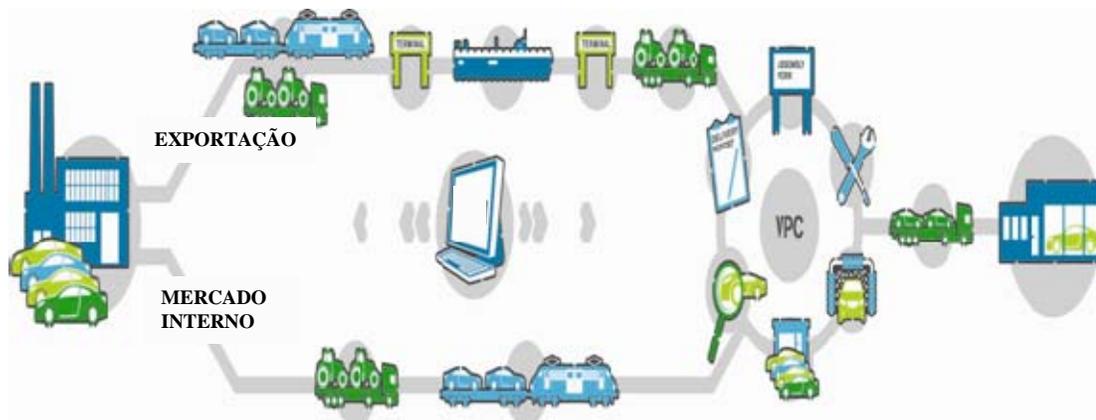


Figura 2: Processo de transporte de automóveis desde a planta até a revenda  
 Fonte: Jackson (2009)

### 2.1.1 Manutenção da Qualidade em Produtos Transportados

Neste processo contínuo de oferecer mais opções ao cliente, empresas de transporte têm procurado expandir seus negócios criando suas próprias empresas de logística. Segundo Jackson (2009), uma das maiores empresas de navegação do mundo, com serviços para os principais portos das Américas, Europa e Ásia, optou por criar uma empresa de logística e outra de administração portuária, a fim de controlar e oferecer a seus clientes uma gama de serviços mais completas no processo de transporte de mercadorias.

Enquanto a qualidade de um produto depende muito das matérias-primas e dos métodos produtivos, a qualidade de um serviço depende, sobretudo, da pessoa que o presta. Acresce que, numa empresa de transportes, a produção é dispersa e móvel, tendo de acontecer em tempo real e de acordo com os anseios momentâneos dos clientes (HAYRUTH, 1985).

Assim sendo, pode-se considerar alguns aspectos que influenciam o processo logístico, entre eles, o atual contexto econômico internacional, a necessidade de considerar o serviço de transporte como um todo, as exigências e expectativas dos clientes, a necessidade de integração da política ambiental na política comum de transportes e as especificidades inerentes à prestação de um serviço de transporte. Estes aspectos permitem

enumerar os seguintes fatores de qualidade na cadeia logística de transporte e que podem vir a ser otimizados quando uma única empresa passa a gerenciar todo o serviço de logística e permitindo a empresa prestar um serviço de melhor qualidade. São eles: menores custos, maior frequência, velocidade de deslocamento, pontualidade e regularidade, qualidade ambiental, grau de complementaridade, segurança, conformidade da mercadoria, adequação do serviço ao cliente e informação em tempo real (DIGIORGI, 2004).

Ainda como vantagem para o cliente, a empresa de logística, ao englobar mais serviços, permite oferecer ao cliente soluções temporárias para variações de demanda e oferta no mercado. Esta opção se dá pelo fato de que, quando houver redução de demanda, a empresa pode oferecer o serviço de estocagem dos produtos já em um porto de destino, e no futuro quando o mercado se estabilizar poderá continuar seu processo de distribuição.

Outro fator potencial que é agregado ao serviço de logística completo, é a utilização de centros de processamento de produtos em portos ou pontos de distribuição. Estes centros que podem ser definidos como pequenas fábricas, possuem infra-estrutura para reparos, pequenos consertos, inspeções e embalagem, evitando que os produtos precisem retornar à fábrica. Neste contexto, segundo Holweg e Miemczyk (2002), pode-se citar os centros de processamento utilizados pela indústria automobilística, conhecidos por *Vehicle Processing Center* (VPC) da sigla em inglês.

### **2.1.2 Qualidade no Transporte Marítimo**

Empresas sempre buscaram novas formas de aumentar a competitividade em um mercado globalizado. Nos anos 1990 era comum as empresas buscarem aumentar a competitividade através de reposicionamento de produtos, alianças estratégicas e terceirização. Segundo Hyland et al. (2003), no entanto, o foco para aumento de competitividade migrou para o gerenciamento da cadeia de suprimentos, tanto dentro do mesmo grupo quanto entre diferentes grupos econômicos.

Muitas empresas reconfiguraram suas cadeias produtivas ao longo dos últimos anos. De acordo com Lemoine e Skjoett-Larsen (2004), o que motivou estas empresas a alterações em sua cadeia produtiva foi a busca por maior competitividade. Estas alterações se deram por mudanças de localização de fornecedores ou de suas plantas produtivas, ou mesmo alterando os meios de transporte utilizados para seus produtos.

Entretantes, em logística, uma das decisões principais a ser tomada por uma empresa produtora é determinar qual o melhor meio de transporte para transportar suas mercadorias. Conforme Meixell e Norbis (2008), nesta questão um ponto a ser considerado na tomada de decisão é que diversos aspectos que influem no transporte da mercadoria devem ser levados em conta. Neste contexto, aspectos como custo e tempo de transporte devem ter prioridade na tomada de decisão. Segundo Russell e Taylor (2003), em determinadas indústrias manufatureiras, o transporte pode ter uma incidência de até 20% no custo total do produto comercializado. Para Reimann (1989), o transporte pode ser mais do que meramente um custo intrínseco e pode sim ter um efeito no ganho de competitividade.

Dentre os fatores que devem ser atualmente considerados na escolha do meio de transporte ideal para um determinado produto, está o fator qualidade. Este fator pode se tornar uma vantagem competitiva importante para uma empresa no sentido de que permite que o produto chegue ao seu destino final em condições ideais ou em condições as mais próximas do ideal quanto possível, evitando assim custos adicionais de reposição ou reparos. De acordo com Holweg e Miemczyk (2002), no setor automobilístico, por exemplo, é comum a escolha de empresas que podem agregar ao serviço de transporte, serviços de processamento dos veículos, tais como controle de inspeção de qualidade e reparos, ainda que pequenos.

Neste contexto, o transporte de materiais em um mundo globalizado tornou-se um evento bastante comum. Produtos são diariamente levados de um continente a outro utilizando diversos meios de transporte. Um dos meios de transporte de carga internacional mais comum é o transporte marítimo.

Segundo Bagchi e Payk (2001), portos são considerados o cerne da cadeia de suprimentos de uma nação tendo em vista que permitem o embarque e desembarque de mercadorias e passageiros. Neste contexto, os portos facilitam a troca de mercadorias e

serviços, permitindo assim a interconexão entre as várias partes da cadeia de suprimentos, levando então a melhoria do nível de desenvolvimento de uma nação, de acordo com Goss (1990).

Dentre as formas mais comuns de transporte de carga marítima pode-se citar o transporte de containeres e o de produtos que são levados ou dirigidos para dentro de um navio. No primeiro caso o contêiner é carregado no navio, em um processo bastante eficiente e no qual os produtos já foram devidamente acondicionados nos containeres pelo produtor ou seu agente logístico. Desta forma a qualidade do acondicionamento e das amarrações já está bem garantida.

Já os produtos que são levados ou dirigidos para dentro de um navio, como no caso de máquinas no sistema *Roll-on Roll-off*, simplificada e nomeado de Ro-Ro, necessitam de um sistema de amarrações que segue as regras da associação de transportes marítimos internacional. Esta garante que de acordo com o peso, formato e volume, a devida amarra seja providenciada (WILLIG, 2010).

### **2.1.3 O Processamento de Veículos em Logística**

Atualmente, as empresas de logística procuram agregar mais serviços ao trabalho de transporte, com o intuito de atrair mais clientes e assim conquistar ganhos de competitividade. Conforme citado anteriormente, algumas destas empresas chegam a criar outras empresas no mesmo grupo, com o objetivo destas outras se dedicarem a serviços diversos daqueles a que se dedica a empresa de logística. Outras, a fim de oferecer mais serviços, fazem acordos com outras empresas e formam ou grupos de trabalho ou apenas consórcios para executar determinados contratos.

Neste contexto, a indústria automobilística tem sido notória na terceirização da distribuição e processamento de veículos. Segundo Holweg e Miemczyk (2002), estas empresas terceirizadas são constantemente utilizadas, algumas vezes conhecidas como contratadas externas, e as quais são utilizadas, com o objetivo de retirar das operações

internas da planta de manufatura, algumas atividades que passam a ser realizadas por estas contratadas.

Estas empresas logísticas que processam os veículos, também realizam uma quantidade de outras funções tais como inspeção de pré-entrega, do inglês *pre-delivery inspection* ou PDI. Além disso, realizam uma série de configurações de algumas partes dos veículos, tais como decais, espoliers traseiros, instalação de rádios ou alarmes e outros aspectos específicos do mercado. Algumas destas empresas chegam mesmo a realizar algum recondicionamento de veículos, tais como reformar veículos de frotas de empresas e prepará-los para revenda (HOLWEG; MIEMCZYK, 2002).

Hyland et al. (2003) citam o exemplo de uma empresa australiana de logística analisada e que trabalha com processamento, armazenagem e reparos para montadoras, importadoras e exportadoras de veículos. Esta empresa tem o compromisso de prover serviços de qualidade que atinjam as especificações do cliente da indústria automobilística.

Quanto à cadeia de transportes, esta empresa possui parcerias com empresas internacionais e que estejam em condições de participar de acordos de suporte logístico. Manter a qualidade dos produtos transportados e processados é a base do negócio, garantindo que todos os empregados estejam comprometidos com serviços que excedam a expectativa do consumidor. Desta forma a empresa procura garantir que irá expandir seu negócio, pois se mantém competitiva no mercado.

Além disso, esta empresa possui grandes áreas de estocagem dentro dos portos, e locais de processamento em algumas regiões do país. A empresa possui ainda um bom sistema de informação para manter históricos dos veículos processados.

Ainda neste exemplo, todos os clientes da empresa são também fornecedores, pois ela recebe veículos de grandes montadoras como Volvo, Toyota ou Hyundai, direto dos portos de saída antes de transportá-las ao porto de destino e para seu local de armazenagem e inspecioná-los e processá-los. Neste local de processamento, os veículos recebem faróis, acessórios como ar condicionado ou alguma correção de pintura antes de enviá-los aos clientes finais.

Nesta situação, os produtos recebidos pelo cliente estarão em perfeitas condições e com plenas características de um produto novo, pois quaisquer danos ou imperfeições

causados pelo transporte e/ou processamento logístico, foram devidamente corrigidos, evitando assim, custos extras para a montadora.

## 2.2 QUANTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE EM PRODUTOS EXPORTADOS

Segundo Pagano (2000), no ano de 1956, Armand Feigenbaum propôs o “Controle da Qualidade Total – TQC”. Dizia ele que não existia possibilidade de se fabricar produtos de alta qualidade se a fábrica fosse obrigada a trabalhar isoladamente: “[...] o controle precisa começar pelo projeto do produto e só terminar quando o produto tiver chegado às mãos de um consumidor que fique satisfeito.”.

Assegurar a qualidade em produtos exportados em um mundo globalizado tornou-se então uma questão de Gestão da Qualidade Total (GQT). Conforme descrito por Lakhe e Mohanti (1993), o GQT pode ser definido como uma busca contínua pela excelência através da criação das habilidades e atitudes corretas nas pessoas a fim de fazer a prevenção possível de defeitos e satisfazer os clientes/usuários totalmente a todo momento. GQT é, portanto, uma atividade que engloba toda a organização e que tem que atingir cada indivíduo dentro da organização.

Ainda sobre GQT, Oakland (1989) o definiu como sendo uma forma de melhorar a eficiência e a flexibilidade dos negócios como um todo. É essencialmente uma forma de organizar e envolver toda a organização; cada departamento, cada atividade, cada uma das pessoas a cada nível de trabalho.

GQT é encarada como a integração de vários processos caracterizando uma dinâmica comportamental da organização (LAKHE; MOHANTI, 1993). Neste contexto, Price e Gaskill (1990) identificaram três dimensões de GTQ. Estas são:

- 1) a dimensão de produto e serviço: o grau em que o cliente está satisfeito com o produto e o serviço prestado;
- 2) a dimensão de pessoas: o grau em que o cliente está satisfeito com o relacionamento com as pessoas nas organizações fornecedoras;
- 3) a dimensão de processo: é o grau em que o cliente está satisfeito com o processo interno de trabalho, o qual é usado para desenvolver produtos e serviços para os clientes.

Neste trabalho foram abordadas a primeira e a terceira dimensões do GTQ, uma vez que envolve todo o processo de produção de um produto, desde o desenvolvimento até chegar ao cliente.

### **2.2.1 Custo por Perda de Qualidade**

A maioria das empresas coloca a qualidade como ponto principal a ser observado quando se refere à satisfação do cliente. De acordo com Schiffauerova e Thomson (2005), qualquer tentativa séria de melhorar a qualidade deve levar em conta os custos associados para atingir a qualidade, uma vez que o objetivo dos programas de melhoria constante, é não somente atender às necessidades do cliente, mas fazê-lo ao menor custo.

Ainda segundo Schiffauerova e Thomson (2005), isto somente pode ser feito através da redução dos custos necessários para atingir a qualidade, e a redução destes custos somente é possível se forem identificados e mensurados. Desta forma, mensurar e reportar os custos de qualidade (CDQ) deve ser considerado um item importante.

Em um processo produtivo, a fim de mensurar o CDQ, também deve ser levado em conta qual seria o nível de qualidade a ser atingido, ou seja, a questão é saber quando um produto está com o nível de qualidade suficiente. Segundo Juran (1951), os custos para se atingir certo nível de qualidade podiam ser divididos em “custos evitáveis” e “custos inevitáveis”.

Custos inevitáveis estão associados à prevenção – inspeção, amostragem, classificação e outras iniciativas de CQ. Custos evitáveis são devidos aos defeitos e falhas dos produtos – material sucata, horas gastas com retrabalhos, despesas com reclamações e prejuízos por clientes insatisfeitos –, e segundo Juran (1995) podem ser drasticamente reduzidos investindo-se na melhoria da qualidade.

O CDQ tem sido bastante discutido ao longo dos anos. Muito debate e diferentes ideias têm sido defendidos sobre o tema. De acordo com Dale e Plankett (1999), as idéias referentes aos custos de qualidade tem ido além dos conceitos de CDQ mais antigos, e tem incluído os custos de várias atividades (por exemplo, aspectos de projeto, marketing, gerenciamento de cadeia de fornecedores, etc.) muito além dos trabalhos do departamento de qualidade assegurada.

Nesta linha de raciocínio, Tannock e Salem (2007) utilizam o modelo *Prevention-appraisal-failure* (PAF) descrito em várias publicações entre elas o BS 6143 Part 2 (*British Standards Institution*, 1990). O modelo incorpora três categorias principais, as quais são explicadas por Gryna (1999) conforme a seguir:

- a) custos de prevenção: são os custos dispendidos para evitar que erros ocorram em uma empresa. Nestes pode-se incluir custos do planejamento de qualidade, custos de revisão de novos produtos, custos de controle de processo, custos de auditoria de qualidade, custos de avaliação de fornecedores e custos de treinamento;
- b) custos de avaliação: são os custos incorridos para identificar os produtos de baixa qualidade antes que sejam embarcados para os clientes. Os custos de avaliação normalmente incluem custos de inspeção e testes de recebimento, custos de inspeção e testes durante o processo de manufatura, custos de inspeção e testes final, custos de acuracidade dos equipamentos de teste, custos de inspeção e testes de materiais e serviços e custos de avaliação de estoques;
- c) custos de falhas, incluindo sub-categorias internas e externas. Os custos de falhas internas estão associados aos defeitos encontrados antes do embarque do produto para o cliente. Os custos de falhas internas incluem os custos de sucata, custos de perda, custos de retrabalho, custos de análise de falha,

custos de inspeção em 100% dos produtos, custos de reinspeção e de novos testes. Os custos de falhas externas são os custos associados com defeitos encontrados após o embarque do produto para o cliente. Estes podem incluir custos de gastos com garantia, custos de reclamação de ajustes, custos de retorno de materiais e custos de pagamentos por ressarcimento voluntário da empresa, mais conhecido como *goodwill payments*.

Como exemplo ilustrativo, na Figura 3 pode-se observar que todo *scrap* seria descartado imediatamente do sistema, mas o retrabalho retorna para a estação de trabalho. Nesta figura, o produto é reprocessado novamente, e então os itens retornam ao ponto de inspeção, onde existe a mesma probabilidade de rejeição.

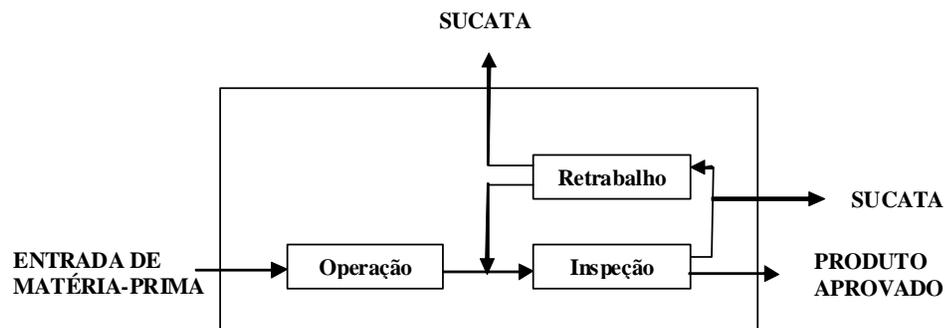


Figura 3: Modelo de simulação da célula de manufatura

Fonte: Tannock e Saelem (2005)

Ainda considerando a classificação dos custos de qualidade, pode-se dizer que o conceito de um sistema de CDQ pode ser também aplicado para melhorar a produtividade. Segundo Omachonu et al. (2003), uma vez que as relações entre os componentes do CDQ e a qualidade são definidas e claramente entendidas, a habilidade da organização em tomar decisões relativas a melhoria da qualidade, reduzindo os custos de qualidade e melhorando a produtividade serão substancialmente aprimoradas.

