

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DE FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A EFICIÊNCIA DE
UM SISTEMA DE MANUFATURA: ESTUDO DE CASO EM UMA
MONTADORA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DE FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A EFICIÊNCIA DE
UM SISTEMA DE MANUFATURA: ESTUDO DE CASO EM UMA
MONTADORA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

MATHEUS PHELIPE VENDRAMINI

ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ LUIS HELLENO

(Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção).

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	IV
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE QUADROS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA	2
1.2. OBJETIVO	3
1.3. METODOLOGIA	4
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. MERCADO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS	7
2.2. EFICIÊNCIA OPERACIONAL NO PROCESSO DE MANUFATURA.....	10
2.3. PLANEJAMENTO DO PROCESSO	14
2.4. FATORES QUE INFLUENCIAM NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL	18
2.4.1. QUALIDADE	18
2.4.2. LEAN SIX SIGMA	22
2.4.3. LOGÍSTICA.....	28
2.4.4. MANUTENÇÃO.....	32
2.4.5. INDICADORES DE DESEMPENHO (KPIs).....	33
3. MÉTODO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	39
3.1. MAPEAMENTO DOS PROCESSOS DE MANUFATURA	41
3.2. ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS – TESTE PILOTO.....	43
3.3. TESTE PILOTO.....	44
3.4. ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS – ESTUDO DE CASO	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	54
5. CONCLUSÕES.....	64
5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXO I – FORMULÁRIO DE APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO).....	72
ANEXO II – FORMULÁRIO DE APONTAMENTO DE PERDAS (ESTUDO DE CASO).....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAV – Atividades que Agregam Valor

ANAV – Atividades que Não Agregam Valor

CAPES – Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior

CEP – Controle Estatístico do Processo

CLM – *Council os Logistics Management*

ID – Indicador Disponibilidade

IQ – Indicador Qualidade

IR – Indicador de Rendimento

ISO – *International Organization for Standardization*

JIT – *Just-in-time*

KPI – *Key Performance Indicators*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PIB – Produto Interno Bruto

PPGEP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

STP – Sistema Toyota de Produção

Tf – Tempo de funcionamento

Tip – Tempo ideal de produção

Tnp – Tempo não produtivo

To – Tempo total da operação

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TQC – *Total Quality Control*

TQM – *Total Quality Management*

VSM – *Value Stream Mapping*

Vnc – Volume não conforme

Vp – Volume produzido

Vt – Volume total

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MÉTODO DE PESQUISA.....	4
FIGURA 2 – DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA AGRÍCOLA (AGOSTO/ 2015).....	9
FIGURA 3 – PRODUÇÃO TOTAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS NO BRASIL.....	9
FIGURA 4 - VENDAS TOTAIS DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS (JANEIRO A AGOSTO DE 2015).....	10
FIGURA 5 – EXEMPLO DE VSM (VALUE STREAM MAPPING).....	12
FIGURA 6 – PROCESSO DE MANUFATURA DE PAPEL (ARRANJO FÍSICO POR PRODUTO).....	17
FIGURA 7 – CONEXÃO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE.....	20
FIGURA 8 – OS CINCO PILARES DO TQM.....	22
FIGURA 9 – ETAPAS DO MÉTODO DE PESQUISA.....	39
FIGURA 10 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO) – LINHA A...	47
FIGURA 11 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO) – LINHA B...	48
FIGURA 12 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO) – LINHA C.....	49
FIGURA 13 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (ESTUDO DE CASO) – LINHA A.....	55
FIGURA 14 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (ESTUDO DE CASO) – LINHA B.....	56
FIGURA 15 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (ESTUDO DE CASO) – LINHA C.....	56
FIGURA 16 – IMPACTO DOS FATORES NAS LINHAS DE MONTAGEM.....	57
FIGURA 17 – IMPACTO DOS FATORES NA LINHA DE MONTAGEM A – CENÁRIO 2.....	59
FIGURA 18 – COMPARATIVO ENTRE OS CENÁRIOS 1 E 2.....	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – SISTEMA DE MANUFATURA DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO.	41
TABELA 2 – PERDAS APONTADAS EM HORAS POR LINHA DE PRODUTO – TESTE PILOTO.	45
TABELA 3 – PERDAS APONTADAS (EM HORAS) POR LINHA – ESTUDO DE CASO.....	54
TABELA 4 – PERDAS APONTADAS (EM HORAS) AGRUPADAS POR CAUSADORES.....	57
TABELA 5 – PERDAS APONTADAS (EM HORAS) AGRUPADAS POR CAUSADORES – LINHA A (CENÁRIO 2).....	58
TABELA 6 – DETALHAMENTO DAS PERDAS APONTADAS (EM HORAS) LINHA A – CENÁRIO 2.....	59
TABELA 7 – IMPACTO DAS PERDAS APONTADAS NO SISTEMA DE MANUFATURA	62

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – TERMOS PRODUTIVOS PARA SISTEMAS PRODUTIVOS DE MANUFATURA	15
QUADRO 2 – PERDAS DIVIDIDAS POR FATOR CAUSADOR.....	51

VENDRAMINI, Matheus P. **ANÁLISE DE FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE MANUFATURA: ESTUDO DE CASO EM UMA MONTADORA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**. 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