De acordo com Gryna (1999), o CDQ é uma medida dos custos de avaliação, prevenção e falha associados com o atingimento da qualidade do produto. Qualidade neste

caso significa conformidade com os requerimentos. Mais especificamente, CDQ são: os custos de avaliação do produto para conformidade com os requerimentos de projeto e as especificações de mercado (ex.: inspeção do produto e qualificação do projeto); os custos relativos às falhas para o atingimento dos requerimentos (ex.: reprojeto, retrabalho, sucata e custos de garantia); e os custos para prevenção de falhas (ex.: revisão de projeto, qualificação de venda e estudos de capacidade dos processos).

De acordo com Moen (1998), os custos de perda por qualidade têm normalmente sido direcionados por taxas de defeitos, os quais são baseados em limites de especificação. No entanto estes limites são normalmente baseados em conveniência, opiniões internas da companhia acerca das necessidades dos clientes e o desempenho dos equipamentos produzidos.

### **2.2.2 Método de Levantamento dos Custos da Qualidade**

As vantagens de um sistema de custos da qualidade são amplamente discutidas por Bottorff (1997) e são apresentadas a seguir:

- a) os dados são facilmente aceitos, porque são coletados e analisados por times com funcionários de várias áreas, além da participação do contador da empresa;
- b) o sistema de custos da qualidade serve para auxiliar na tomada de decisão sobre os investimentos que precisam ser realizados na empresa;
- c) o sistema de custos auxilia a justificar e dirigir investimentos em prevenção que criem oportunidades de reduções de custos de falhas internas e externas, contribuindo também para avaliar e justificar investimentos nos esforços de melhoria da qualidade;
- d) o sistema de custos conduz ao desenvolvimento de técnicas avançadas de medidas de desempenho nas áreas de satisfação de clientes, produção e

- desenvolvimento de produtos para melhorar o foco na redução dos custos totais da qualidade;
- e) ocorre a melhoria no retorno do investimento e em vendas, pela redução nos custos dos produtos ou serviços da organização;
  - f) o sistema de custos pode ser usado pela organização para gerenciar e sustentar seus programas de melhorias da qualidade.

No 54º Congresso Anual da Qualidade, promovido pela ASQ (*American Society for Quality*), foram propostos três métodos diferentes de levantamento de custos de qualidade: o Método de coleta de defeitos (*Defect Document Collection Method*); o Método de coleta de tempo e serviço (*Time and Attendance Collection Method*) e o Método de taxaço (*Assessment Method*), conforme descrito a seguir (ZIMAK, 2001).

- a) método de coleta de defeitos: é utilizado em conjunto com o método de Juran e adapta-se bem em organizações em que já existe a cultura de levantamento de dados de qualidade quanto a defeitos e não-conformidades. Este método baseia-se em implementar um sistema de coleta de defeitos de qualidade, e de posse destes dados, definir um custo médio por defeito. O custo médio geralmente é determinado pelo tempo e custo de peças utilizados nos trabalhos de reposição;
- b) método de coleta de tempo e serviço: segundo Zimak (2001), pesquisas indicam que este método é provavelmente o menos utilizado. Entretanto, organizações que tem utilizado este método tem sido bem sucedidas e tem uma boa compreensão dos custos totais da qualidade. O método consiste em que cada funcionário em cada setor complete um relatório ou ficha com informações acerca dos defeitos e problemas encontrados e que detalhe os custos, razões, soluções e tempo gasto no retrabalho;
- c) método da taxaço: não é comum a utilização deste método para empresas que estão iniciando o processo de medição dos custos da qualidade, apesar de nos estágios iniciais de um programa de custos de qualidade, serem utilizadas taxas para estimar os custos de qualidade nas empresas. Como citado, este método normalmente é empregado em organizações que já

estejam em um sistema de medição de custos de qualidade mais avançado. Este consiste em definir para cada setor e área os defeitos possíveis e determinar taxas para os mesmos com a análise de todo o processo de solução encontrado.

Analisando os três métodos, pode-se observar que o primeiro método é o mais tradicional e mais utilizado. No entanto ele tem dificuldade em incluir custos que não agregam valor ao produto. De toda forma, este método também parece ser melhor empregado nos casos de produção efetiva, enfrentando dificuldades de coleta de dados quando se refere a um processo de serviços.

O segundo método permite fornecer um significado para a coleta de todas as categorias de custos da qualidade, porém necessita de maior envolvimento do gerenciamento além de treinamento de maior número de funcionários. Além disso, mais uma vez se limita a sua utilização aos processos de manufatura.

Quanto ao terceiro método, este foca uma determinada área ou projeto durante um período de tempo determinado, facilitando o foco e a acuracidade dos dados coletados. No entanto, segundo Zimak (2001), ao necessitar do envolvimento de todos os funcionários da empresa, este método torna-se bastante caro.

De toda forma, os métodos encontram boa aceitação em um processo produtivo. Resta encontrar uma forma em que se possa inferir a sua utilização em um processo de serviços, onde não existam materiais palpáveis sendo agregados, mas apenas serviços e ou trabalho, ou seja, produtos intangíveis.

### **2.2.3 Formulação de Perda da Qualidade de Taguchi**

Dentre as formulações para quantificar os custos de Qualidade pode-se citar o método de Juran (JURAN et al., 1975). Neste método, Juran identifica os custos de

Qualidade em três categorias: custos tangíveis de fábrica, custos tangíveis de vendas e custos intangíveis. Esta categorização proposta por Juran foca nos custos das falhas de produção e enfatiza a importância dos custos de qualidade intangíveis, os quais, no longo prazo, serão de grande importância para a redução de custos.

Outra alternativa proposta por Dale e Plunkett (1991) é considerar as atividades relativas aos fornecedores, a empresa e ao consumidor na categorização do PAF. Esta proposta introduz novas categorias enquanto mantém as vantagens da categorização do PAF.

No entanto, de acordo com a proposta do 54º Congresso Anual da Qualidade (ZIMAK, 2001), a utilização de análise de custos de qualidade pela identificação e quantificação dos defeitos surge como a opção mais prática, tendo em vista que permite melhor quantificar estes custos, independente desse defeito ocorrer em um processo manufatureiro ou em um processo de serviços. Neste contexto pode-se utilizar uma gama variada de propostas para quantificar os custos destes defeitos.

Uma proposta para visualizar os custos e o desempenho é utilizando a função de perda de Taguchi. A função de perda de Taguchi baseia-se na suposição de que qualquer variação no valor da meta de uma característica resultará em uma perda para a sociedade.

Essa perda é descrita pela função quadrática simétrica de Taguchi em Taguchi et al. (1989), representada pela equação 1.

$$L(X) = k(X - T)^2 \quad (1)$$

Onde  $L(X)$  é o custo de perda,  $k$  é a constante de proporcionalidade para uma determinada característica,  $X$  é o ponto em que a característica se encontra e  $T$  é a meta da característica. A função também pode ser descrita graficamente pela Figura 4.

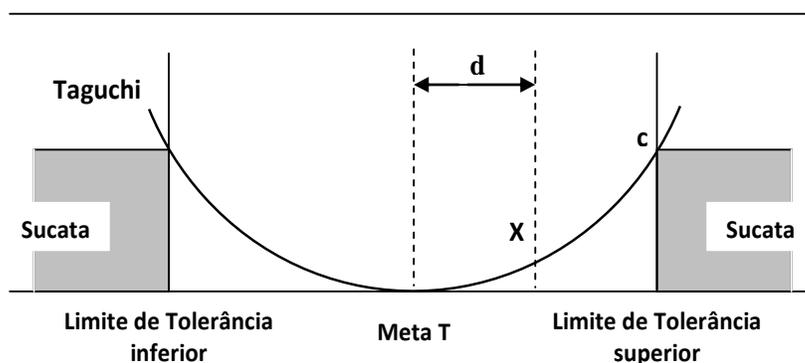


Figura 4: curva de aceitação para os custos de Taguchi

Fonte: Moen (1998)

Na Figura 4 a distância  $d$  representa a distância da característica em relação a meta  $T$ , e é calculada pela diferença entre o ponto  $X$  e a meta  $T$ . A função de custo é dada pela relação desta distância com a constante de proporcionalidade  $k$ . O ponto  $c$  representa os limites de tolerância para a característica em questão, e o ponto em que o produto se torna inapropriado para uso, devido a característica em questão.

Recentemente, a função perda tem sido utilizada para monitorar os custos de qualidade externos incluindo um componente primário de perda de vendas conforme citado por Margavio et al. (1994) e os custos de qualidade intangíveis como descrito por Albright e Roth (1992) e por Kim e Liao (1994), tais como insatisfação do cliente, perda devido a má reputação e perda de parcela de mercado.

Uma das principais dificuldades na utilização da função de perda de Taguchi é determinar a magnitude da perda no limite da tolerância ( $c$ ) e a distância do valor da meta em relação a este limite ( $d$ ). Estes valores são críticos para determinar a constante de proporcionalidade ( $k$ ) e conseqüentemente a validade da função perda.

Estes valores podem ser determinados desde que se conheça a perda associada a um certo valor da característica de qualidade  $y$ . É comum usar o custo de reparo ou substituição para determinar o valor de  $k$ . A equação 2 mostra como chegar a este valor.

$$k = A_0 / \Delta^2 \quad (2)$$

Nesta equação  $A_0$  é o custo de reparo ou substituição do produto e  $\Delta$  é o desvio da meta que exigiria reparo ou substituição localizado no ponto  $c$ .

Ainda ao analisar a Figura 4, pode-se considerar que convencionalmente se aceita dentro de um processo produtivo que as unidades produzidas dentro dos limites de especificação são aceitáveis. Desta forma a equação de Taguchi permite calcular a perda para a sociedade devido a produção de produtos fora dos limites de especificação. Neste contexto, a sociedade engloba o fabricante, o consumidor e todos a volta do processo.

Os custos a serem calculados pela função de Taguchi são os relativos à perda por qualidade. Estes custos podem ter origem em retrabalho, sucateamento ou outro.

Neste contexto, as perdas devido à qualidade do produto podem ser de três tipos segundo Ribeiro e Ten Caten (2005):

- 1) o fabricante perde: sucata, retrabalho, perda de fatia de mercado, perda de venda, etc;
- 2) o cliente perde: insatisfação em relação ao desempenho do produto, indisponibilidade do produto, perda de tempo;
- 3) perdas mútuas: gastos adicionais com reparo ou reposição do produto.

Em geral, sempre que ocorre má qualidade, todos perdem, e, em todos os casos, a perda pode ser expressa em unidades monetárias. E este é o objetivo da função de perda de Taguchi, traduzir em valores monetários o custo dispendido por perda de qualidade.

Em uma concepção clássica de qualidade os procedimentos de melhoria terminam quando se atinge a condição de se produzir todos os produtos dentro das especificações. No enfoque da função de perda, os procedimentos de melhoria irão continuar até que se atinja a perfeição, ou seja, o processo deverá estar centrado e com variabilidade zero, segundo Ribeiro e Ten Caten (2005).

Desta forma pode-se dizer que o uso da função perda implica em uma filosofia de melhoria contínua da qualidade. A função costuma ser utilizada por ser mais consistente do

que índices usuais de capacidade como  $C_p$  e  $C_{pk}$ . Além disso, a função perda permite quantificar monetariamente a perda de qualidade.

### 2.3 ANÁLISE DE CUSTOS

Tendo em vista a diversificação de mercados produtores e consumidores, as grandes corporações no âmbito da globalização passaram a distribuir suas atividades por diversos países. Segundo Zubair e Yussef (2003) as empresas definem diferentes tipos de plantas dentro da mesma corporação. Desta forma pode existir uma planta fonte na qual produtos básicos são produzidos e levando em conta as vantagens comparativas do mercado escolhido tais como menor custo de produção com mais alto nível de qualidade.

Paralelamente, poderão existir fábricas servidoras ou contribuidoras as quais focarão mais em desenvolver produtos ou processos. Neste contexto, encontram-se ainda as subsidiárias que são apenas receptoras de produtos produzidos em outros mercados e tem por objetivo revendê-los no mercado, ou seja, funcionam como distribuidoras de produtos da corporação. Gerenciar uma grande corporação envolve, pois enfrentar diferenças culturais, sociais, tecnológicas, valores e regras, entre outros.

Desta forma ainda segundo Zubair e Yussef (2003), administrar operações globais significa enfrentar maiores ambiguidades internas e externas do que as empresas que operam apenas no mercado doméstico. No entanto, a globalização destas empresas significa mover suas operações pelo mundo a fim de beneficiar-se dos melhores cabeças ou da mão-de-obra mais barata para adquirir uma vantagem competitiva.

No processo produtivo e de distribuição da indústria automobilística esse conceito fica bastante claro. Conforme Holweg e Miemczyk (2002), a indústria automobilística terceiriza a distribuição de veículos, em que as empresas terceirizadas assumem uma série de outras funções tais como PDI, reconfiguração de algumas partes do veículo tais como decais, *spoilers*, instalação de rádios e alarmes e outros aspectos específicos do mercado.

Assim sendo, a utilização deste processo pode ser avaliada para outros mercados produtivos e em especial para o mercado de máquinas agrícolas, os quais também podem ser categorizados como veículos automotores. Para tanto avaliar os custos deste processo se torna fundamental. De posse do processo e suas etapas devidamente definidos pode-se considerar o levantamento dos custos incorrentes.

### **2.3.1 Custos Inerentes ao Processo**

O trabalho de levantamento de custos do processo engloba a análise dos custos existentes. A fim de facilitar a compreensão da composição dos custos do processo faz-se necessário defini-los.

Portanto, esta parte do trabalho visa a definir os custos envolvidos no processo, apresentando as terminologias existentes e suas definições. De acordo com Fadanelli (2007), o processo de serviço engloba custos e despesas e, desta forma, torna-se necessário caracterizá-los.

Os custos segundo Bornia (2002) são definidos como os valores utilizados para que o processo de produção ou serviço seja realizado. Os custos a serem analisados são os custos inerentes ao processo, ou seja, os custos do processo de logística em si.

1- Os custos podem ser classificados de duas formas segundo Oliveira e Perez (2000).

a) Quanto às variações no volume das atividades

- Custos variáveis: alguns custos estão diretamente ligados a proporção da variação ligada ao nível das atividades do serviço, sendo então caracterizados como custos variáveis. Tendo em vista que estes custos mudam conforme o nível de serviço, então pode-se considerá-los como uma função da quantidade de serviço. Os custos variáveis em geral são diretamente proporcionais ao volume de serviço, sendo tão maiores quanto maior a produção.

Assim sendo, os custos variáveis (CV) podem ser representados por uma reta inclinada de uma função crescente da quantidade de serviço. No caso de serviços, os custos variáveis poderão ser citados como a mão-de-obra utilizada, materiais e produtos utilizados no serviço, entre outros.

- Custos fixos: por outro lado existem custos que não são afetados pelo nível de serviço da empresa, ou seja, permanecem constantes para uma determinada estrutura existente. Estes custos são chamados de custos fixos (CF). Estes custos teoricamente continuarão existindo ainda que a empresa tenha um baixo volume de serviço.

Dentre os custos fixos pode-se citar salários e encargos sociais, aluguel de prédios ou equipamentos entre outros. Os custos fixos comportar-se-ão como uma reta horizontal paralela ao eixo x (nível de serviço) quando representados graficamente.

- Custos semi-fixos ou semi-variáveis: outros custos, no entanto tem parte de sua estrutura fixa e parte variável (CSF). Isto deve-se ao fato de haver um nível de custo mínimo contratado e parte variável. Como exemplo pode ser citado a energia elétrica ou ainda algumas tarifas públicas ou impostos.

Desta forma a representação gráfica dos custos semi-fixos terá uma parte fixa e uma parte variável, gerando um resultado total bastante variável, ou irregular sem uma tendência única. A Figura 5 tenta ilustrar graficamente alguns exemplos de custos semi-fixos.

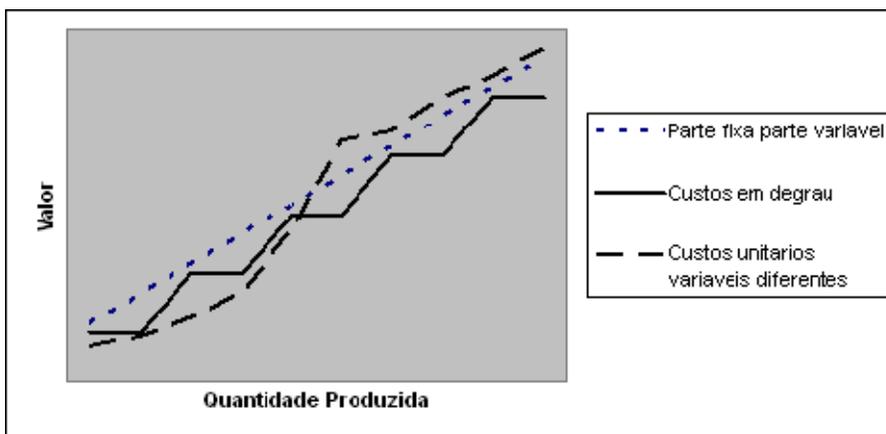


Figura 5: Comportamento dos custos semi-fixos em relação à quantidade produzida

Fonte: Borna (2002)

No entanto, de acordo com Kupfer e Hasenclever (2002), todos os custos fixos podem ser reajustados no longo prazo, pois estes podem sofrer pressões de mercado para serem reajustados. Pode-se considerar, por exemplo, os salários que em geral sofrem reajustes por reposição de perdas de inflação. O mesmo pode ocorrer com reajustes de aluguel. Vale ressaltar, no entanto, que caso estes custos tornem-se inviáveis para a empresa ela pode optar por alterar sua composição de mão-de-obra terceirizando serviços ou escolher um novo prédio para se instalar.

Resumindo, o conceito de custo fixo conforme descrito é válido para o curto prazo. Desta forma os custos totais de uma empresa ou serviço será dado pela equação 3.

$$C = CV + CF + CSF \quad (3)$$

b) Quanto a forma de identificação e apropriação aos diversos produtos e serviços produzidos simultaneamente:

- Custos diretos: em Bornia (2002) os custos diretos são definidos como aqueles que podem ser quantificados e identificados ao processo, produto, setor, etc com certa facilidade. Exemplos de custo direto podem ser mão-de-obra, matéria-prima, componentes, entre outros.

- Custos indiretos: estes são os custos que não podem ser alocados diretamente ao produto, ordem de serviço ou setor. Desta forma faz-se necessário especificar algum tipo de rateio entre as unidades. Como exemplo pode ser citado material auxiliar de produção ou serviço, depreciação de bens, entre outros.

2- As despesas são todos os gastos dispendidos paralelamente ao processo e para que o mesmo seja realizado. Estas despesas segundo Fadanelli (2007) são classificadas como administrativas, financeiras e comerciais.

A diferença na caracterização de despesas e custos é que os custos são contabilizados diretamente nos produtos enquanto as despesas são lançadas nos resultados da contabilidade da empresa. Exemplos de despesa são propaganda e publicidade, aluguéis de áreas administrativas, depreciação de equipamentos administrativos, despesas com cobranças, despesas financeiras entre outros.

As despesas são também classificadas como despesas diretas e indiretas e despesas fixas, variáveis e semi-fixas. A Figura 6 consolida os conceitos apresentados neste tópico.

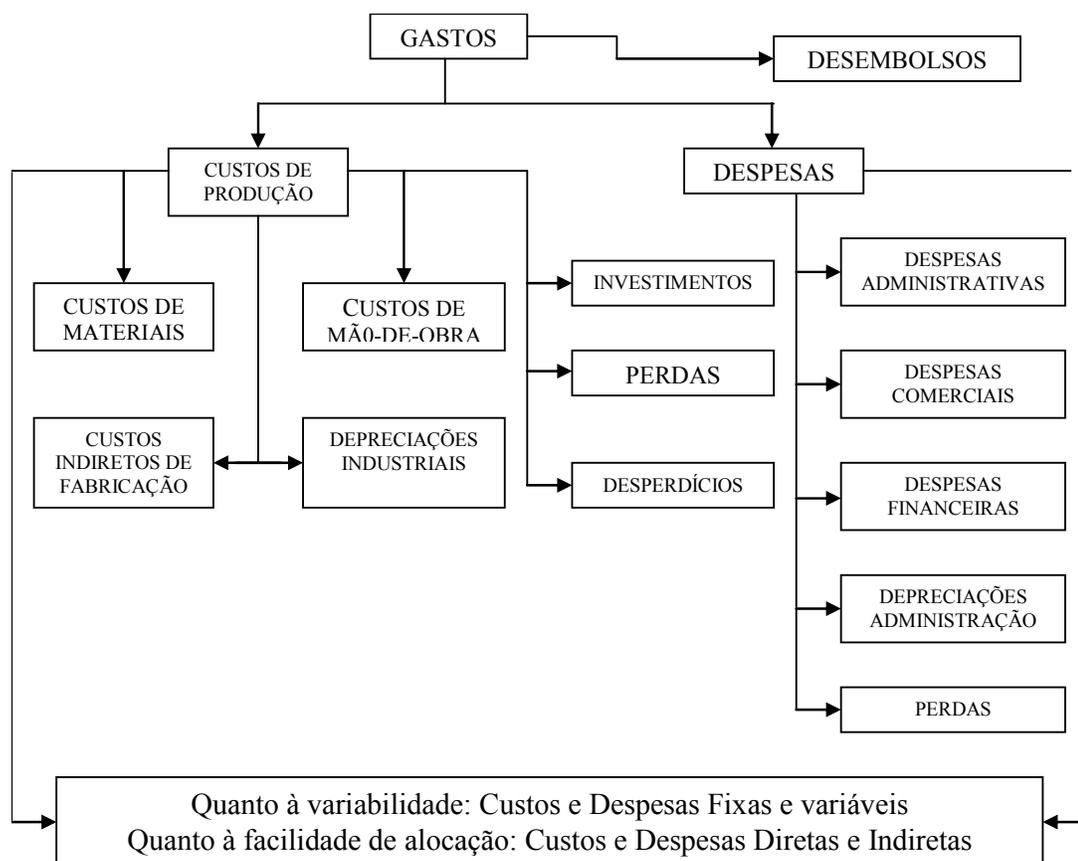


Figura 6: Conceito esquemático da classificação dos gastos

Fonte: Fadanelli (2007)

### 2.3.2 Levantamento de Custos

Uma das partes mais difíceis em uma comparação de custos é justamente conseguir os dados para efetuar a análise comparativa e concluir quanto à viabilidade de uma

proposta. Em um processo de serviço encontrar esses valores torna-se uma tarefa ainda mais complexa.

Segundo Giansi e Corrêa (1996), os serviços são intangíveis, o que torna ainda mais difícil avaliar o resultado e a qualidade dos mesmos. Eller (2002) corrobora esta posição ao explicar que isto ocorre devido às características do produto final, uma vez que a indústria trabalha com produtos acabados e pode inspecioná-los, o setor de serviço trabalha com um produto que não se pode simplesmente testá-lo em um setor de inspeção da qualidade.

Desta forma, analisar os custos de serviço de uma empresa de logística pode tornar-se bastante complexo. Este incluirá, sem dúvida, boa parte de mão-de-obra, mas contará também com materiais que são adicionados aos produtos, no caso de máquinas são adicionados combustível, óleo, entre outros.

No entanto, tendo em vista tratar-se de um serviço composto de processos bem definidos, pode-se considerar o custo de cada processo individualmente e após efetuar o somatório dos custos de todas as atividades de cada um dos processos envolvidos. Em seguida soma-se a este total os custos administrativos, financeiros, de cobrança e de mão-de-obra administrativa que garanta o bom funcionamento do negócio.

Então será possível visualizar o custo total do serviço. Mas, conforme citado anteriormente, será necessário quantificar ainda ganhos ou perdas devido à qualidade através de uma teoria de quantificação destas perdas. Uma das teorias existentes é a função de perda de qualidade propostas por Taguchi.

Apesar disto, em um caso de terceirização de serviços, para efeitos práticos, os custos dispendidos pela empresa contratante estão relacionados diretamente aos custos do contrato com a prestadora, acrescidos de impostos ou outras despesas relativas ao bom funcionamento do serviço.

Desta forma, estas posições foram aplicadas neste trabalho com o intuito de quantificar os custos de parte de um processo logístico, incluindo neste levantamento custos intangíveis relativos à perda de qualidade.

### **3 MÉTODO DE COMPARAÇÃO DAS PROPOSTAS**

Neste capítulo foram levantadas e analisadas as atividades existentes no processo de exportação de tratores agrícolas da AGCO, desde as fábricas brasileiras da empresa, até o mercado norte-americano. Em se tratando de uma empresa multinacional e plenamente inserida no contexto da globalização, a empresa em análise adquiriu operações em diversos países e em diferentes continentes. Tendo em vista esta situação, a empresa hoje produz máquinas em determinados países a fim de serem vendidos em mercados diversos.

Neste caso, a estrutura produtiva da empresa está baseada em localizar as plantas produtoras em países onde existam melhores oportunidades de produção. As oportunidades avaliadas para a decisão de localização das plantas baseiam-se principalmente nos critérios de custos de mão-de-obra, fornecedores de baixo custo, localização estratégica e conhecimento tecnológico.

Desta forma, o gerenciamento otimizado da produção nas diversas plantas e centros de venda e distribuição torna-se parte bastante importante para que a empresa atinja os melhores resultados. Esta condição recai no fato de que a empresa necessita da participação de outras empresas que prestam serviços para a mesma, sem poder interferir no funcionamento destas outras empresas prestadoras de serviço, mas, no entanto precisa manter o nível de qualidade adequado dos produtos.

Os maiores consumidores de máquinas agrícolas atualmente são os países da América do Norte, Europa, América do Sul e Austrália. O maior mercado consumidor de máquinas como país individual é os Estados Unidos da América, enquanto, apesar das boas oportunidades de crescimento do consumo, as melhores condições produtivas encontram-se hoje na América do Sul.

Desta forma, vários produtos da AGCO vendidos no mercado norte-americano são hoje fabricados no Brasil, país que concentra a maior parte das condições favoráveis à produção das máquinas e ainda o maior mercado consumidor na América do Sul. Esta é a razão pela qual o Brasil concentra hoje quatro fábricas da empresa, três no Rio Grande do Sul e uma em São Paulo.

Nesta estrutura a maior planta da empresa localiza-se em Canoas, RS, onde são produzidos a maior parte dos tratores exportados. E dentre estes mercados, o maior mercado foco da produção são os Estados Unidos da América.

### 3.1 PROCESSO ATUAL

O processo de transporte, recebimento e distribuição destes produtos nos EUA torna-se, desta forma, um fator preponderante no comércio destes produtos. Uma análise mais detalhada desse processo mostrou que o mesmo é composto de quatro etapas principais. A etapa 1 representa o transporte da fábrica em Canoas, RS até o porto de Rio Grande, RS, Brasil. Em sequência a etapa 2 envolve o embarque no porto, enquanto a etapa 3 o transporte marítimo entre o porto de Rio Grande, Brasil e o porto de Baltimore, EUA. Por último a etapa 4 envolve o recebimento e distribuição dos produtos no mercado norte americano.

Tendo em vista as dificuldades existentes hoje de mudanças no sistema portuário brasileiro, além das dificuldades em alterar procedimentos de uma grande empresa de navegação, pode-se concluir pela existência de boas oportunidades de melhoria no armazenamento e distribuição do produto final. Desta forma, este trabalho focou a análise das atividades na etapa quatro, sendo que esta etapa está localizada no porto de destino e engloba o recebimento do produto e sua consequente distribuição no mercado final.

Esta etapa encontra-se subdividida em atividades, as quais estão definidas na Figura 7. A primeira atividade envolve o recebimento do produto e a transferência do produto para o centro logístico onde irá permanecer até que seja emitida uma ordem de envio para uma revenda. Quando o centro logístico recebe uma ordem de envio para um cliente, então é realizada uma inspeção visual do produto e em seguida o mesmo é preparado para envio à revenda.



Figura 7: Fluxograma dos sub-processos no porto de chegada

Fonte: autor

Neste momento, após a preparação do produto, o mesmo é enviado à revenda, onde é então realizada a Inspeção de pré-entrega ou PDI, sigla em inglês que significa *Pre-delivery inspection*. O PDI engloba uma revisão completa do produto, de forma que este esteja pronto para ser enviado ao cliente final. O Apêndice A apresenta o processo de recebimento e manuseio dos tratores no porto de destino de forma mais detalhada.

### 3.2 ETAPAS DA ANÁLISE COMPARATIVA

A fim de realizar um estudo sobre o processo logístico atualmente em uso pela AGCO para o processamento de tratores nos portos dos EUA, avaliar as opções de mercado e comparar a alternativa de utilização de uma solução alternativa com a solução atual, o grupo de trabalho formado por profissionais das áreas de Qualidade, Logística e Vendas, definiu então as etapas de trabalho a serem realizadas. Estas etapas foram definidas levando-se em conta a necessidade de avaliar as melhores condições possíveis de

qualidade no manuseio dos produtos e ainda mantendo-se os custos mais baixos, a fim de não onerar o cliente final.

Desta forma, a primeira etapa consiste em descrever as etapas do processo atual e realizar uma pré-análise para identificar problemas atuais. A segunda etapa consiste em identificar alternativas existentes para os problemas levantados. A terceira etapa consiste em definir os parâmetros a serem analisados para comparação entre a proposta atual e a proposta alternativa. Na sequência é necessário coletar os dados necessários para a comparação entre as propostas de acordo com os parâmetros previamente definidos. A última etapa consiste na comparação dos dados coletados das duas propostas e da análise destes dados, com consequentes conclusões.

### **3.2.1 Análise do Processo Atual**

Atualmente a empresa terceiriza o serviço de logística dos tratores exportados para os Estados Unidos. A empresa terceirizada, a qual será chamada de contratada A, recebe os produtos após liberação das autoridades alfandegárias e os leva para o seu pátio de estocagem dentro do próprio porto, onde permanecem até que seja emitida uma ordem de envio para cliente, no caso as revendas.

A contratada A trabalha para a empresa montadora há mais de 10 anos e presta basicamente o serviço de logística. No entanto, nos últimos três anos a montadora tem colocado novas demandas de serviço para a contratada A, acompanhando de certa forma a evolução do mercado como um todo. Estas demandas referem-se à melhoria da qualidade dos produtos manuseados pela contratada A.

Até três anos atrás nenhum beneficiamento era feito nas máquinas que chegavam à contratada A. As mesmas simplesmente permaneciam no pátio até o momento de serem distribuídas. Algumas vezes estas máquinas permaneciam por até três anos sem serem movidas e sujeitando-se ao efeito da maresia e demais intempéries. O resultado era que após este tempo as mesmas não mais tinham a aparência de máquinas novas.

Durante os anos de 2006 e 2007 a empresa empreendeu uma pesquisa de opinião entre os revendedores. Esta pesquisa constou de um questionário relativo às condições em que os produtos chegavam até as revendas. Cada revendedor deveria respondê-lo indicando as condições da máquina concedendo uma pontuação para os itens danos, limpeza e funcionalidade.

Esta pesquisa foi desenvolvida pelo departamento de Qualidade da montadora e era entregue junto com cada máquina para o revendedor que deveria preenchê-la e devolver via fax ou escaneado para o número ou e-mail listado no questionário. Uma cópia do questionário está listado no Apêndice B.

Com os resultados deste questionário foi possível concluir que os clientes já não estavam mais satisfeitos com a qualidade do produto quando da entrega, ainda que o produto viesse a funcionar depois de revisado e realizado o PDI, pelos revendedores. Os resultados da pesquisa estão tabulados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado da pesquisa de qualidade realizada junto às revendas dos EUA

ITEM DE QUALIDADE	AVALIAÇÃO
LIMPEZA	3.7
LIMPEZA DO PISO	3.9
OXIDAÇÃO NAS JUNTAS	4.8
BATERIAS CARREGADAS	5.4
OXIDAÇÃO NOS CILINDROS	6.3
PINTURA	6.8
LIMPEZA DO ROPS	7.2

Fonte: Pesquisa de satisfação do cliente do Departamento Comercial Corporativo da AGCO

Analisando os resultados da pesquisa concluiu-se que as revendas não estavam satisfeitas com as condições de entrega dos produtos e gostariam de receber um produto

pronto para entrega, tendo que realizar o mínimo de serviço possível nos mesmos e concentrar-se na área de vendas. Estes resultados foram analisados pelos departamentos de Qualidade, Comercial e Logística, os quais concluíram em conjunto pela busca de opções que viabilizassem o desejo dos revendedores.

Paralelamente, o grupo de trabalho foi buscar no departamento de serviço, o qual lida com os problemas de garantia, informações quanto aos problemas que vinham sendo relatados pelas revendas em produtos novos, quando da realização dos PDI. Dentre os problemas mais comuns detectados pelo departamento de serviço, pode-se citar problemas de pintura, bateria, limpeza, peças faltantes, entre outras.

Os resultados do questionário realizado junto às revendas foram confirmados com os dados do departamento de serviço conforme a Tabela 2. Nesta estão listados os problemas de maior incidência na parte superior e os de menor incidência estão grifados na parte inferior.

Tabela 2: Lista dos problemas principais encontrados nos tratores de exportação quando entregue às revendas nos anos de 2006 a 2008

Problema	Quantidade	Percentuais	
Pintura	480	1004	86%
Bateria	226		
Oxidação	175		
Limpeza	123		
Problemas elétricos	86	170	14%
Vazamento hidráulico	50		
Problemas mecânicos	34		
TOTAL	1174	1174	100%

Fonte: SOURCE – Sistema de registro de garantia da AGCO Corporation

Desta forma, o grupo de trabalho concluiu que o modelo atual de uma simples empresa de logística sem a infra-estrutura necessária para processar os produtos para o mercado, não satisfaz mais a montadora. Consequentemente, o grupo formado para análise da pesquisa decidiu investigar opções alternativas para o processo de logística, tanto opções existentes no mercado quanto possíveis novas opções. Tornou-se imperativo que a montadora analisasse a viabilidade de outras alternativas para otimizar o serviço e a qualidade do produto exportado a fim de atender às demandas oriundas da evolução natural do mercado consumidor.

### **3.2.2 Definição de Alternativas ao Processo Atual**

Com a decisão tomada acerca de investigar alternativas ao processo atualmente em funcionamento, a equipe realizou uma investigação das opções existentes incluindo aquelas adotadas pela indústria automobilística. Após o levantamento observou-se que não existem muitas alternativas estruturais disponíveis no mercado, mas apenas alternativas de empresas para realizar o trabalho. Desta forma foram listadas as alternativas existentes:

- a) investir na empresa contratada A para que a mesma passe a oferecer uma infra-estrutura com serviços qualificados às demandas atuais;
- b) investir em um centro logístico próprio com a infra-estrutura desejada para atender às demandas atuais;
- c) adotar o VPC (*vehicle processing center*), solução adotada pela indústria automobilística e procurar empresas no mercado que ofereçam o serviço desejado e adequado às demandas atuais.

A alternativa 1 foi apresentada à contratada A que atualmente presta serviço para a montadora. Após análise da proposta, a contratada A optou por não alterar o foco de seu

trabalho, pois a proposta exigiria não somente investimento por parte da montadora, mas também investimento próprio da empresa de logística.

Nesta situação a contratada A teria que investir em área construída, uma vez que a instalação de novos serviços exigiria área maior, ainda que através de investimento da montadora. Além disso, a contratada A ainda precisaria criar um novo setor na empresa, com pessoal novo, desvirtuando totalmente de seu foco original.