RESUMO

A eficiência operacional torna-se uma das principais vantagens competitivas para as empresas no ambiente globalizado. O mercado de máquinas agrícolas, nos últimos anos, sofreu grande flutuação em sua demanda, direcionando as empresas do ramo agrícola a reagirem com melhor desempenho. O planejamento de um sistema de manufatura deve considerar fatores que influenciam em sua eficiência operacional, podendo assim enxergar qual ou quais são as limitações do processo. Este trabalho tem como objetivo analisar qual o impacto de fatores como Logística, Qualidade, Projeto/ Processo, Manutenção e Outros sobre a eficiência operacional de um sistema de manufatura de máquinas agrícolas. Para atingir o objetivo foi desenvolvido um estudo de caso considerando três linhas de montagem e realizado, em cada uma delas, apontamento de perdas no processo em cenários de demandas diferentes para análise do impacto dos fatores na eficiência operacional do processo. A partir da análise de gráficos e indicadores de desempenho resultantes do estudo, foi possível identificar os fatores de maior impacto na eficiência operacional do sistema de manufatura estavam relacionados às atividades Logísticas e de Qualidade, sendo causadores de 70% das perdas ocorridas nas linhas de montagem, impedindo que a companhia obtenha maior vantagem competitiva.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência operacional, indicadores de desempenho, sistema de manufatura, máquinas agrícolas, vantagem competitiva.

VENDRAMINI, Matheus P. ***ANALYSIS OF FACTORS THAT CONTRIBUTE TO THE MANUFACTURING PROCESS: CASE STUDY IN AN AGRICULTURAL MACHINERY ASSEMBLER.*** 2016. 73p. *Dissertation (Production Engineering Master Degree) – Faculty of Engineering, Architecture and Urbanism, Methodist University of Piracicaba, Santa Barbara d'Oeste.*

ABSTRACT

The operational efficiency becomes a major competitive advantage for companies in a globalized context. The agricultural machinery market in recent years, suffered fluctuations in their demand, directing companies to respond with better performance. The manufacturing planning system should consider factors that influence their operational efficiency, thus being able to see what limitations of the process are. This study aims to analyze the impact of factors such as logistics, Quality, Project / Process, Maintenance and Others on the operational efficiency of an agricultural machinery manufacturing system. To reach the objective it developed a case study based on three assembly lines and realized in each of them, pointing losses in the process with demands in different scenarios to analyzing the impact of factors in the operational efficiency of the process. From the analysis of graphics and performance indicators resulting from the study it was possible to identify the factors with highest impact on the operational efficiency of the manufacturing system were related to Logistics and Quality activities, which cause 70% of the losses in the assembly lines, blocking the company gain greater competitive advantage.

KEYWORDS: *Operational efficiency, performance indicators, manufacturing system, agricultural machinery, competitive advantage.*

1. INTRODUÇÃO

O mercado de máquinas agrícolas brasileiro apresenta alta flutuação de demanda na produção entre os anos de 2012 a 2015. Em 2013 houve um aumento de 20% em relação ao volume de 2012 e em 2015 uma queda de 29,1% em relação a 2014 (ANFAVEA, 2015).

Esta flutuação de demanda tem resultado na busca de melhores práticas de planejamento e dimensionamento do processo de manufatura que resultam no aumento da eficiência operacional e por consequência na flexibilidade da capacidade produtiva e agilidade na resposta ao mercado.

Com isso, a eficiência operacional torna-se uma das principais vantagens competitivas, pois se relaciona com a maneira com que os recursos estão sendo utilizados e está diretamente relacionada com o custo da produção.

Estudos abordam a melhoria da eficiência operacional por meio da otimização de variáveis do processo de manufatura, entre elas: estoque intermediário (WIP – *Working in Process*), tempo de *setup* e tempo de ciclo. Para confirmar e exemplificar o estudo da eficiência operacional nos diversos ramos do mercado, Chowdary e George (2011) aplicaram melhorias em uma indústria farmacêutica cujo resultado evidenciou a redução de 15% e 36% do estoque intermediário (WIP) e tempo de ciclo, respectivamente.

Das *et al.* (2014) realizaram um estudo em uma empresa fabricante de bobinas de ar condicionado mencionando o aumento de 76% na eficiência operacional, tendo como principais reduções o estoque intermediário (WIP) e o tempo de *setup* (67%).

No entanto, há fatores do sistema de manufatura relacionados como logística, qualidade, projeto/processo e manutenção do processo de manufatura que, se geridos de forma incorreta, contribuem negativamente na eficiência operacional do processo.

Como no atual cenário do mercado de máquinas agrícolas a demanda se apresenta flutuante, as empresas necessitam de investimento em seu processo de manufatura para tornar-se flexível, assim respondendo ao mercado de forma ágil e eficiente.

Uma linha de montagem de máquinas agrícolas está sujeita a paradas em seu processo de montagem que se deve pela ocorrência de perdas que estão relacionadas à atividades sob responsabilidade de departamentos específicos, como Logística, Qualidade, Manutenção e Projeto/ Processo. Consequentemente essas paradas comprometem a evolução da montagem, tornando o processo menos eficiente.

Sendo assim, os fatores que compõem um processo de manufatura precisam ser analisados e geridos corretamente por meio de indicadores adequados para que, então, seja possível a obtenção de parâmetros comparativos que permitam diagnosticar corretamente a situação e após isso, alcançar a condição ótima do sistema de manufatura, o qual se torna, por consequência, mais flexível, respondendo ao mercado de forma rápida e ágil.