A alternativa 2 também foi analisada e a priori deixada de lado, tendo em vista que está fora dos objetivos da empresa AGCO neste momento assumir o gerenciamento total deste serviço. A alternativa, no entanto não foi descartada definitivamente e pode voltar a ser objeto de estudo caso não se atinja o objetivo principal que é melhorar o nível de serviço da entrega das máquinas.

A alternativa 3 apresentou-se como a mais atraente para a montadora, uma vez que não exigiria investimento inicial, agregando ao mesmo tempo um nível de serviço mais alto e com melhor qualidade. Como outra vantagem, caso a montadora decidisse que o serviço não estivesse satisfatório, lhe permitiria buscar outra empresa no mercado ou mesmo retornar ao modelo anterior.

Com esta análise inicial das alternativas existentes, o grupo de trabalho observou que era necessário investigar ainda se a alternativa em vista traria algum ganho na qualidade do serviço de manuseio, através de redução de defeitos e consequente melhoria da satisfação do cliente. Desta forma, para a análise da alternativa 1, o grupo baseou-se no trabalho atualmente executado pela contratada A. Por outro lado para a alternativa 3, o grupo teria de procurar empresas no mercado que já trabalhassem com o nível de serviço e qualidade procurado. Então o grupo partiu para investigar opções existentes no mercado automobilístico.

Há anos a indústria de tratores tem se espelhado na indústria automobilística quanto às melhorias do nível de qualidade implementadas, ou seja, a indústria automobilística tem servido de *benchmark* para a indústria de tratores. Este fato explica-se pela maior rudeza de acabamento dos tratores em comparação com os automóveis. Desta forma a maior demanda dos clientes por qualidade fez com que a indústria de tratores tentasse se aproximar da indústria automobilística.

Estudando o mercado de exportação de equipamentos, a montadora foi então encontrar na indústria automobilística uma opção que parecia encaixar-se perfeitamente nos objetivos da empresa. Dentro do próprio porto de destino utilizado encontrou o chamado *Vehicle Processing Center* (VPC).

O VPC é um centro de processamento do produto dentro do próprio centro logístico, neste caso o porto. Neste centro, os veículos são inspecionados, revisados, consertados caso necessário, peças e/ou acessórios são adicionados, tudo realizado com o mais alto nível de qualidade.

As instalações do VPC contam com o mais alto nível de equipamentos possuindo entre outros, câmara de pintura e secagem, área de lavagem, setor mecânico e elétrico. Ainda nestes centros, a indústria automobilística optou por realizar os PDI (*pre-delivery inspection*), que são inspeções de pré-entrega. Estes originalmente eram executados pelas revendas, mas como forma de otimizar e reduzir custos, passou a realizá-los no VPC, uma vez que as montadores pagavam as revendas pela execução do PDI.

A estrutura do VPC permitiu à indústria processar os produtos por completo antes destes chegarem à revenda, estando pois praticamente em condições de serem entregues ao cliente final. Assim sendo, o grupo de trabalho optou por analisar as propostas de empresas de logística que possuem VPC e de preferência dentro ou próximo dos portos. Estas propostas seriam comparadas à situação existente atualmente, a fim de concluir quanto à viabilidade da mesma em relação aos ganhos de qualidade comparados à situação atualmente em curso.

### **3.2.3 Definição de Parâmetros de Comparação entre Propostas**

A fim de realizar a comparação entre a proposta da situação existente e a proposta alternativa de utilização do VPC, o grupo de trabalho formado por profissionais das áreas de Qualidade, Logística e Vendas, definiu então as características que seriam utilizadas

para comparação entre as mesmas, baseados em pontos de importância para o atingimento de um produto com melhor qualidade para o cliente.

A primeira característica foi definida como a capacitação das empresas candidatas a fornecer os serviços propostos. Esta característica se faz necessária principalmente para a solução proposta, uma vez que se trata de um novo processo.

A segunda característica refere-se aos custos das propostas. Esta característica com certeza é fundamental, uma vez que o custo é sempre fator importante em uma análise de alteração de processo.

Como terceira característica principal encontra-se a qualidade, e em regras gerais, os custos de qualidade. Tendo em vista, conforme citado, que os custos de qualidade são custos intangíveis em sua maior parte, propôs-se uma análise dos custos que seriam originados pela perda de qualidade de um produto. Para tanto fez-se necessário definir a melhor forma de mensurar estes custos. A Função perda de Taguchi foi eleita a melhor aproximação para cálculo dos custos de perda de qualidade conforme descrito no capítulo 2.

### 3.2.3.1 A Característica Qualidade

A utilização da função perda de Taguchi tem sido largamente utilizada na área de manufatura e paralelamente na comprovação e/ou controle de processos. Neste contexto, avaliar um processo produtivo poderia ser estendido a avaliar um processo de serviço, desde que seja um processo agregado a serviços de manufatura e desta forma possa ser quantificado como tal.

Um processo logístico em si não poderia ser traduzido como um processo de manufatura. No entanto quando o processo logístico torna-se mais complexo e passa a agregar retrabalho e consertos pode-se sim considerar estes serviços como processos de manufatura ou como retrabalho, ou seja, existe um processo manufatureiro englobado no

processo logístico. Desta forma estes processos agregados poderiam ser então quantificados pela função de Taguchi.

Para tanto seria necessário definir os processos de serviço envolvidos como uma característica, definir custos básicos de execução, definir as metas a serem atingidas em cada característica e então montar a função para cada uma das características definidas. O somatório dos custos de perda para cada característica seria o total de perda de qualidade por retrabalho relativo ao serviço em questão.

Esta aproximação pode ser utilizada em processos de transporte que envolvam diferentes meios de transporte e obviamente grandes distâncias incluindo também diferentes continentes e países. Desta forma, necessita-se definir como mapear o processo a fim de estabelecer os serviços de retrabalho agregados ao processo.

Com o objetivo de quantificar a característica Qualidade, foi utilizada a função Perda de Qualidade de Taguchi. Para tanto foi necessário definir como quantificar os dados matemáticos da função. Tendo em vista que as perdas na utilização da situação atual remontam à execução de retrabalho e referindo-se à definição da utilização da função perda de Taguchi para um processo de manufatura inserido em um processo logístico analisado no capítulo 2, pode-se aproximar o trabalho de manuseio logístico ao processo de manufatura.

Tendo em vista a função de Taguchi descrita na equação 1 e a definição do fator  $k$  na equação 2, para que se possa quantificar os fatores destas equações foi necessário definir os diferentes tipos de retrabalho existentes no processo. Foram então listadas as diversas formas de retrabalho normalmente executadas no site logístico. Para tanto utilizou-se como base de dados os serviços listados na Tabela 2 e oriundos dos problemas reportados ao departamento de serviço. Estes itens de retrabalho foram reportados pelas vendas.

$$L(X) = k(X - T)^2 \quad (1)$$

$$K = A_0 / \Delta^2 \quad (2)$$

Uma vez tendo definidos os tipos de reparos realizados nos tratores, pode-se então analisar como cada tipo de reparo se comportará quando da utilização da função de perda de qualidade de Taguchi. Assim foi realizada uma análise e definida uma equação de Taguchi para cada tipo de reparo. Pare efeito do estudo não foi especificada uma moeda, mas os valores foram considerados como unidade monetária.

### 3.2.3.1.1 Pintura

A característica pintura refere-se à condição em que uma ou mais partes do produto encontram-se com a pintura danificada, seja este dano por arranhão ou simplesmente a pintura pode estar desbotada. Para a característica pintura o departamento de engenharia da empresa define o padrão de unidade de brilho UB, a qual para o projeto dos tratores da fábrica de Canoas possui uma meta de atingimento de 85 UB. Caso o brilho esteja inferior a 80 UB então será necessário repintar a peça.

A unidade de brilho de uma superfície é medida com a utilização de um aparelho chamado *glossmeter*, que vem do inglês “medição de brilho”. Este equipamento pode ser facilmente encontrado em empresas que vendem produtos para laboratórios de metrologia.

De acordo com a equação 2 da função de perda de Taguchi, a fim de calcular a constante de proporcionalidade  $k$ , foi necessário conhecer  $A_0$ , o qual é o custo para conserto do produto, e  $\Delta$ , que é o desvio da meta da característica que necessita de reparo. Para esta característica foi considerado o custo de reparo de uma peça padrão de área equivalente a  $1\text{m}^2$ . Ainda para esta característica e conforme citado anteriormente, para cada peça cujo brilho esteja igual ou abaixo de 80 UB então será necessária a repintura, a um custo de \$100,00 por  $1\text{m}^2$ . Desta forma o desvio da meta será 5 UB, o qual foi calculado como a diferença entre 80 UB e a meta estabelecida de 85 UB.

Com estes dados foi possível encontrar o valor da constante de proporcionalidade  $k$ , com a utilização da equação 2, ou seja, o  $k=4$ . Assim sendo, a equação 4 representa a característica pintura.

$$L(x) = 4 \times (x - 85)^2 \quad (4)$$

Desta forma o mesmo raciocínio foi realizado para cada uma das demais características.

#### 3.2.3.1.2 Bateria

A característica bateria refere-se à necessidade de troca de bateria quando a mesma não estiver dentro das metas desta característica. Sabe-se que pelas normas da engenharia da empresa um produto deve ser entregue com uma bateria apresentando voltagem de 12 V. Existe uma pequena tolerância de 0,5 V, ou seja, nos casos de baterias com voltagem até 11,5 V, as mesmas podem ser recarregadas, porém abaixo desta voltagem elas devem ser substituídas.

O custo de uma nova bateria é de \$100,00, então pode-se calcular o valor da constante de proporcionalidade para esta característica com a utilização da equação 2 e chega-se a um valor de 400. Para o caso das baterias pode-se então entrar com os dados na equação 1 e obtém-se a equação 5.

$$L(x) = 400 \times (x - 12)^2 \quad (5)$$

#### 3.2.3.1.3 Oxidação

Para o caso de problemas de oxidação, apenas retoques são realizados nas peças. Tendo em vista que estes retoques são realizados com pintura, pode-se considerar os mesmos dados e, portanto, a mesma equação encontrada para a característica pintura.

Assim sendo, para o caso em que se atinge o limite da tolerância, ou seja, para o caso da unidade de brilho (UB) atingir o valor de 80 UB.

Desta forma estar-se-á considerando apenas os casos de pequenos reparos em pintura.

#### *3.2.3.1.4 Limpeza*

Tendo em vista a limpeza ser uma característica relativa e de difícil mensuração foi feita uma referenciação da característica em termos de percentual da limpeza realizada. Para uma limpeza completa e nenhum vestígio de sujeira foi considerado o valor de 100% de limpeza. A limpeza será considerada ineficaz quando atingir 90%, necessitando então de uma nova limpeza ao custo de \$30,00. Como nos casos listados foram apresentados apenas casos em que se necessitou de limpeza completa, então será considerado sempre este custo para todos os casos, sem considerar a equação de Taguchi.

#### *3.2.3.1.5 Problemas elétricos*

Os problemas elétricos foram tratados como problemas que impossibilitem o sistema elétrico de funcionar em parte ou no todo. Para caracterizar um produto sem defeitos significa considerar um produto que opera seu sistema elétrico normalmente, ou seja, todas as características do sistema estão em conformidade com as especificações.

Em um sistema elétrico de um trator pode-se avaliar se o sistema está funcionando de forma consistente quando a amperagem do sistema está no nível especificado em projeto. Para os tratores em questão a amperagem recomendada é de 55 A para tratores plataformados e 120 A para tratores cabinados. Quando esta amperagem encontra-se

abaixo de 50 amperes para os plataformados e abaixo de 110 amperes para os cabinados, significa que o sistema possui alguma falha. Para estes casos em que atinge a tolerância máxima foi considerado um custo médio de conserto elétrico para produtos novos de um valor de \$200,00. Este valor foi obtido pelas médias dos serviços executados nos últimos três anos.

Tendo em vista os valores apresentados pode-se calcular o valor da constante de proporcionalidade utilizando a equação 2 para ambos os tipos de tratores, encontrando-se o valor de  $k=8$  para os tratores plataformados e de  $k=2$  para os tratores cabinados. Desta forma encontra-se a equação de Taguchi para este serviço. A equação 6 representa a característica problemas elétricos para os tratores plataformados, enquanto a equação 7 representa a característica problemas elétricos para os tratores cabinados. Com relação ao volume de tratores transportados, os mesmos são distribuídos aproximadamente em 50% entre cabinados e 50% entre plataformados.

$$L(x) = 8 \times (x - 55)^2 \quad (6)$$

$$L(x) = 2 \times (x - 120)^2 \quad (7)$$

### 3.2.3.1.6 Problemas hidráulicos

O sistema hidráulico de um trator agrícola trabalha sempre sob pressão. Esta pressão costuma variar de acordo com a sua utilização. Porém a fim de verificar se o sistema está funcionando de forma satisfatória, o departamento de engenharia da empresa definiu um parâmetro de vazão de saída para os implementos.

Neste caso a pressão é medida colocando-se um aparelho de medição de vazão nos engates de conexão de saídas hidráulicas para os implementos. A Figura 8 mostra a localização dos engates na traseira dos tratores.

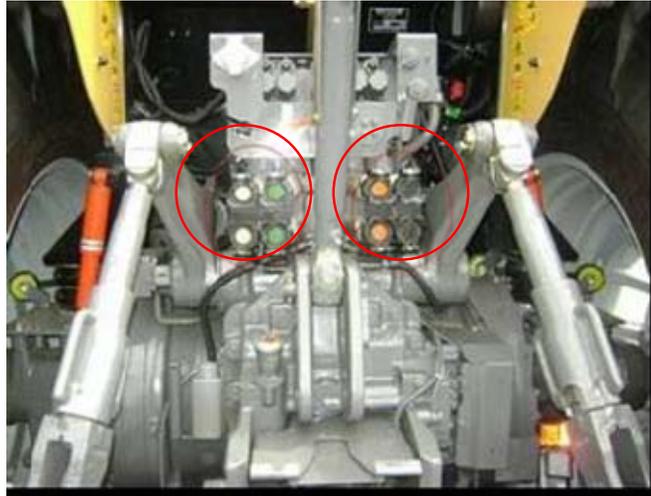


Figura 8: Localização dos engates na traseira de um trator, assinalados por círculos vermelhos

Fonte: autor

Este valor de vazão medido, que representa a pressão do sistema hidráulico, permite que o implemento agrícola possa trabalhar adequadamente utilizando o mesmo sistema hidráulico do trator. Neste caso o óleo circulará entre o sistema de transmissão do trator e do implemento como se fosse um único sistema.

Para o sistema hidráulico do trator, trabalha-se com uma vazão média ideal de 18 galões/minuto. Nos casos em que a pressão encontra-se abaixo de 16 g/min, significa que está havendo perda de pressão no sistema e, portanto, que está ocorrendo um vazamento. Este vazamento pode ocorrer em diferentes partes do sistema. Os vazamentos mais comuns em um sistema hidráulico de um trator podem ser referentes a um retentor ou uma junta defeituosos ou ainda devido a peças mal atarrachadas ou aparafusadas. Em média observa-se que o custo de um conserto de um problema causado por um dos itens descritos será de cerca de \$1000,00.

De posse destes dados pode-se calcular o valor da constante de proporcionalidade para esta característica, cujo valor foi  $k=250$ . Desta forma, a equação de Taguchi para a característica problemas hidráulicos será conforme a equação 8.

$$L(x) = 250 \times (x - 18)^2 \quad (8)$$

### 3.2.3.1.7 Problemas mecânicos

Esta característica é bastante complexa para ser analisada como um único parâmetro, tendo em vista que pode englobar os mais diversos tipos de problemas. Desta forma foi feita uma aproximação em que um trator sem defeitos será considerado como zero em uma escala de defeito.

Para cada defeito detectado será conferida uma pontuação, com o objetivo de graduar a dificuldade de reparo do defeito. Um defeito de rápido conserto receberá um ponto, um defeito que tome um tempo maior do que duas horas para conserto, mas que não impeça a máquina de funcionar receberá 2 pontos. Um defeito que requer mais do que 5 horas de conserto e que impeça a máquina de funcionar atingirá 3 pontos e será o limite aceitável de um pequeno conserto.

Isto significa dizer que um defeito que atinja 3 pontos na escala custará o valor relativo à reposição de partes do trator e custará em média \$1800,00. Com estes dados pode-se então calcular o valor da constante de proporcionalidade  $k=200$ .

Da mesma forma que para as demais características estudadas e utilizando os dados referentes a defeitos mecânicos, chega-se a equação 9, que representa os custos para a característica defeitos mecânicos.

$$L(x) = 200 \times (x - 0)^2 \quad (9)$$

O somatório de todos os custos de perda permitirá obter um somatório de toda a perda por qualidade e conseqüentemente o quanto se ganhará com a introdução de solução para estes problemas que estão fora das características definidas para o processo e conseqüentemente para o produto.

### 3.2.3.2 A característica custo

A fim de efetuar uma análise comparativa das propostas existentes foi necessário conhecer, além dos custos intangíveis da qualidade descritos na seção anterior, também os custos tangíveis das mesmas.

Para os produtos vendidos pela AGCO Corporation nos EUA, o custo total do produto produzido e importado do Brasil envolve o custo de produção acrescidos dos custos de transporte, processamento e distribuição no mercado norte-americano. O somatório destes custos gera o custo total do produto para o mercado norte-americano e então a empresa pode calcular o preço final de venda do produto.

Os custos em questão neste trabalho são os custos de processamento dos produtos no porto norte-americano. Desta forma são os custos gerados a partir do momento em que o produto é descarregado do navio e até o momento em que ele é embarcado para o cliente, no caso, a revenda.

Desta forma a primeira etapa do levantamento do custo de processamento é exatamente listar as atividades do processo, a segunda etapa consta do levantamento do custo de cada uma destas atividades. A terceira etapa é a de classificar o custo como fixo, variável ou semi-fixo. Em seguida, pode-se obter o somatório dos custos fixos, dos custos variáveis e dos custos semi-fixos e inseri-los na equação 5, apresentada no capítulo 2. Assim obtém-se uma equação de somatório dos custos para cada uma das propostas apresentadas.