Portanto, da convergência do cenário da indústria agrícola com os fatores de um processo de manufatura que impactam na eficiência operacional, percebe-se que é necessário realizar um mapeamento e estudo dos principais fatores que influenciam na eficiência operacional do processo, criando Indicadores de Desempenho para então determinar o planejamento eficiente do processo de forma com que o mesmo seja competitivo e traga resultados financeiros.

1.1. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA

Harrington (1997) define processo como sendo um grupo de tarefas interligadas logicamente que utilizam os recursos da organização para gerar os resultados definidos. Rocha (2002) complementa que uma linha de produção é formada por uma sequência de postos de trabalho, compondo estações, dependentes entre si, cada qual com função bem definida e voltada à

fabricação ou montagem de um produto. Os postos de trabalho são as etapas que vão permitir a construção do item a ser fabricado.

Uma linha de produção mal dimensionada fazendo uso de seus recursos de forma ineficiente pode prejudicar a eficiência operacional do processo de manufatura da empresa, resultando no aumento de custo. As operações que compõem um sistema de manufatura necessitam de dimensionamento e monitoramento.

Para obter vantagem competitiva e atendimento às exigências do mercado globalizado, o custo da produção deverá ser reduzido, e para isso, deve-se dimensionar e monitorar as operações do processo para obter máxima eficiência operacional.

Diante do cenário atual do mercado de máquinas agrícolas, é exigida cada vez mais a flexibilidade do processo de manufatura e então parâmetros essenciais para um planejamento do processo assertivo, garantindo a eficiência operacional e agilidade do processo de manufatura. Portanto, a importância desse estudo inclui dados e indicadores que possibilitam direcionar e monitorar os fatores que influenciam na eficiência operacional que devem ser geridos mais adequadamente para se obter um monitoramento de processo de manufatura eficaz.

Em função disso, a pergunta-chave para a elaboração do trabalho é: Os fatores do processo de manufatura podem contribuir para a melhora da sua eficiência operacional?

1.2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é analisar qual a contribuição dos fatores do processo de manufatura – Logística, Qualidade, Manutenção e Projeto/ Processo – para a sua eficiência operacional por meio do mapeamento de um sistema de montagem de máquinas agrícolas, possibilitando o direcionamento de ações para torná-lo mais ágil para reagir à flutuação do mercado.

1.3. METODOLOGIA

Este trabalho está caracterizado como um estudo de caso exploratório e qualitativo. Segundo YIN (2010), um estudo de caso é uma investigação empírica, que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

O estudo será exploratório, pois tem como objetivo o desenvolvimento de hipóteses e proposições pertinentes. Qualitativo ao fato da interpretação dos fenômenos e atribuição de significados serem associados neste estudo (PRODANOV, 2013).

Para atingir o objetivo deste trabalho, foi realizado o método de pesquisa ilustrado na Figura 1.

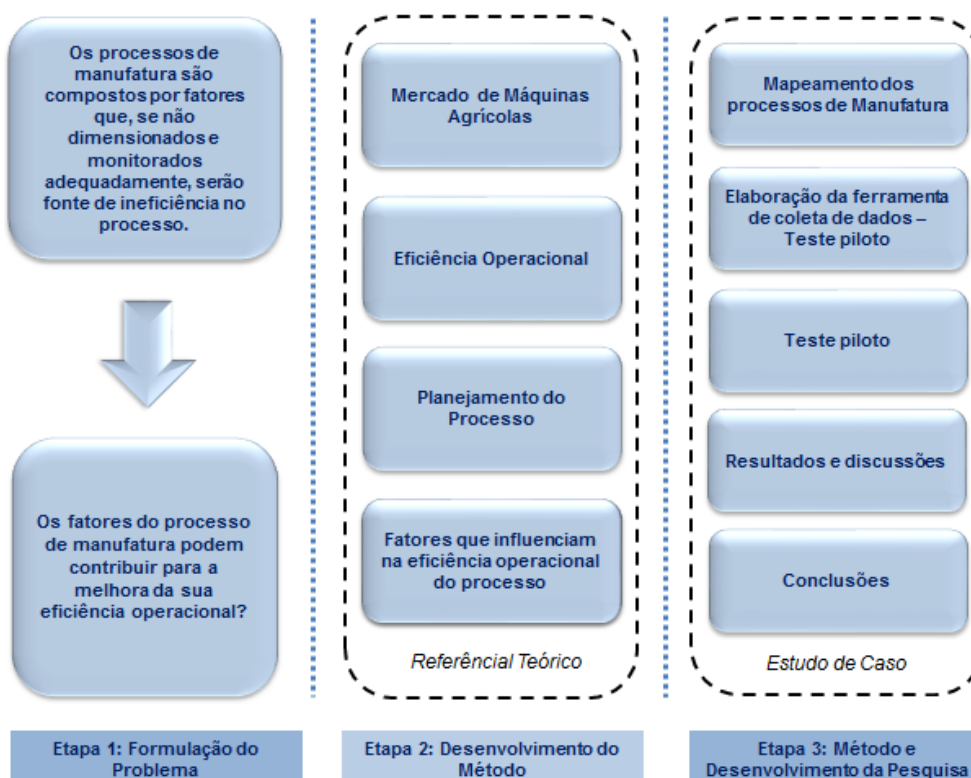


FIGURA 1 – MÉTODO DE PESQUISA.

FONTE: ADAPTADO DE CAUCHICK MIGUEL (2010)

O método de pesquisa é composto por:

- Etapa 1 – Formulação do Problema: etapa na qual se discute qual o motivo de conduzir o trabalho, convergindo teorias com a prática, evidenciando questionamentos direcionando as possíveis soluções;
- Etapa 2 – Desenvolvimento do Método: basicamente a etapa na qual se apresenta o referencial teórico para o conhecimento e correlação do assunto discutido. Palavras chaves como Eficiência, Planejamento de Processo, *Lean Manufacturing*, Indicadores de Desempenho, foram pesquisadas em acervos eletrônicos (Periódicos CAPES, *Science Direct*, *Emerald Insight* e *SciELO*);
- Etapa 3 – Aplicação do Método de Pesquisa: identificação das etapas a serem realizadas no método proposto para conclusão do estudo. Foi realizado teste piloto para identificação dos principais fatores que influenciam a eficiência operacional do processo. Aplicando formulário do estudo de caso, foram considerados dois cenários, em períodos diferentes, com demandas diferentes (primeiro cenário com alto volume e segundo cenário com baixo volume).

Foi realizado o mapeamento e discutido o resultado das perdas/influência dos fatores que impactam na eficiência operacional do processo de manufatura. Além disso, o impacto da flutuação da demanda foi estudado.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O desenvolvimento deste trabalho está estruturado da seguinte maneira:

- Capítulo 1 – Introdução: Apresentação dos principais aspectos do trabalho, cenário do mercado de máquinas agrícolas em que o estudo é aplicado, em que é identificado o problema, importância do estudo e objetivos;

- Capítulo 2 – Revisão de Literatura: Contextualização e explicação dos assuntos relacionados no trabalho, tais como, Eficiência operacional, Planejamento do Processo, Logística, Qualidade, Manutenção, *Lean Manufacturing*, Indicadores de Desempenho (*Key Performance Indicators* – KPIs);
- Capítulo 3 – Método de Pesquisa: Descrição do método utilizado para a realização do trabalho. Como foi realizada a coleta de dados, a análise dos dados do teste piloto e a preparação dos mesmos para dar sequência no estudo de caso;
- Capítulo 4 – Resultados e Discussões: Desenvolvimento do estudo de caso, apresentando os resultados e discussões do estudo. Desde a coleta de dados para o estudo de caso, tabulação e análise dos dados e então a composição de gráficos e indicadores para direcionar os fatores que prejudicam a eficiência operacional do processo de manufatura;
- Capítulo 5 – Conclusões: Com a análise detalhada dos gráficos e indicadores gerados no Capítulo 4, é possível enxergar qual o impacto negativo que os fatores contribuintes para a eficiência operacional do processo estão gerando, impedindo que o processo seja mais eficiente e por consequência ágil e flexível à demanda do mercado;
- Capítulo 6 – Referências Bibliográficas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O capítulo de revisão de literatura consiste na explicação dos principais conceitos utilizados para compor esse estudo. Assim, a correlação com a teoria e prática (estudo de caso) pode ser realizada mais facilmente. Dentre estes conceitos destacam-se: (i) Mercado de máquinas agrícolas; (ii) Eficiência operacional no processo de manufatura; (iii) Planejamento do Processo; (iv) Fatores que influenciam na eficiência operacional.

2.1. MERCADO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

O surgimento do setor de máquinas e implementos para a agricultura mudou a trajetória das técnicas de produção e a oferta de produtos agrícolas no mundo, assim como a necessidade de envolvimento de mão-de-obra na produção agrícola. Isso ocorreu devido ao aumento da produtividade do setor que levaram à substituição do homem nesta atividade por máquinas, possibilitando o acesso a novas e melhores práticas de produção na agricultura (VIAN e ANDRADE, 2010).

Até o século XVIII, os instrumentos agrícolas ainda eram muito básicos. A revolução industrial e a crescente população demandando cada vez mais alimentos colocou a Europa (sobretudo a Inglaterra e França) em situação delicada, sendo preciso aumentar a produtividade agrícola para suprir a necessidade.

Em meados do século XIX, a população urbana europeia aumentou em cerca de 200 milhões de pessoas, em um grande processo de urbanização que resultou em processo de migração rural para cidade (êxodo rural), diminuindo o contingente de pessoas que trabalhavam no campo (FONSECA, 1990).

Enxergando oportunidade competitiva sobre a Europa, os Estados Unidos começaram a progredir tecnicamente na agricultura, além de se tornarem um grande mercado para os produtos agrícolas pela intensa extensão de área cultivada. A partir disso, a concorrência começou a tomar conta do mercado a fim de produzirem máquinas com maior tecnologia e capacidade produtiva.

Analisando o cenário de produção de alimentos, o Relatório de Desenvolvimento Mundial de 2008 exigiu o uso da agricultura como uma ferramenta de desenvolvimento vital, com o intuito de alcançar a meta de reduzir pela metade a proporção de pessoas que vivem em extrema pobreza e sofrendo fome (DAO, 2009).