Dentre estes custos estão os custos de transporte do produto do píer de descarga até uma área de processamento e/ou armazenamento, vistoria do produto, adição de acessórios, limpeza, abastecimento de combustível entre outros. No caso em estudo, como o serviço é terceirizado, existem também custos administrativos com a empresa que prestará o serviço e ainda custos de gerenciamento dos produtos.

Como a empresa terceirizada efetua os serviços para a montadora, todos estes valores pagos à empresa terceirizada são considerados custos do produto no mercado norte-americano e são levados em conta quando do cálculo do preço de venda do mesmo.

Alguns dos serviços, que são considerados como custos do processamento do produto no porto e que hoje incidem nos custos da contratada que atualmente trabalha para a AGCO, são:

- a) Serviço básico e administração dos RO-RO;
- b) Transporte dos produtos do píer para armazenamento;
- c) Uso da área para inventário e guarda;
- d) Taxa de gerenciamento de logística;
- e) Processo de carregamento do produto para o cliente;
- f) Combustível;
- g) Ligar a máquina para manutenção;
- h) Inspeção do produto;
- i) Instalação de pesos, *hitches* e rodagens duplas;
- j) Lavagem.

Alguns destes custos podem ser classificados como fixos, ou seja, a contratante arca com eles independentemente do volume de máquinas, e outros são custos variáveis proporcionais ao volume de máquinas processadas. Os dados referentes a estes custos são fornecidos pelas duas empresas responsáveis pelas propostas solicitadas e são então computados como custos do processamento do produto.

Desta forma os custos totais das propostas são dados pela equação 3 novamente apresentada a seguir, adicionada das despesas, onde o custo total ( $C$ ) é encontrado pelo somatório dos custos variáveis ( $CV$ ), dos custos fixos ( $CF$ ) e dos custos semi-fixos ( $CSF$ ).

$$C = CV + CF + CSF \quad (3)$$

Estes custos, portanto, são dados pelos valores de propostas apresentados à montadora. Estes valores podem ser um valor fixo por volume de produto processado ou mesmo um valor unitário e que para efeito de avaliação foi considerado um volume de produtos estimado de acordo com as projeções da montadora.

Tendo em vista que, além disso, ambas as propostas são para processamento dos produtos no porto de Baltimore, MD, EUA, então todos os demais custos incidentes tais

como tarifas portuárias, transporte, estiva, entre outros, são iguais e portanto não considerados nos cálculos comparativos.

Para efeito de levantamento dos custos das propostas foi tomado como base o fluxograma da Figura 7. Neste fluxograma estão listadas todas as atividades pertencentes ao processamento de tratores no porto.

De acordo com as atividades do fluxograma pôde-se concluir que as atividades a serem custeadas são: recebimento do produto, inspeção do produto, transferência para o centro de processamento ou armazenagem, realização de benfeitorias e/ou serviços, teste do produto (quando em estoque após 60 dias), preparação para envio (incluindo limpeza e abastecimento de combustível), emissão de documentação e embarque para o cliente final.

De posse destas atividades foi possível custear cada item para cada uma das propostas apresentadas e em seguida comparar os resultados.

### **3.2.4 Comparação**

A análise dos dados da proposta alternativa permite compará-la à proposta existente. Desta forma pode-se considerar a proposta existente, ou seja, o serviço atualmente realizado pela contratada A, como a proposta atual e a proposta da contratada B, ou seja a de utilização de um VPC, como a proposta alternativa.

Tal caracterização permite que sejam bem definidos os custos de cada proposta, caracterizados pelos parâmetros citados anteriormente e que se agrupam em parâmetros de qualidade, capacitação e custos. A característica de capacitação é intangível, sendo que portanto foi feita uma avaliação e consideradas a experiência e capacidade de oferecer os serviços para cada uma das empresas que apresente proposta.

Os dados da característica Custo para cada proposta, foram calculados, o mesmo sendo feito para a característica Qualidade, a fim de que possam ser comparados de forma numérica. De posse de todos estes dados numéricos, pôde-se partir para uma análise comparativa entre as propostas.

## **4 COMPARAÇÃO ENTRE AS PROPOSTAS**

Neste capítulo estão apresentados os dados necessários para análise das propostas em estudo, e comparação entre as mesmas. Esta análise se deu pela comparação de dados relativos aos parâmetros de comparação definidos anteriormente, que são: capacitação, qualidade e custos das duas propostas.

Para execução do trabalho a equipe de projeto da AGCO contatou a empresa contratada A, que atualmente efetua o trabalho de processamento dos produtos importados a fim de coletar os dados necessários para comparação. Nestes moldes foi efetuada uma visita técnica ao site da empresa, ocasião em que foram coletados dados quanto à execução do trabalho. Além disso, foram coletados junto à contratada A e ao departamento comercial da AGCO dados relativos a volumes e custos disponíveis do processamento nos últimos anos. Estes dados irão compor a proposta atual.

Da mesma forma foi efetuada uma visita técnica às instalações da empresa que apresentou a proposta de utilização do VPC para processamento dos produtos da AGCO. Nesta visita foram observadas as condições de processamento oferecidas, bem como coletados dados junto à empresa quanto aos custos propostos. Estes dados irão compor a proposta alternativa.

### **4.1 PROPOSTA ATUAL**

#### **4.1.1 Apresentação da Empresa Contratada A**

A contratada A é uma empresa de logística sediada no estado da Georgia e que trabalha no mercado americano há mais de 10 anos prestando serviços de logística terrestre

para empresas em geral. Atualmente, presta serviço de logística para a montadora no porto de Baltimore, onde ocorre a chegada de todos os produtos da AGCO oriundos do Brasil para o mercado norte-americano. Uma das vantagens da empresa, além da experiência, é o fato de estar localizada dentro do terminal portuário, facilitando assim o movimento dos tratores, bem como eliminando o custo de transporte dos mesmos do píer para o local de estocagem, pois estes são dirigidos de um local ao outro.

A empresa está localizada em uma área de cerca de 2500 metros quadrados, na qual existe um galpão de cerca de 600 metros quadrados que é utilizado como oficina para pequenos reparos, uma construção provisória de cerca de 70 metros quadrados de escritórios e o restante é ocupado por um grande pátio para estacionamento de máquinas. Nestas instalações todas as máquinas que chegam do Brasil são armazenadas e vistoriadas para posterior envio às revendas.

A parceria entre a montadora e a contratada A existe há cerca de 10 anos e, inicialmente, este serviço consistia apenas em receber, estocar e enviar os produtos para as revendas. No entanto, ao longo dos últimos dois anos, com a crescente demanda por melhores níveis de qualidade por parte dos clientes, outros serviços passaram a ser adicionados aos já existentes.

Os novos serviços demandados foram sendo adicionados até chegar a um ponto em que a contratada A não pôde mais atender estas inovações de forma satisfatória. Assim sendo, o grupo de trabalho montado pela montadora concluiu quanto à necessidade de alterar o processo existente, seja investindo na empresa contratada A ou então partindo para uma solução alternativa.

#### **4.1.2 Processo Atual**

No processo atual, os tratores chegam ao porto, são descarregados e passam pela vistoria alfandegária. Em seguida e após liberados pela alfândega, os mesmos são dirigidos até as instalações da empresa contratada A e são estacionados em uma determinada

localização do pátio. O inspetor de recebimento, munido de uma ficha de inspeção de recebimento realiza a vistoria dos tratores recém-chegados.

Esta vistoria é visual e segue a ficha de inspeção apresentada no Apêndice C. Caso o trator apresente algum problema, seja ele de pintura, elétrico ou mecânico, então ele será removido para a área de serviços e reparos. Caso contrário, permanecerá na localização de estoque.

Em seguida, a equipe de reparos avaliará se o serviço é simples e se a equipe da contratada A possui capacidade de realizá-lo, então o serviço será realizado no local. Quando da necessidade de um reparo maior, envolvendo grandes áreas danificadas de lataria, reparos mecânicos e outros reparos elétricos, então a equipe de uma revenda próxima é chamada para realização do serviço, ou ainda, quando houver problema de pintura as peças podem ser levadas para uma oficina especializada. Após a conclusão do serviço o trator é realocado para a localização de estoque.

A cada dois meses que um trator permanecer em estoque, uma verificação de funcionamento deverá ser realizada, caso contrário a máquina será apenas vistoriada quando alocada para entrega a uma revenda. Cópia do formulário de inspeção do produto está apresentada no Apêndice C. Para o caso da verificação de funcionamento, esta se resume a ligar o motor e deixá-lo funcionando por 20 minutos.

Os custos para todos os reparos são sempre cobrados a parte do valor do serviço de logística. Desta forma todos os custos relativos a reparos e os demais custos realizados por revendas ou outra empresa de reparos, são pagos pela Montadora e incorporados ao custo do produto.

No entanto, conforme observado na pesquisa realizada com os revendedores, muitos problemas e defeitos não são identificados durante o trabalho de vistoria na atual empresa de logística, uma vez que não é o foco do trabalho da empresa. Desta forma, a Montadora se viu levada a buscar soluções alternativas para a situação, pois o custo para a imagem da empresa e dos produtos quando estes problemas são identificados pelos clientes é alto, porém poderia ser bem menor se resolvido anteriormente à entrega do produto.

Além das reclamações dos clientes finais, internamente a empresa via-se em situações de conflito entre diferentes departamentos, uma vez que o grupo que

supervisionava a distribuição e o trabalho da contratada A acabava por culpar as fábricas, em que os produtos eram fabricados, pelos problemas e reclamações apresentados. Era possível que parte das reclamações fosse originária nas fábricas, mas tornava-se imperativo determinar a origem dos problemas.

Assim sendo, e de acordo com o método definido para o trabalho, após levantar as atividades do processo, o grupo partiu para o levantamento dos problemas e reclamações apresentados durante os últimos três anos a fim de classificá-los com relação à causa raiz. Estes dados foram coletados junto ao departamento de pós-vendas e serviços da montadora e os resultados estão apresentados na Tabela 2, no capítulo 3.

A análise da Tabela 2 permite concluir que ocorreram chamadas de problemas nos produtos quando do recebimento dos mesmos e que, do total de chamadas, em uma primeira análise, 86% foram relativas a problemas de pintura, bateria, oxidação e limpeza, ou seja, problemas que foram originados no transporte e manuseio dos produtos. Uma análise mais profunda das causas raízes permitiu encontrar neste grupo de problemas alguns de origem em questões de produção, porém não mais do que 2% dos 86% inicialmente levantados.

Desta forma se este percentual de 2% for adicionado aos demais problemas como problemas elétricos, mecânicos e vazamentos então apenas 16% de todas as chamadas foram relativas a problemas de origem na fabricação. Portanto, o fato de que a maior parte das reclamações de problemas com produtos novos ter sido originada no transporte e manuseio das máquinas, levou o grupo de trabalho a considerar este fato, como mais um fator a contribuir para a reavaliação do serviço hoje utilizado nos portos, uma vez que o reparo é necessário após todo o processo de transporte ter sido realizado.

## 4.2 PROPOSTA ALTERNATIVA

Neste caso, conforme descrito no capítulo 3, o grupo de trabalho resolveu investir na análise da proposta apresentada que lhe parecia ser uma alternativa real ao modelo hoje

em utilização e que poderia trazer benefícios em menor tempo para o processo. Esta alternativa refere-se a estudar a solução adotada pela indústria automobilística, a qual envolve a utilização do VPC, como forma de melhoria do nível de qualidade dos produtos.

Entretanto, estava claro para o grupo de trabalho, que todas as cotações de utilização de um VPC, em uma primeira análise, levavam diretamente a custos mais altos. No entanto, tendo em vista que estas propostas englobam a execução de serviços que contribuem para o melhor nível de qualidade dos produtos, foi necessário avaliar de que forma este ganho em eliminação de perda de qualidade estaria contribuindo para o produto final.

Desta forma, e de acordo com a metodologia descrita anteriormente, a fim de quantificar o ganho de qualidade com o novo processo, foi definida a utilização da teoria de perda de Taguchi como forma de quantificar a perda monetária relativa à não execução dos serviços com qualidade. Assim sendo, ao levantar os ganhos por eliminação de perda de qualidade, foi possível ter um parâmetro para avaliar a alteração do processo em si, com a introdução de novas atividades ao processo.

Estes ganhos serão possíveis quando da utilização do VPC e, conseqüentemente, da introdução dos PDI (*pre-delivery inspection*) e dos processos de reparos diretamente no momento de recebimento dos produtos no porto de destino dos mesmos, quando pela proposta atual estes custos somente eram conhecidos quando o produto chegava ao cliente, as revendas ou aos clientes finais. Desta forma, a alternativa proposta eliminaria as perdas de qualidade, gerando, portanto, uma melhoria no nível de qualidade do serviço prestado.

#### 4.3 LEVANTAMENTO DA CARACTERÍSTICA CAPACITAÇÃO

Sabe-se pelos anos de trabalho com a contratada A que esta possui capacidade em operar os processos logísticos da montadora. Entretanto, a contratada A não possui a infraestrutura para a realização das atividades de processamento dos produtos com o nível de qualidade hoje exigido pela montadora. Este nível de qualidade é similar ao da indústria

automobilística e está sujeito a controles rígidos de processos com o atingimento de níveis de qualidade que venham a satisfazer o cliente, permitindo assim que a empresa continue competitiva no mercado.

Ainda sobre a proposta atual, esta se prontifica a realizar os serviços necessários através de subcontratações, uma vez que ela não pretende investir na construção da infraestrutura necessária. Em sua proposta ela garante ainda que atingirá os níveis de qualidade exigidos pela montadora.

A proposta alternativa consiste na execução de todas as atividades logísticas hoje desempenhadas pela contratada A e agregando ao processo a utilização de seu VPC, no qual os produtos são processados no mais alto nível de controle de qualidade, hoje já utilizado pela indústria automobilística. Sabe-se por *benchmark* que o uso do VPC permite o atingimento dos objetivos de nível qualidade da indústria automobilística.

Desta forma foi possível resumir a capacitação de cada uma das empresas que apresentaram propostas de acordo na Tabela 3.

Tabela 3: Resumo de capacitação das empresas que apresentaram propostas

	SERVIÇO PROPOSTO	MEIOS DE ATINGIMENTO
PROPOSTA ATUAL	Receber, processar e entregar os produtos dentro dos padrões de qualidade exigidos.	Utilização de empresas terceirizadas para inspeção e realização de quaisquer serviços necessários.
PROPOSTA ALTERNATIVA	Receber, processar e entregar os produtos dentro dos padrões de qualidade exigidos	Utilização do VPC para realização de todos os serviços propostos.

Fonte: autor

#### 4.4 CARACTERÍSTICA QUALIDADE

Dados qualitativos necessitam ser avaliados e quantificados de uma forma que permitam uma análise com a utilização de números, os quais os tornarão menos subjetivos. Os valores originados pela perda de qualidade podem ser calculados pela Função de Perda de Taguchi que se baseia no custo de correção de uma característica do produto que se encontra afastada da meta. A fim de poder conhecer os custos por perda de qualidade foram inicialmente levantados dados históricos do serviço de logística prestado pela empresa contratada A à Montadora, referentes às características de qualidade definidas anteriormente.

Os dados históricos existentes permitem conhecer os volumes de máquinas recebidos e processados nos portos norte-americanos nos últimos 3 anos, ou seja, 2006 a 2008. No entanto, foi fundamental levantar também, os dados de garantia quanto aos recebimentos destes produtos processados nos portos. Esses dados foram coletados dos resultados de PDI realizados pelas revendas quando do recebimento de máquinas vindas dos portos.

A Tabela 4 apresenta os volumes de máquinas recebidas nos portos norte-americanos nos últimos 3 anos. Além desta, a Tabela 5 mostra os principais problemas encontrados nas máquinas quando de seu recebimento pelo cliente, ou seja, a revenda, distribuídos anualmente, bem como o tipo de solução necessária.

Tabela 4: Volumes de produtos da AGCO processados anualmente pelo porto de Baltimore e as ordens de serviço abertas pelas revendas

Ano	Volumes	Ordens de serviço
2006	1877	374
2007	1954	389
2008	2131	411

Fonte: Departamento Comercial Corporativo da AGCO

Analisando os dados apresentados na Tabela 5 pode ser observado que a maior parte das soluções necessárias para os problemas encontrados, requer mão-de-obra e eventualmente, substituição de peças. Pode-se observar ainda que são problemas que podem ser detectados antes do envio do produto ao cliente, desde que exista uma infraestrutura e processos de inspeção devidamente implementados. Desta forma, para efeito de cálculo dos ganhos com qualidade, o grupo de trabalho já havia decidido por concentrar os cálculos nestes tipos de problemas.

Baseado nestes problemas listados, pôde-se concluir acerca dos custos por perda de Qualidade relativos aos trabalhos de transporte e manuseio dos produtos em que a empresa incorre quando da não detecção e solução destes problemas, anteriormente ao envio dos produto à revenda e ao cliente final.

Tabela 5: Média de ordens de serviço abertas com produtos novos nos últimos três anos, distribuídas por tipo de problema

Problema	Solução	Quantidade	Quantidade	Quantidade
		2006	2007	2008
Pintura	Retoque	56	55	61
	Repintura	98	104	106
Bateria	Recarga	17	21	19
	substituição	53	52	64
Oxidação	Retoque	59	62	54
Limpeza		43	41	39
	conserto	18	20	19
Problemas elétricos	substituição de peça	9	8	12
	conserto	9	12	15
Vazamento hidráulico	substituição de peça	3	3	8
	conserto	7	10	9
Problemas mecânicos	substituição de peça	2	1	5
	Total	374	389	411

Fonte: SOURCE - Sistema de registro de garantia da AGCO Corporation

De posse destes dados e utilizando as equações desenvolvidas para as características dos problemas encontrados no capítulo 3 e rerepresentadas na Tabela 6, pôde-se calcular os custos por perda de qualidade incorridos com a contratada A.