Segundo o Dao (2009), as estatísticas mostram que três quartos da população mais pobre nos países em desenvolvimento vivem em áreas rurais e que os meios de subsistência da maioria dela são direta ou indiretamente dependentes da agricultura. Na China houve rápido crescimento na agricultura, por exemplo, resultou em declínio da pobreza de 53% em 1981 para 8% nos 20 anos seguintes.

Ligon e Sadoulet (2007), utilizando uma amostra de 42 países, mostram que o crescimento do PIB, que vem da agricultura é, pelo menos, duas vezes mais eficaz na redução da pobreza em relação ao crescimento do PIB proveniente de áreas não agrícolas. Para a China e América Latina, o crescimento do PIB proveniente da agricultura é estimado em, respectivamente, 3,5 e 2,7 vezes maior se comparado ao PIB de áreas não agrícolas.

O cenário do segmento de máquinas agrícolas no Brasil apresentou em 2013 um crescimento de 20% em relação a 2012, batendo assim o recorde histórico de vendas da indústria de máquinas agrícolas (ANFAVEA, 2013).

Já em 2014, o mercado de máquinas agrícolas no Brasil sofreu queda de 17,4%, retornando aos patamares de 2012. Conforme mostra a Figura 2, a queda de produção no mercado de máquinas agrícolas ainda se apresenta, no

período de Janeiro a Agosto de 2015, recuando em 29,1%, se comparado ao mesmo período do ano de 2014.

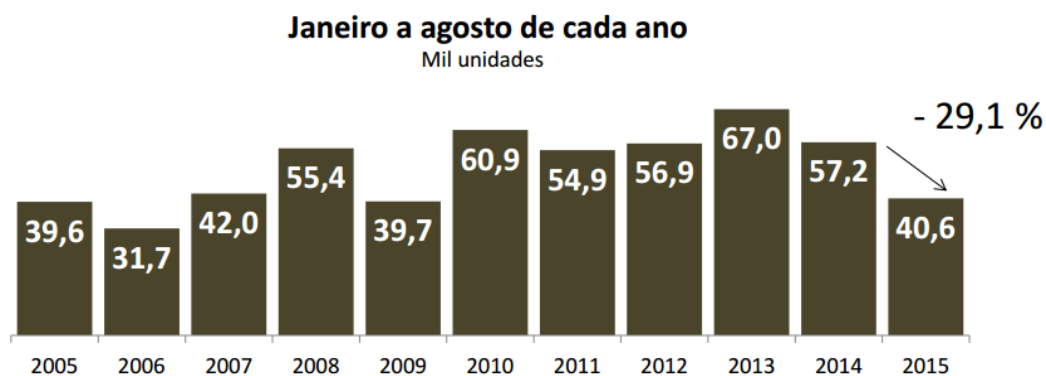


FIGURA 2 – DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA AGRÍCOLA (AGOSTO/2015)

FONTE: ANFAVEA (2015)

No ano de 2015, no período de Janeiro à Agosto (Figura 3), a produção de máquinas agrícolas no Brasil apresentou flutuação sendo que a partir de Janeiro a produção obteve aumento em 5,5% em Fevereiro e 21,6% em Março. A produção obteve queda de 37,8% em Junho, retornando na média anual em Julho (aumento em 41,8%), tornando estável em Agosto.

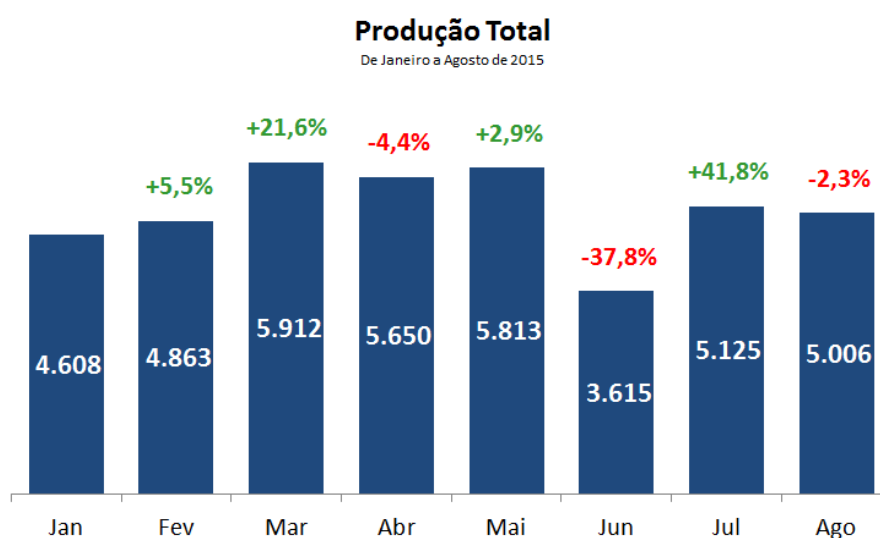


FIGURA 3 – PRODUÇÃO TOTAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS NO BRASIL

FONTE: PRÓPRIO AUTOR (DADOS DA ANFAVEA, 2015)

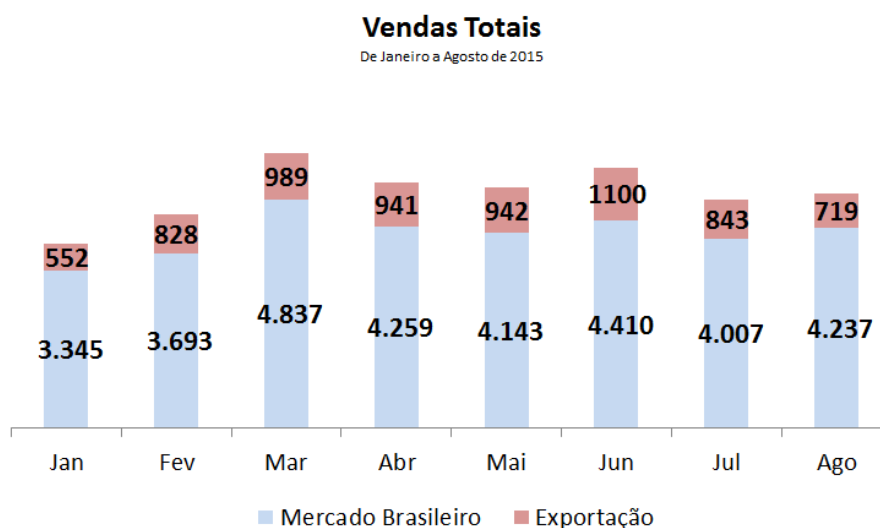


FIGURA 4 - VENDAS TOTAIS DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS (JANEIRO A AGOSTO DE 2015).

FONTE: PRÓPRIO AUTOR (DADOS DA ANFAVEA, 2015)

No mesmo período de Janeiro a Agosto de 2015, bem como a produção de máquinas agrícolas, as vendas de máquinas agrícolas fabricadas no Brasil também apresentou flutuação (Figura 4) – 3.897 máquinas em Janeiro, elevando as vendas em Março (5.826) e então redução em Maio (5.085). As vendas voltam a crescer em Junho com 5.510 máquinas porém com resultado negativo em Agosto (4.956) – entre máquinas vendidas no mercado brasileiro e máquinas exportadas.

2.2. EFICIÊNCIA OPERACIONAL NO PROCESSO DE MANUFATURA

A eficiência operacional do processo pode ser medida em função da maneira em que os recursos são melhorados, como tempo, a qualidade e o custo do processo. Com isto, permite melhores condições para os funcionários completarem seus trabalhos/ tarefas (LEE *et al.*, 2011).

A concorrência no mercado global exige a melhoria contínua dos processos de fabricação e práticas que compõem as operações de uma empresa (por exemplo, instalações, equipamentos e sistemas). (MURUGESAN *et al.*, 2012). Como consequência, Lee *et al.* (2015) mencionam que as organizações devem

se esforçar para reduzir o tempo de *set up* e os tempos de produção, aumentar a funcionalidade em suas instalações, de seus funcionários e nos processos de manufatura.

A busca de estratégias com base na melhoria contínua, bem como a necessidade de fornecer os atributos e requisitos dos clientes e do consequente aumento de sua eficiência, tem levado muitas empresas a adaptarem os seus sistemas produtivos com foco na eliminação de desperdícios de produtos e processos (WU e CHOI, 2005; PEPPER e SPEDDING, 2010; LAMBERT e SCHWIETERMAN, 2012).

Para maximizar a eficiência operacional na fabricação, as empresas têm se engajado em uma série de práticas inovadoras relacionadas com a distribuição de seus produtos, prestação de serviços, e a proteção ao meio ambiente (LEE *et al*, 2015).

Os dirigentes das empresas estão se esforçando continuamente para aumentar a eficiência por meio da utilização de várias técnicas e abordagens. Alguns processos de produção estão utilizando máquinas automatizadas (USUBAMATOV *et al.*, 2012).

No entanto, os processos de montagem da maioria dos sistemas de fabricação, como exemplo a montagem de máquinas agrícolas, são realizados manualmente por trabalhadores com níveis mínimos de automatização.

No caso de montadoras de máquinas agrícolas, o volume de produção, frente às montadoras automotivas, é muito baixo – com média de 4 a 5 mil unidades de máquinas agrícolas produzidas por mês comparadas com a média de 130 a 150 mil veículos produzidos ao mês. Isto inviabiliza o investimento em automação no processo de montagem (ANFAVEA, 2015).

Segundo Jacobs e Chases (2010), a eficiência depende da maneira com que o tempo, esforço ou custo são bem utilizados para realizar uma tarefa. Organizações eficientes são capazes de responder a mudanças operacionais para atender seus clientes conforme a especificidade de seus produtos ou

absorver mais facilmente problemas associados à rápida oscilação de demanda.

Para atingir a eficiência operacional, as empresas devem procurar eliminar desperdícios operacionais e reduzir o tempo em que levam para produzir um produto e/ou prestar um serviço (JACOBS e CHASES, 2010).

Fazer isso requer que a empresa determine onde seus recursos são alocados (por exemplo, tempo, dinheiro, pessoas, esforço, etc.) e limitar o grau em que esses recursos são direcionados a atividades que não agregam valor ao produto ou serviço.

A metodologia *Lean Manufacturing*, auxilia as organizações a estabelecerem processos mais eficientes por meio da redução de desperdícios e ferramentas tornando o processo de manufatura mais enxuto, eficiente e, por consequência, mais competitivo.

Uma das mais utilizadas ferramentas para a manufatura enxuta é o VSM (*Value Stream Mapping*) ou Mapeamento de Fluxo de Valor (Figura 5).