Tabela 6: Equações de Taguchi para cada uma das características definidas

CARACTERÍSTICA		TAGUCHI
Pintura		$L(x) = 4 \times (x - 85)^2$
Bateria		$L(x) = 400 \times (x - 12)^2$
Oxidação		$L(x) = 4 \times (x - 85)^2$
Limpeza		$L(x) = 30$
Problemas Elétricos	Plataformados	$L(x) = 8 \times (x - 55)^2$
	Cabinados	$L(x) = 2 \times (x - 120)^2$
Problemas Hidráulicos		$L(x) = 250 \times (x - 18)^2$
Problemas Mecânicos		$L(x) = 200 \times (x - 0)^2$

Fonte: autor

De posse das equações de Taguchi para cada característica pôde-se calcular os valores extremos para cada característica, bem como os valores médios para consertos parciais. Os cálculos estão detalhados na Tabela 7. Estes dados permitirão a seguir calcular os custos qualitativos médios para a média dos últimos três anos.

Tabela 7: Cálculo da perda media de qualidade por unidade

CARACTERÍSTICA	SERVIÇO	CUSTO	
Pintura	Parcial	\$ 25.00	
	Completo	\$ 100.00	
Bateria	Parcial	\$ 25.00	
	Completo	\$ 100.00	
Oxidação	Parcial	\$ 25.00	
Limpeza	Completo	\$ 30.00	
Problemas Elétricos	Plataformados	Parcial	\$ 50.00
		Completo	\$ 200.00
	Cabinados	Parcial	\$ 50.00
		Completo	\$ 200.00
Problemas Hidráulicos	Parcial	\$ 250.00	
	Completo	\$ 1,000.00	
Problemas Mecânicos	Parcial	\$ 450.00	
	Completo	\$ 1,800.00	

Fonte: autor

Os cálculos para encontrar-se os valores por perda de qualidade unitários da Tabela 7 foram então multiplicados pelos números de tratores defeituosos por característica apresentados na Tabela 5. Estes dados permitiram encontrar valores para custos por perda de qualidade para cada característica em função dos volumes médios apresentados nos últimos anos. Estes cálculos estão representados na Tabela 8 para o ano de 2006, Tabela 9 para 2007 e Tabela 10 para 2008. Para a característica problemas elétricos, como existe uma referência de meta para tratores cabinados e outra para plataformados, foi necessário separar as quantidades de cada modelo de trator para efeito dos cálculos.

Tabela 8: Cálculo dos custos por perda de qualidade totais para o ano de 2006

CARACTERÍSTICA	SERVIÇO	QUANTIDADE	CUSTO	CUSTO TOTAL	
Pintura	Parcial	56	\$ 25.00	\$ 1,400.00	
	Completo	98	\$ 100.00	\$ 9,800.00	
Bateria	Parcial	17	\$ 25.00	\$ 425.00	
	Completo	53	\$ 100.00	\$ 5,300.00	
Oxidação	Parcial	59	\$ 25.00	\$ 1,475.00	
Limpeza	Completo	43	\$ 30.00	\$ 1,290.00	
Problemas Elétricos	Plataformados	Parcial	9	\$ 50.00	\$ 450.00
		Completo	4	\$ 200.00	\$ 800.00
	Cabinados	Parcial	9	\$ 50.00	\$ 450.00
		Completo	5	\$ 200.00	\$ 1,000.00
Problemas Hidráulicos	Parcial	9	\$ 250.00	\$ 2,250.00	
	Completo	3	\$ 1,000.00	\$ 3,000.00	
Problemas Mecânicos	Parcial	7	\$ 450.00	\$ 3,150.00	
	Completo	2	\$ 1,800.00	\$ 3,600.00	
TOTAL GERAL				\$ 34,390.00	

Fonte: autor

Tabela 9: Cálculo dos custos por perda de qualidade totais para o ano de 2007

CARACTERÍSTICA	SERVIÇO	QUANTIDADE	CUSTO	CUSTO TOTAL	
Pintura	Parcial	55	\$ 25.00	\$ 1,375.00	
	Completo	104	\$ 100.00	\$ 10,400.00	
Bateria	Parcial	21	\$ 25.00	\$ 525.00	
	Completo	52	\$ 100.00	\$ 5,200.00	
Oxidação	Parcial	62	\$ 25.00	\$ 1,550.00	
Limpeza	Completo	41	\$ 30.00	\$ 1,230.00	
Problemas Elétricos	Plataformados	Parcial	10	\$ 50.00	\$ 500.00
		Completo	4	\$ 200.00	\$ 800.00
	Cabinados	Parcial	10	\$ 50.00	\$ 500.00
		Completo	4	\$ 200.00	\$ 800.00
Problemas Hidráulicos	Parcial	12	\$ 250.00	\$ 3,000.00	
	Completo	3	\$ 1,000.00	\$ 3,000.00	
Problemas Mecânicos	Parcial	10	\$ 450.00	\$ 4,500.00	
	Completo	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	
TOTAL GERAL				\$ 35,180.00	

Fonte: autor

Tabela 10: Cálculo dos custos por perda de qualidade totais para o ano de 2008

CARACTERÍSTICA	SERVIÇO	QUANTIDADE	CUSTO	CUSTO TOTAL	
Pintura	Parcial	61	\$ 25.00	\$ 1,525.00	
	Completo	106	\$ 100.00	\$ 10,600.00	
Bateria	Parcial	19	\$ 25.00	\$ 475.00	
	Completo	64	\$ 100.00	\$ 6,400.00	
Oxidação	Parcial	54	\$ 25.00	\$ 1,350.00	
Limpeza	Completo	39	\$ 30.00	\$ 1,170.00	
Problemas Elétricos	Plataformados	Parcial	9	\$ 50.00	\$ 450.00
		Completo	6	\$ 200.00	\$ 1,200.00
	Cabinados	Parcial	10	\$ 50.00	\$ 500.00
		Completo	6	\$ 200.00	\$ 1,200.00
Problemas Hidráulicos	Parcial	15	\$ 250.00	\$ 3,750.00	
	Completo	8	\$ 1,000.00	\$ 8,000.00	
Problemas Mecânicos	Parcial	9	\$ 450.00	\$ 4,050.00	
	Completo	5	\$ 1,800.00	\$ 9,000.00	
TOTAL GERAL				\$ 49,670.00	

Fonte: autor

Os valores das Tabelas 8, 9 e 10 foram então somados para encontrar um custo total por perda de qualidade em função da utilização da empresa contratada A de logística em

média por ano ao longo dos últimos três anos. Este valor será considerado quando da análise de custo apresentado pela proposta alternativa a ser considerada pela empresa.

Uma vez que a proposta alternativa engloba condições para realização de serviços de consertos e correções com padrão de qualidade similar ao das plantas da empresa, vale ressaltar e considerar estes custos por perda de qualidade, uma vez que haverá um ganho exatamente em qualidade.

#### 4.5 CARACTERÍSTICA CUSTO

De acordo com a descrição das etapas do método descritas no capítulo 3, as atividades do processamento de tratores a serem custeadas são: recebimento do produto, inspeção do produto, transferência para o centro de processamento ou armazenagem, realização de benfeitorias e/ou serviços, teste do produto (quando em estoque após 60 dias), preparação para envio (incluindo limpeza e abastecimento de combustível), emissão de documentação e embarque para o cliente final.

De posse desta lista de atividades e com os dados das propostas atual e alternativa passou-se ao custeio do processamento de tratores nos portos norte-americanos.

##### **4.5.1 Proposta da Contratada A**

A contratada A, que atualmente processa as máquinas da Montadora trabalha com um sistema de recebimento dos produtos, vistoria visual superficial dos mesmos com conseqüente conserto ou retoque de itens menores com custos repassados à Montadora. Após o recebimento e vistoria os produtos estão prontos para serem enviados aos clientes, neste caso as vendas.

Este sistema mostrou-se insuficiente para o atingimento dos padrões de qualidade exigidos pela AGCO e, portanto, a empresa solicitou a contratada A que revisse os custos agregando a estes os serviços complementares necessários a atender as exigências de qualidade. No entanto a contratada A deixou claro que não estava neste momento disposta a executar os investimentos necessários para que ela mesma oferecesse todos os serviços e propôs a continuação dos serviços da forma existente e sempre repassando os custos dos serviços de reparos encontrados para a montadora.

Assim sendo, a fim de encontrar os custos totais da proposta atual, foi utilizada a lista de atividades do processamento listadas no capítulo 3 de forma detalhada. A Tabela 11 mostra os custos discriminados de acordo com a lista de atividades do processamento.

Tabela 11: Custos discriminados da proposta atual segundo lista de atividades do processamento

ATIVIDADES DO PROCESSAMENTO	CUSTO
Serviço básico e administração dos RO-RO	3000/mês
transporte dos produtos do pier para armazenamento	1000/mês
Uso da área para inventário e guarda	1500/mês
Taxa de gerenciamento de logística	Não cobrado
Processo de carregamento do produto para o cliente	1400/mês
Combustível	600/mês
Ligar a máquina para manutenção	500/mês
Inspeção do produto	5/unidade
Instalação de pesos, hitches, rodagem dupla	7/unidade
Limpeza ou lavagem	3/unidade

Fonte: autor

Analisando a Tabela 11 pode-se concluir que os custos com incidência mensal são considerados custos fixos, uma vez que serão os mesmos independente do mês de ocorrência. Da mesma forma os custos com incidência por unidade são considerados custos variáveis terão ocorrência proporcional ao número de tratores processados. Na mesma tabela observa-se que não existem custos semi-variáveis.

Desta forma, os custos básicos da proposta atual estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Custos da proposta atual

SERVIÇOS PROPOSTA ATUAL	CUSTO FIXO	CUSTO VARIÁVEL
Contrato Logístico	8000/mês	
Processamento		15,50/unidade

Fonte: autor

Pela Tabela 12 pode-se observar que os custos propostos estão divididos em uma taxa de administração geral e em valores de processamento por máquina e mais valores de inspeção por máquina. Destes dados pode-se inferir que a taxa de administração pode ser considerada como custo fixo, uma vez que a mesma é constante e invariável para o volume de máquinas processadas.

Da mesma forma pode-se concluir que os valores de processamento e inspeção por máquina são custos variáveis e que serão tanto maiores quanto maior o volume de máquinas processadas. Pela equação 3 pode-se encontrar o custo total desta proposta e que seria identificado pela equação 10.

$$CT = CF + CV = 8000 + 15,5 \times \text{Numerotrator} \quad (10)$$

A Figura 9 apresenta a variação do custo total da contratada A em função do número de tratores.

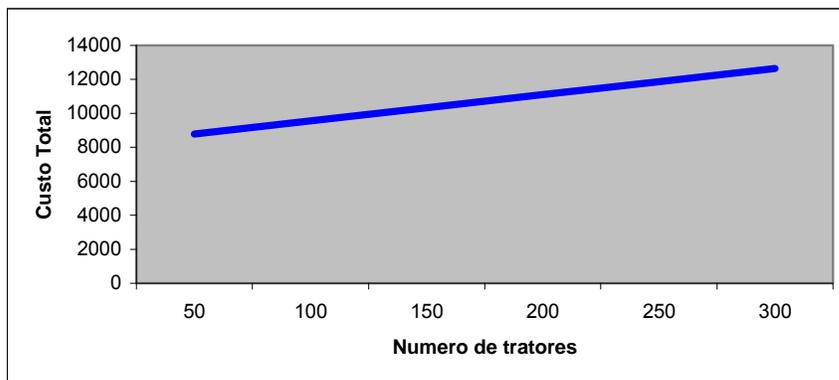


Figura 9: Variação do custo total da proposta atual em função do número de tratores processados

Fonte: autor

#### 4.5.2 Proposta Alternativa

A contratada B apresentou uma opção de utilização de seu VPC, atualmente utilizado pela indústria automobilística, para o processamento das máquinas da AGCO. O VPC caracteriza-se por uma infra-estrutura localizada dentro do terminal portuário e onde os veículos ou máquinas são processados.

Este processamento se dá em forma de realização de um PDI completo e a infra-estrutura do VPC permite ainda que qualquer conserto ou reparo seja feito dentro do mesmo, uma vez que possui todas as instalações e pessoal qualificado para realizá-los. Neste conceito todos os custos calculados para a proposta atual estão englobados na proposta alternativa. Desta forma, à primeira vista a proposta alternativa é mais completa, mas torna-se necessário comparar os custos totais das duas propostas.

Assim sendo a fim de encontrar os custos totais da proposta alternativa, foi utilizada, novamente, a lista de atividades do processamento listadas no capítulo 3 de forma detalhada. A Tabela 13 mostra os custos discriminados.

Tabela 13: Custos discriminados da proposta alternativa de acordo com a lista de atividades do processamento

ATIVIDADES DO PROCESSAMENTO	CUSTO
Serviço básico e administração dos RO-RO	1500/mês
transporte dos produtos do pier para armazenamento	1200/mês
Uso da área para inventário e guarda	2000/mês
Taxa de gerenciamento de logística	2300/mês
Processo de carregamento do produto para o cliente	2000/mês
Combustível	500/mês
Ligar a máquina para manutenção	500/mês
Inspeção do produto	15.60/unidade
Instalação de pesos, hitches, rodagem dupla	9.75/unidade
Limpeza ou lavagem	4.65/unidade

Fonte: autor

Analisando a Tabela 13, pode-se concluir que os custos com incidência mensal são considerados custos fixos, uma vez que serão os mesmos independente do mês de ocorrência. Da mesma forma os custos com incidência por unidade são considerados custos variáveis e terão ocorrência proporcional ao número de tratores processados. Na mesma tabela observa-se que não existem custos semi-variáveis.

Desta forma, os custos básicos da proposta atual estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Custos da proposta alternativa

SERVIÇOS PROPOSTA ALTERNATIVA	CUSTO FIXO	CUSTO VARIÁVEL
Contrato Logístico	10.000/mês	
Processamento		30,00/unidade

Fonte: autor

Da mesma forma que para a proposta atual, pode ser observado que existe um custo operacional mensal no valor de \$ 10.000,00. Este custo é considerado como custo fixo, independentemente da quantidade de produtos processados. Além disso, consideramos que para cada unidade processada será cobrado o valor de \$30,00. Este valor refere-se a um custo variável, ou seja, proporcional ao volume de máquinas processadas ao longo do mês.

Então a soma destes custos representa o custo total da proposta da contratada B, uma vez que engloba os custos fixos e variáveis da proposta. O custo total está representado na equação 11.

$$CT = CF + CV = 10000 + 30 \times \text{Numerotrator} \quad (11)$$

A Figura 10 apresenta o custo total em função do número de tratores da contratada B.

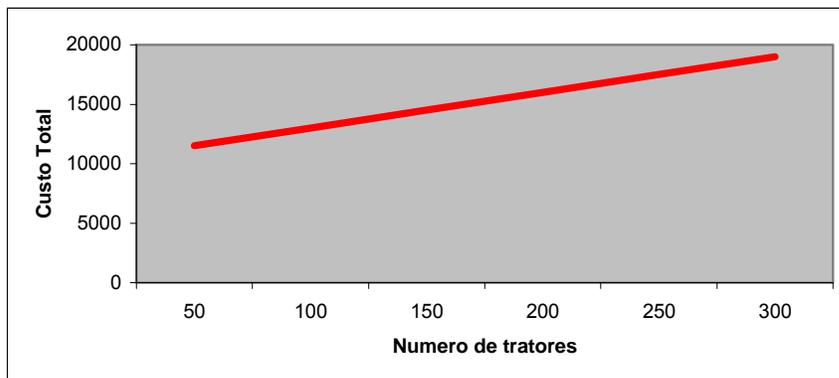


Figura 10: Variação do custo total da proposta alternativa em relação ao número de tratores processados

Fonte: autor

Para ambas as propostas pode ser observado que a AGCO precisa manter um certo nível de processamento de tratores mensal tendo em vista que incorrerá em um custo fixo mesmo que não exporte trator algum. Este fato se deve a que as contratadas necessitam manter as estruturas de seus centros de processamento/logística.

#### 4.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS DUAS PROPOSTAS

Para efeito de comparação entre as duas propostas apresentadas, foram então utilizados os três parâmetros listados anteriormente: capacitação, custo e qualidade.

A característica capacitação mostrou que ambas as empresas estão habilitadas a funcionar no mercado e que possuem experiência profissional para executarem os serviços de logística solicitados. No entanto, a contratada A, apesar de apresentar comprovada experiência nos serviços de logística, é de conhecimento da montadora, que não possui condições de realizar os serviços de inspeção e correções necessários as novas exigências do mercado. Conforme demonstrado pela experiência de trabalho nos últimos anos, a contratada A terceiriza todos os serviços de inspeção e correções nas máquinas.

A contratada A também não demonstrou interesse em investir na criação de um setor de serviços técnicos próprio, optando por propor a realização dos serviços requeridos por terceiros. Este fato atende as demandas da montadora, mas por outro lado, já foi comprovado por pesquisa junto aos clientes que os serviços terceirizados realizados nos últimos anos não satisfizeram os clientes. Desta forma a proposta alternativa foi considerada vencedora no parâmetro capacitação.

A seguir foi realizada a análise para o parâmetro custo. Estes foram calculados tendo por base as duas propostas apresentadas e ainda os volumes de máquinas exportados ao longo dos últimos anos, o qual serviu de base de dados histórica para a comparação entre as propostas.

Neste caso, os dados encontrados foram calculados e foi plotado o gráfico da Figura 11, que indica os dados do parâmetro custo para cada uma das propostas. Nesta análise gráfica pode-se observar que a proposta atual apresenta custo menor do que a proposta alternativa.

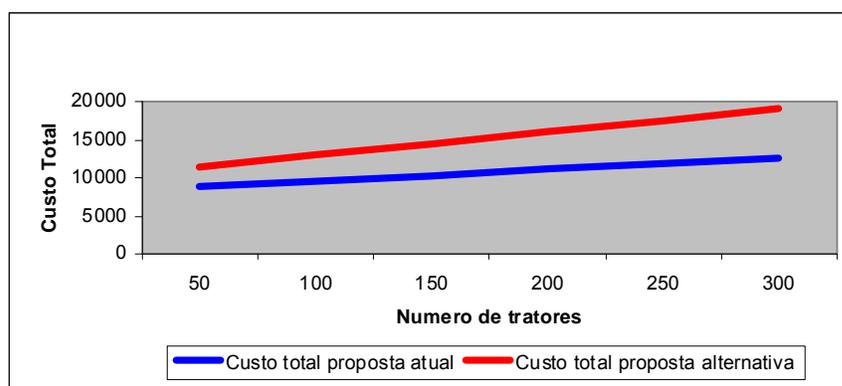


Figura 11: Variação do custo das propostas atual e alternativa em relação ao número de tratores processados

Fonte: autor

No entanto, tendo em vista que a proposta da contratada A não engloba os custos de serviços de inspeção e correções e reparos, o método definiu anteriormente a utilização também da característica qualidade. Nesta característica foram considerados os custos que eram gerados quando da utilização da proposta atual, a qual não detectava diversos defeitos. Estes defeitos eram então detectados apenas nas revendas ou pelos clientes.

De acordo com a metodologia proposta, os custos de consertos e reparos, realizados ou não detectados na proposta atual, foram calculados com a função perda de Taguchi.

Eles foram calculados a partir dos dados existentes de reparos e consertos realizados nos últimos três anos durante o processamento de máquinas pela contratada A. Tendo em vista que os valores de perda de qualidade gerados na proposta atual não são fixos, e ocorrem somente quando os defeitos são existentes, pode-se considerar que os custos de reparos seriam como custos variáveis para os anos calculados.

No caso da proposta alternativa, este cálculo não se fez necessário, uma vez que a mesma engloba os custos relativos à inspeção, consertos e reparos, estando pois os custos de reparos já incorporados ao valor dos custos totais da proposta. De posse dos valores de perda calculados para a proposta atual, estes foram somados aos custos básicos da proposta atual, uma vez que foram quantificados a fim de serem passíveis de comparação. A Tabela 15 mostra o detalhamento dos custos da proposta atual, discriminando os custos básicos da proposta e os custos gerados por perda de qualidade e calculados com a função de perda de Taguchi.

Tabela 15: Detalhamento dos custos da proposta atual incluindo os custos gerados por perda de qualidade

ANO	VOLUMES	CUSTO PROP. ATUAL	CUSTO PERDA DE QUALIDADE	CUSTO TOTAL PROP. ATUAL
2006	1877	37093.5	34390	71483.5
2007	1954	38287	35180	73467
2008	2131	41030.5	49670	90700.5

Fonte: autor

Os resultados da soma do custo total com os custos de qualidade da proposta atual foram comparados graficamente com o custo total da proposta alternativa. Estes resultados foram plotados no gráfico da Figura 12, que indica os dados dos parâmetros custo e qualidade para cada uma das propostas. Nesta análise gráfica pode-se concluir que a proposta alternativa seria a vencedora.

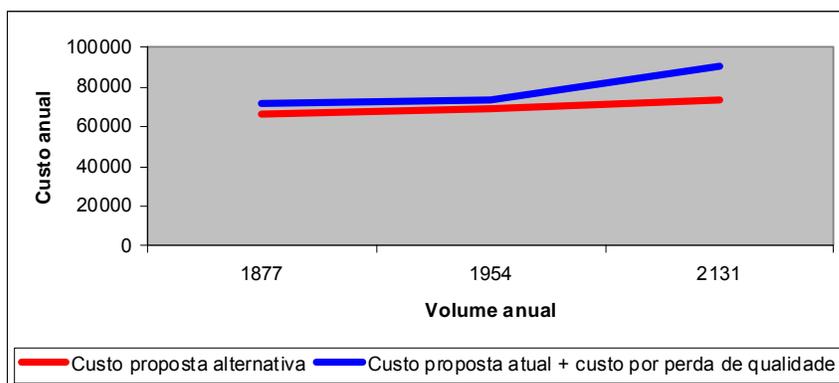


Figura 12: Variação do custo da proposta atual somado ao custo por perda de qualidade e variação do custo da proposta alternativa

Fonte: autor

Desta forma, fica caracterizado que para os volumes de máquinas transportados historicamente entre 1800 e 2100, a proposta alternativa, é melhor por agregar os serviços de PDI e consertos que vêm a incrementar os níveis de qualidade dos produtos da AGCO, e ao mesmo tempo incorrendo em custos menores para a montadora.

Assim sendo, fica comprovado que o VPC pode ser utilizado para a indústria de tratores, uma vez que agrega melhorias do nível de qualidade e serviço para a indústria. Vale ressaltar que caso haja uma grande variação no volume de tratores exportados para os EUA, então deverá ser feita uma nova avaliação comparativa, pois os resultados obtidos são válidos para a faixa de volume de tratores exportados nos últimos três anos.

O grupo de trabalho concluiu ainda que fosse justificado o esforço em empreender toda esta análise, uma vez que a simples análise de custos das propostas poderia ter sido utilizada pela gerência da empresa para fins de uma tomada de decisão. No entanto pôde-se mostrar que uma análise de um processo sofisticado e complexo como o de processamento dos tratores nos portos americanos, envolve bem mais do que uma simples análise do custo isoladamente.

Além disso, o grupo concluiu ainda pela necessidade de levar-se em conta, sempre que possível, a possibilidade de analisar as soluções adotadas pela indústria automobilística, uma vez que, esta se encontra hoje em um estágio mais avançado de exigência de níveis de qualidade, e servindo então de *benchmark* para a indústria de tratores.

Outras soluções utilizadas pela indústria automobilística já foram trazidas para a indústria de tratores com excelentes resultados, principalmente na área de projetos e desenvolvimentos tecnológicos. No entanto, atualmente tem se visto oportunidades de utilização de soluções logísticas, de serviços e de trabalhos junto a fornecedores.

Tendo em vista que uma das diretrizes da empresa é oferecer produtos com qualidade para os clientes, baseado no método que mostrou ganhos de qualidade ao eliminar defeitos antes de chegarem ao cliente, aliado ainda a custos menores, o grupo de trabalho concluiu por indicar a proposta alternativa como a melhor opção para a AGCO no serviço de processamento de tratores exportados para os EUA.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar comparativamente duas propostas para o processo logístico de processamento de tratores nos portos norte-americanos, uma vez que foi identificada a necessidade de aumentar o nível de qualidade dos produtos produzidos e exportados pela empresa AGCO Corporation, do Brasil para os Estados Unidos tendo em vista o constante acirramento da competição por novos mercados entre as empresas produtoras.

Para fins desta análise, foi devidamente definido o processo de exportação dos produtos desde a fábrica no Brasil até o consumidor final nos EUA. Neste contexto foram detectadas oportunidades de melhoria no processo de logística portuária e distribuição nos EUA.

A proposta atual baseou-se em manter a empresa A de logística que realizava o processamento dos tratores nos portos havia vários anos e que terceirizava os serviços de inspeção e consertos. A proposta alternativa baseou-se em mudar para a empresa B que possui um VPC (*Vehicle Processing Center*), utilizado pela indústria automobilística e que englobaria todos os serviços logísticos, de inspeção e de consertos.

A comparação entre as duas propostas se deu por meio de um método de avaliação considerando três parâmetros: capacitação, qualidade e custos. A análise comparativa de capacitação mostrou que ambas empresas eram capazes de realizar os serviços. No entanto, como a proposta atual não englobava todos os custos de reparos, foram calculados os custos indiretos incorridos com a perda de qualidade utilizando-se a Função de Perda de Taguchi. A análise de qualidade conseguiu quantificar em números o quanto a empresa estaria perdendo em qualidade ao continuar a utilizar a proposta atual ao invés da proposta alternativa.

Além disso, foi realizada a comparação entre os custos das propostas. O custo da proposta atual mostrava ser menor do que o custo da proposta alternativa. No entanto, a análise do custo direto não levava em conta os custos indiretos por perda de qualidade. Desta forma, foi realizada uma análise dos custos totais em que, aos custos da proposta atual, foram adicionados os custos indiretos por perda de qualidade.

Na análise comparativa dos custos totais, considerando os custos diretos e indiretos por perda de qualidade concluiu-se que, para o intervalo de valores de volumes de tratores exportados nos últimos anos, a proposta alternativa apresenta menores custos totais, sendo assim mais vantajosa para empresa AGCO. Ou seja, mostrou que a utilização do VPC é viável para a indústria de tratores.

Neste contexto, foi demonstrada a utilização de um método, em que leva-se em consideração os custos gerados pela perda de qualidade de um serviço e não somente os custos do serviço propriamente. Este método pode ser utilizado em comparação de propostas de outros serviços.

Esta análise mostrou, também, que nem sempre o custo mais baixo estará proporcionando à empresa um custo final melhor para os serviços contratados, uma vez que deve-se incluir na análise todos os custos em que a empresa incorrerá ainda que indiretamente na contratação do serviço. Este fato demonstra que a utilização de uma empresa de logística sem especialização no manuseio de máquinas gera custos indiretos associados à perda de qualidade.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista as conclusões encontradas neste trabalho, o grupo de trabalho decidiu sugerir que no futuro fosse estudada a opção de a própria montadora gerenciar o processamento dos tratores nos portos. Esta sugestão se deve a esta ter sido uma das opções listadas quando da conclusão de se buscar novas soluções para o processo, bem como ser esta uma opção também adotada por algumas empresas do setor automobilístico.

Desta forma fica caracterizada também uma segunda sugestão para se continuar analisando soluções adotadas na indústria automobilística, a fim de verificar a possibilidade de estas serem soluções também para a indústria de tratores.

Ainda na linha de raciocínio do processo logístico como um todo, fica a sugestão para reavaliar também o processamento dos tratores nos portos brasileiros, estes ainda muito carentes de soluções modernas no processamento de produtos. Neste caso a avaliação da utilização de um VPC em portos brasileiros mostra-se como uma idéia para solucionar a carência de serviços que agreguem mais qualidade aos produtos exportados e até mesmo importados nos portos brasileiros.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY (ASQ). **Quality 101**: ASQ's foundations in quality self-directed learning series. Milwaukee: ASQ, 2001.

ALBRIGHT, T. L.; ROTH, H. P. The measurement of quality costs: an alternative paradigm. **Accounting Horizon**, Bingley, UK, v. 6, n. 2, p. 15-27, 1992.

BAGCHI, P. K.; PAIK, S. The role of public-private partnership in port information systems development. **The International Journal of Public Sector Management**, Bingley, UK, v. 14 n. 6, p. 482-499, 2001.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos**: aplicações em empresas modernas. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BOTTORFF, D. L. "CoQ systems: the right stuff". **Quality Progress**, march, p.33, 1997.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 6143 Part 2**: guide to the economics of quality: prevention, appraisal and failure. London: British Standards Institution, 1990.

DALE, B. G.; PLUNKETT, J. J. **Quality costing**. London: Chapman & Hall, 1991.

DALE, B. G.; PLUNKETT, J. J. **Quality costing**. 3. ed. Aldershot: Gower Press, 1999.

DANTAS, C. P. **Eliminação de vazamento de óleo nos eixos traseiros de tratores agrícolas produzidos pela AGCO do Brasil**. 2006. Monografia (Especialização) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2006.

DEMING, W. E. **Out of the crisis**. Cambridge: MIT/CAES, 1986.

DI GIORGI, F. Razões de existência dos operadores logísticos. **Guia de logística e transporte**. São Paulo: Vitrine, 2006.

ELLER, R. **Uma sistemática para implantação do ABC em hotelaria**: um estudo de caso. 2002. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

FADANELLI, V. G. **A utilização do método da unidade de esforço de produção como modelo de gestão de custos**: o caso de uma empresa do ramo metalúrgico. 2007. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, UFRGS, 2007.

GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração estratégica de serviços**: operações para a satisfação do cliente. São Paulo: Atlas, 1994.

GOSS, R. O. Economic policies and seaports: 1. The economic functions of seaports. **Maritime Policy and Management**, Bingley, UK, v. 17, n.3, p. 207-219, 1990.

GRYNA, F. M. Quality and cost. In.: JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. **Juran's quality handbook**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1999.

HAYUTH, Y. Intermodalism and the US Port System. **Shipping Economist**, Lisboa, 1985.

HOLWEG, Mathias; MIEMCZYK, Joe. Logistics in "three-day car age": assessing the responsiveness of vehicle distribution logistics in the UK. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Bingley, UK, v. 32, n. 10, p. 829-850, 2002.

HYLAND, P. W.; SOOSAY, C.; SLOAN, T. R., Continuous improvement and learning in the supply chain, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Bingley, UK, v. 33, n. 4, p. 316-335, 2003.

JACKSON, N. **The Helen Delich Bentley Port of Baltimore**. v. 6, p. 22, 2009.

JURAN, J. M. **Quality control handbook**. New York: McGraw-Hill, 1951.

JURAN, J. M. **A history of managing for quality**: the evolution, trends and future directions of managing for quality. Milwaukee: Quality Press, 1995.

JURAN, J. M.; GRYNA, F. M.; BINGHAM, R. **Quality control handbook**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1975.

KIM, M. W.; LIAO, W. M. Estimating hidden quality costs with quality loss functions, **Accounting Horizon**, Bingley, UK, v. 8, n. 1, p. 8-17, 1994.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia industrial**: fundamentos teóricos e práticos no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LAKHE, R. R.; MOHANTI, R. P. Total quality management: concepts, evolution and acceptability in developing economies. **International Journal of Quality and Reliability Management**. Bingley, UK, v. 11, n. 9, p. 9-33, 1994.

LEMOINE O.W.; SKJOETT-LARSEN T. Reconfiguration of supply chains and implications for transport. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Bingley, UK, v. 34 n. 10, p. 793-810, 2004.

MARGAVIO, G. W.; FINK, R. L.; MARGAVIO, T. M. Quality improvement using capital budgeting and Taguchi's function. **International Journal of Quality and Reliability Management**, Bingley, UK, v. 11, n. 6, p. 10-20, 1994.

MEIXELL M. J.; NORBIS, M. A review of the transportation mode choice and carrier selection literature, **The International Journal of Logistics Management**, Bingley, UK, v. 19 n. 2, p. 183-211, 2008.

MOEN, R. M. New quality cost model used as a top management tool. **The TQM Magazine**, v. 10, n. 5, p. 334-341, 1998.

OAKLAND, J. S. **Total quality management**. London: Heinemann, 1989.

OLIVEIRA, L. M.; PEREZ JÚNIOR, J. H. **Contabilidade de custos para não contadores**. São Paulo: Atlas, 2000.

OMACHONU, V. K.; SUTHUMMANON, S.; EINSPRUCH, N. G. The relationship between quality and quality cost for a manufacturing company. **International Journal of quality & reliability management**, Bingley, UK, v. 21, n. 3, p. 277-290, 2004.

PAGANO, R. A. **Uma sistemática para a implantação da qualidade total na indústria de manufatura**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2000.

PRICE, R. C.; GASKILL, G. P. Total quality management in research-philosophy and practice. **Total Quality Management 3**: Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Conference, IFS Ltd, Springer-Verlag, London, p. 77-87, 1990.

REIMANN B. Sustaining the competitive advantage. **Planning review**, Bingley, UK, v. 17, p. 30-39, 1989.

RIBEIRO, José Luis Duarte; TEN CATEN, Carla. **Projeto de experimentos**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. Série monográfica qualidade.

RIBEIRO, José Luis Duarte; TEN CATEN, Carla. **Controle estatístico do processo**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Série monográfica qualidade.

RUSSELL, R.; TAYLOR, B. **Operations management**. Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall, 2003.

SCHIFFAUEROVA, A.; THOMSON, V. A review of research on cost of quality models and best practices. **International Journal of quality & reliability management**, Bingley, UK, v. 23, n. 6, 2005.

SCHIFFAUEROVA, Andrea; THOMPSON, Vince. Managing cost of quality: insight into industry practice. **The TQM magazine**, Bingley, UK, v. 18, n. 5, p. 542-550, 2006.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E and HSIANG, T. **Quality engineering in production systems**. New York: McGraw-Hill, 1989.

TANNOCK, J.; SAELEM, S. Manufacturing disruption costs due to quality loss, **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bingley, UK, v. 24, n. 3, p. 263-278, 2007.

VAN LOOY, B. et al. Dealing with productivity and quality indicators in a service environment: some field experiences. **International Journal of Service and Industry Management**, Bingley, UK, v. 9, n. 4, p. 359-376, 1998.

WERKEMA, C. **Criando a cultura seis sigma**. Belo Horizonte: Werkema, 2004. V. 1

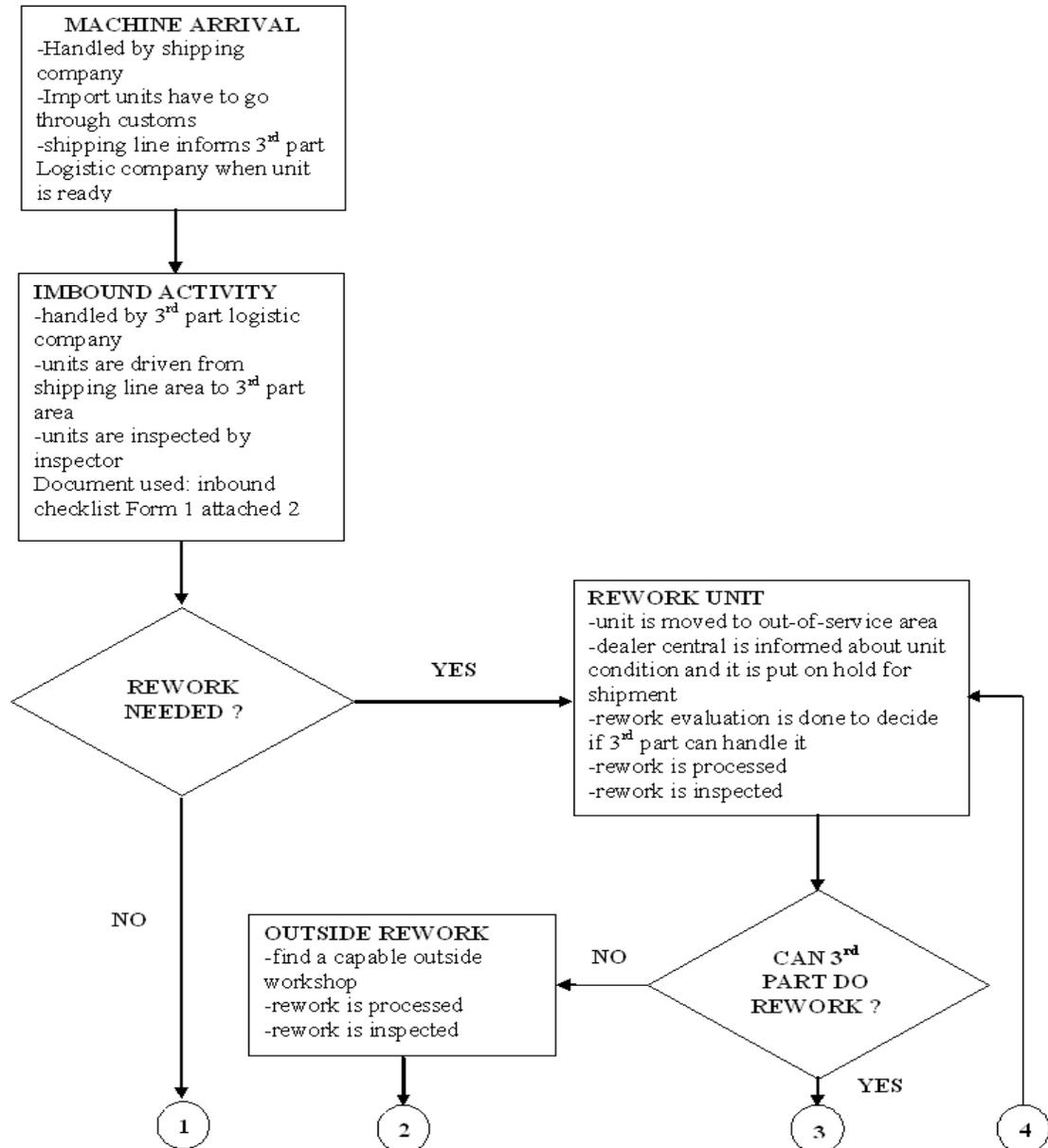
WILLIG, B. AGCO good to grow. **The Helen Delich Bentley Port of Baltimore**, Maryland, v. 1, p. 34, 2010.