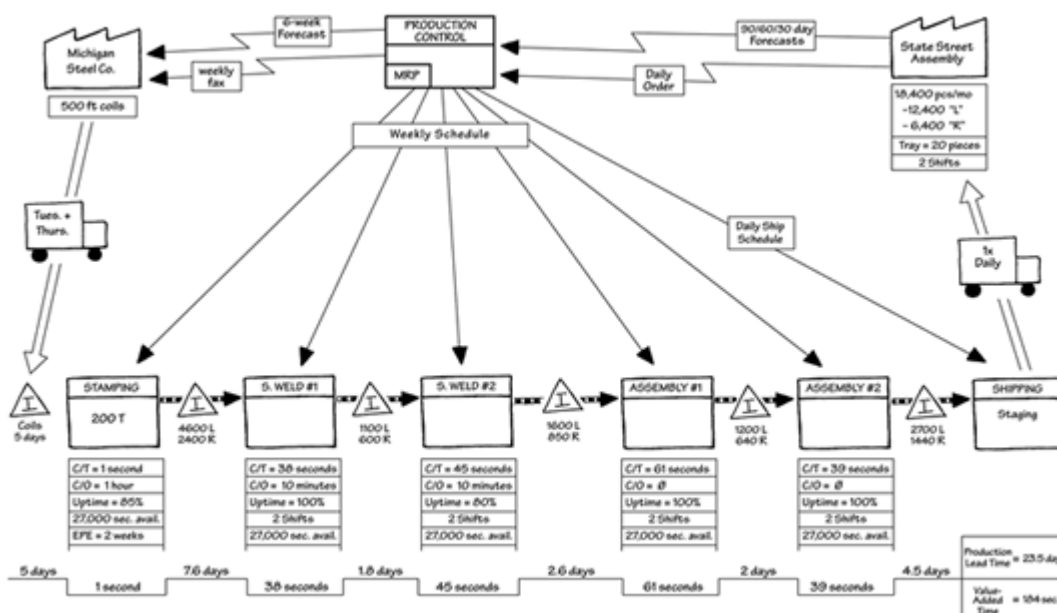


FIGURA 5 – EXEMPLO DE VSM (VALUE STREAM MAPPING)

FONTE: LEAN ENTERPRISE INSTITUTE (2011).

A técnica do VSM foi desenvolvida como um método gráfico dentro do ambiente de manufatura enxuta para ajudar a redesenhar e melhorar os processos de fabricação.

O VSM é uma ferramenta usada por praticantes do *Lean Manufacturing* para visualizar os processos de manufatura, ajudando na compreensão das relações entre as atividades, os movimentos de materiais e informações e, o mais importante, gerenciamento de desperdícios, contribuindo para a eficiência do processo (BASU e DAN, 2014).

A eficiência operacional pode reduzir custos, agilizar processos operacionais e aumentar a eficiência global da organização, além de alcançar o envolvimento de todos os funcionários para melhorar os processos administrativos e operacionais da planta (LEE *et al.*, 2015).

Na busca pela maior eficiência, as empresas mantêm o foco na redução dos recursos por meio da análise do fluxo de valor. Dentre esses recursos, estão os fatores que contribuem para um planejamento de processo de manufatura eficaz.

Além da eficiência operacional no sistema de manufatura, também está em pauta a questão da eficiência energética, uma das maneiras para reduzir custos de um processo de manufatura.

Clientes, investidores e consumidores finais estão cada vez mais preocupados com o impacto ambiental em suas atividades, produtos e serviços. Os custos com energia e a importância atribuída às mudanças climáticas só vem aumentando. Tornar o processo mais eficiente do ponto de vista energético é considerado um valor para o mercado que exige cada vez mais a redução de consumo de energia (SGS GROUP, 2015).

É um desafio e também uma oportunidade para as organizações demonstrarem seu compromisso ambiental, destacando-se da concorrência com uma vantagem competitiva real.

Utilizar a energia de forma eficiente ajuda as organizações a economizar dinheiro, bem como ajudar a conservar os recursos e combater as alterações climáticas. Foi criada a norma ISO 50001 que direciona organizações em todos os setores a utilizar a energia de forma mais eficiente, por meio do desenvolvimento de um sistema de gestão de energia (SGS GROUP, 2015).

De acordo com a ISO – *International Organization for Standardization* (2015), a ISO 50001 é baseada no modelo de sistema de gestão de melhoria contínua, também utilizada para outros padrões conhecidos, tais como ISO 9001 ou ISO 14001. Isto torna mais fácil para as organizações a integração da gestão de energia em seus esforços globais para melhorar a qualidade e gestão ambiental.

Exemplificando o benefício da eficiência energética nas empresas, Trianni e Cagno (2015) realizaram uma investigação sobre a difusão de medidas de eficiência energética no ramo dos sistemas de motor, que são responsáveis por cerca de 74% de todo o consumo industrial de energia elétrica na Itália. Os autores citam que ainda não é de conhecimento e aplicação o gerenciamento de energia nas empresas, o que acaba retardando o crescimento eficiente das empresas, provocando baixa vantagem competitiva.

2.3. PLANEJAMENTO DO PROCESSO

Para melhorar os lucros e promover a flexibilidade na indústria competitiva, o aumento na eficiência do processo é crítico (RHO e LEE, 2013). Diante disso, obter foco em processos de produção eficientes proporciona às empresas a capacidade de melhorar o desempenho organizacional.