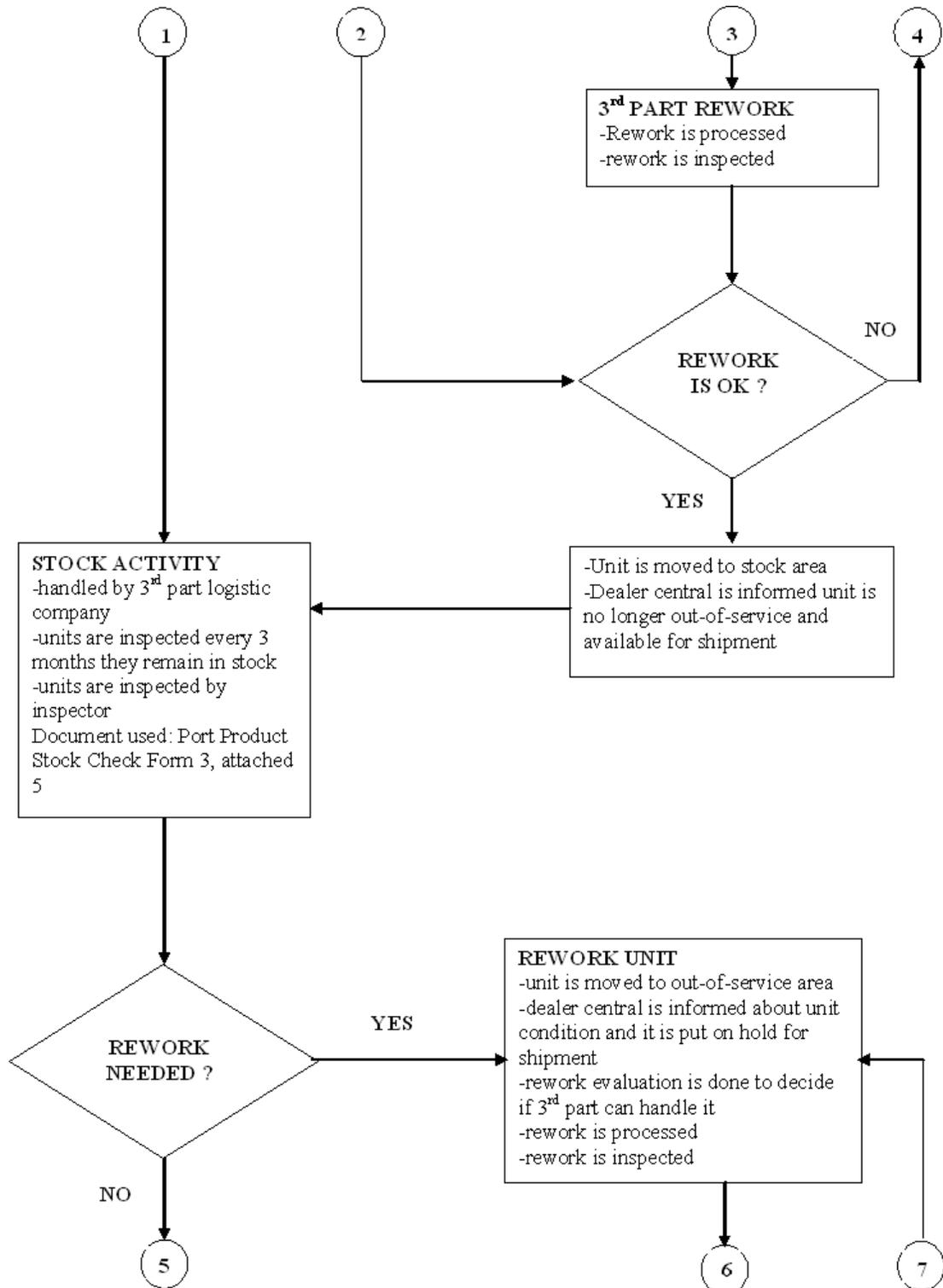
ZIMACK, G. Cost of quality (COQ): which collection system should be used? In: ASQ'S ANNUAL QUALITY CONGRESS, 54., 2001, Wisconsin. **Proceedings**. 2001, p. 18-24, 2001.

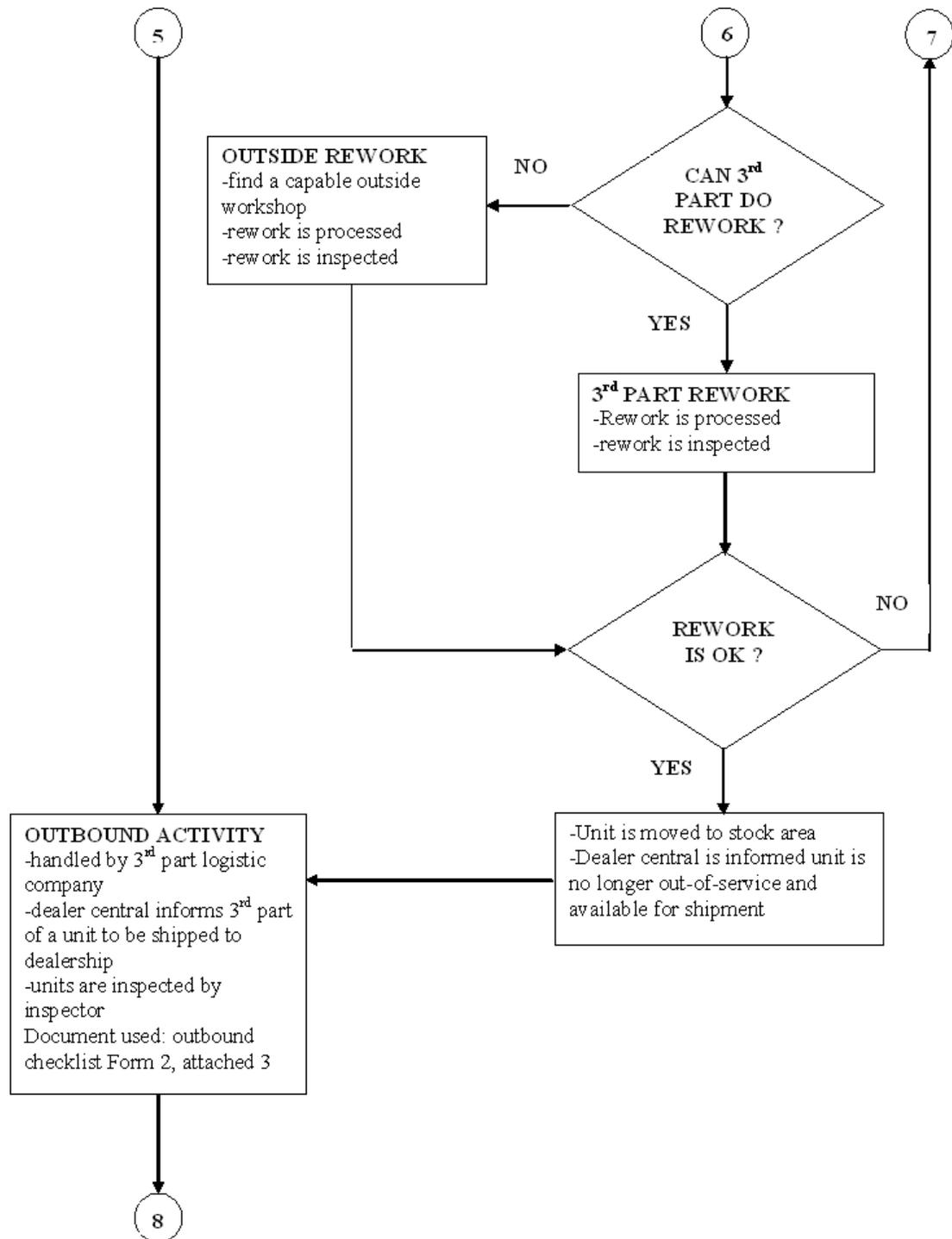
ZUBAIR, M. M.; YOUSSEF, M. A. A production, distribution and investment model for a multinational company. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bingley, UK, v. 15, n. 6, p. 495-510, 2004.

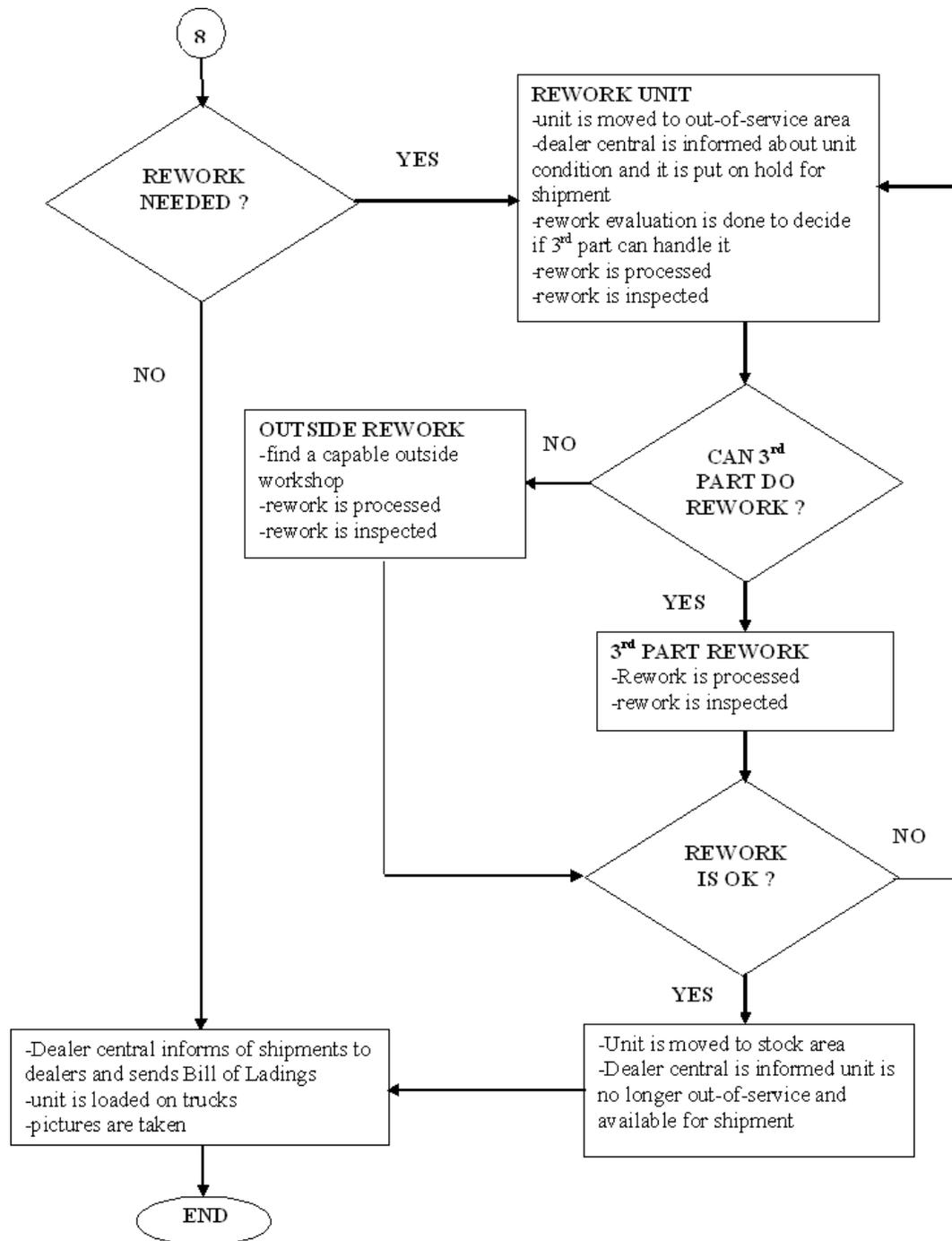
## APÊNDICES

### APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DA ATIVIDADE PORTUÁRIA









## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DAS REVENDAS

BDS Port Services Baltimore  
 (888) 284-1401  
 2700 Browning Hwy.  
 Baltimore, MD 21222

BDS Form  
 01/17/2008  
 01/18/2008

### Dealer Satisfaction Survey Form

In an effort to better serve our customers, BDS Port Services requests that you take a brief moment and fill out the following survey. Please fill out the fields listed below to provide us with feedback on the cosmetic condition of the tractor(s) and accessories that you received. Please return this survey to us via fax at the following toll free number (800) 825-3421. Please rate the cosmetic condition of the unit(s) upon arrival at your dealership based on a scale from 1 to 10 with 1 being the worst and 10 being the best. If you care to do so, you can add any additional comments at the bottom. If you would like to speak to us we can be reached at the above number. In the event that you receive a unit with cosmetic deficiencies and you would like to provide us with digital photos, they can be emailed to us at [fred.dole@bds-solutions.com](mailto:fred.dole@bds-solutions.com). Thanks in advance for your time.

Model Number - \_\_\_\_\_ Date Received - \_\_\_\_\_  
 Serial Number - \_\_\_\_\_ Order Number - \_\_\_\_\_

	1		10		1		10
<b>Exterior Body:</b>				<b>Hydraulic Cylinders:</b>			
Paint				Cylinder Rust (Y or N)			
Cab Glass				Cylinder Leaks (Y or N)			
Hood / Grill				Fittings Corrosion			
Tires				Cab or Platform:			
Rims				Instrument Panel			
Hitch				Floor Cleanliness			
ROPS				Operator's Manual			
Cleanliness				Keys			
<b>Engine Compartment:</b>				<b>Fuel Qty:</b>			
Hoses							
Connections							
Leaks Present (Y or N)							
Paint							
Battery Compartment							
Secured							
Battery Charged							

Additional Comments:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## APÊNDICE C – FICHA DE INSPEÇÃO DE TRATORES ATUAL

### PORT PRODUCT INBOUND CHECK

Product	Tractor	Combine	Baler	Sprayer	Date / / 2006	
Product specs	/2	/4	Cab	Plat.	Track	Auditor:
Brand	AGCO	MF	Fendt	Valtra	Challenger	
Model						
Product Serial #						
Dealer						
<b>Visual characteristics</b>						<b>Rust</b>
Lights	LS	RS				YES NO
Auxiliary lights	YES	NO	Fitted	Front	Rear	Packaging
Knobs	OK	Damaged	Which?			
Windows	OK	Damaged	Not applicable	Notes:		
Seat	OK	Damaged	Notes:			
<b>Painting</b>						
Sheet metal	OK	Damaged	Notes:			YES NO
Rops and canopy	OK	Damaged	Not applicable	Notes:		
Fenders	OK	Damaged	Notes:			YES NO
Muffler/silencer	OK	Damaged	Notes:			YES NO
<b>Cast painting</b>						
Weights	OK	Missing	Damaged	None	Notes:	
Drawbar	OK	Damaged	Notes:			YES NO
Assist rams	OK	Damaged	Not applicable	Notes:		
Wheels	OK	Damaged	Notes:			YES NO
Stabilizers	OK	Damaged	Notes:			YES NO
Back linkage (3rd point)	OK	Damaged	Not applicable	Notes:		
Back spring linkage	OK	Damaged	Not applicable	Notes:		
Other cast items	Notes:					YES NO
<b>Tractor functionality</b>						
Machine start	OK	W/difficulty	No	Notes:		
Fuel	OK	Needs filling	Notes:			
Lights	OK	NO	Notes:			
Instrument panel	OK	NO	Notes:			
Battery	OK	NO				
Pedal - Lock	OK	NO				
Clutch	OK	NO	Notes:			
Rims / Tires	YES	NO				
Rims	Front	Data:				YES NO
	Rear	Data:				YES NO
Tires	Front	Pirelli	Goodyear	Firestone	Titan	Other:
	Rear	Pirelli	Goodyear	Firestone	Titan	Other:
Notes:						
<b>Other features</b>						
Hours	Notes:					
Floor cleanliness	YES	NO	Notes:			
PTO protection	YES	NO	Notes:			YES NO
Decals	OK	Missing	Which?			
Radio/CD player	YES	NO	Notes:			
Operator's manual	OK	Missing	Notes:			
Notes:						
Keys	YES	NO	Quant.:			YES NO
<b>Non conformities detected</b>						
Notes:						

Approved

Signature: \_\_\_\_\_