Materiais, pessoas, e equipamentos são recursos complementares na fabricação, que devem ser combinados corretamente de forma a atingir baixo custo, qualidade superior e entrega dentro do prazo (BLACK, 1991).

Os termos “sistema de produção”, “sistema de manufatura”, entre outros são confundidos devido às inconsistências do uso popular e falta de informação. O esclarecimento do significado dos termos produtivos é descrito no Quadro 1.

QUADRO 1 – TERMOS PRODUTIVOS PARA SISTEMAS PRODUTIVOS DE MANUFATURA

Termo	Significado	Exemplos
Sistema Produtivo (toda a empresa)	A empresa inteira; todos aspectos de pessoal, máquinas, materiais e informações, considerados coletivamente.	Empresa que fabrica motores, planta de montagem, indústria de vidros, fundição.
Sistema fabril/ de manufatura (conjunto de processos)	Uma série de processos de fabricação resultando em produtos finais específicos; o arranjo ou <i>layout</i> para todos processos, equipamentos e pessoas.	Séries de operações ou processos conectados; um sistema de <i>layout</i> funcional (<i>job shop</i>), em linha (<i>flow shop</i>), de posição fixa (<i>project shop</i>), de processo contínuo, ou de células interligadas.
Processo de manufatura/ fabricação (máquina ou máquina-ferramenta)	Um equipamento específico projetado para realizar processos específicos; muitas vezes chamado de máquina-ferramenta; máquinas-ferramentas são agrupadas para formarem um sistema de manufatura.	Solda-ponto, fresadora, torno, furadeira de coluna, fundição em moldes, forjamento. Estes são todos processos de manufatura.
Tarefa (<i>Job</i> - algumas vezes chamado de posto)	Um conjunto ou sequência de operações realizadas em máquinas, ou um conjunto de tarefas realizadas por um trabalhador em uma posição numa linha de montagem.	Operar a máquina, inspecionar peças, montar A em B. O operador da máquina-ferramenta tem a tarefa de operar a máquina.
Operação (algumas vezes chamado de processo)	Uma ação ou tratamento específico, o conjunto do qual é composta a tarefa de um trabalhador.	Furar, dobrar, soldar, torner, facear, fresar, extrudar. Coisas feitas por ou numa máquina.
Ferramentas ou ferramental (ferramentas de corte, porta-ferramentas)	Os implementos utilizados para fixar, cortar, moldar ou conformar os materiais de trabalho; chamadas de <i>ferramentas de corte</i> no que se refere à usinagem; podem referir-se a <i>acessórios</i> e <i>instalações</i> utilizadas para fixação das peças e <i>punções</i> e <i>matrizes</i> na conformação de metais.	Brocas, punções, matrizes, moldes, grampos de fixação, pinças, morsas, eixos, etc.

FONTE: ADAPTADO DE BLACK (1991)

Quando mencionado “sistema de produção”, a intenção é abordar o conceito da empresa como um todo. Já o termo “sistema de manufatura” é a sequência de processos de fabricação em que o resultado é o produto final. O processo de manufatura refere-se à máquina ou máquina-ferramenta (BLACK, 1991).

Boothroyd *et al* (2010), da área de engenharia de processos, publicaram um trabalho considerando os principais aspectos de sistemas de manufatura tais como estoque intermediário (WIP), abastecimento de componentes, trabalho padronizado, entre outros, e sugeriram abordagens para resolver os problemas enfrentados pelas empresas. Foram utilizados modelos matemáticos que descrevem a eficiência potencial de sistemas de manufatura.

Problemas de sistemas de manufatura como, a modelagem de processos de montagem, suas soluções e a qualidade dos processos, têm sido explorados por pesquisadores como Sukhan *et al* (2010), Jianjun (2006) e Stockinger *et al* (2010).

Já Boboulos (2010) e Fredricksson (2006) apresentaram estudos relacionados a problemas e soluções de design da linha de montagem, aplicação de robôs, operação e planejamento logístico, os quais são fatores fundamentais para o desempenho de processos de montagem.

Problemas de *layout/design* de estações de trabalho e montagem, estudo de tempo e movimento, balanceamento de linha, qualidade desde a matéria prima e otimização estrutural, também são tópicos importantes que devem ser abordados para se obter um planejamento do processo satisfatório.

A determinação/planejamento do arranjo físico fabril também é um ponto importante para o planejamento do processo de manufatura. Slack *et al* (1996) faz a seguinte definição sobre arranjo físico:

“O arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas equipamentos e pessoal da produção. O arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua “forma” e aparência. Também determina a maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informações e clientes – fluem através da operação. Isto, por sua vez, pode afetar os custos e a eficiência geral da produção”. SLACK et al (1996, p.160).

Os tipos básicos de arranjo físico, segundo Slack *et al* (1996), são:

i) Arranjo físico posicional: em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por meio de uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se para efetuar o processamento. Como exemplo, cita-se a construção de rodovias e aviões;

ii) Arranjo físico por processo: processos similares são localizados juntos um do outro, assim o material/ produto, informações ou clientes fluem através das operações, percorrendo um roteiro de processo a processo de acordo com suas necessidades. Como exemplo, supermercado e usinagem de peças para aviões;

iii) Arranjo físico por produto: envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Um exemplo de arranjo por produto é a montagem de automóveis e processo de manufatura de papel (Figura 6).

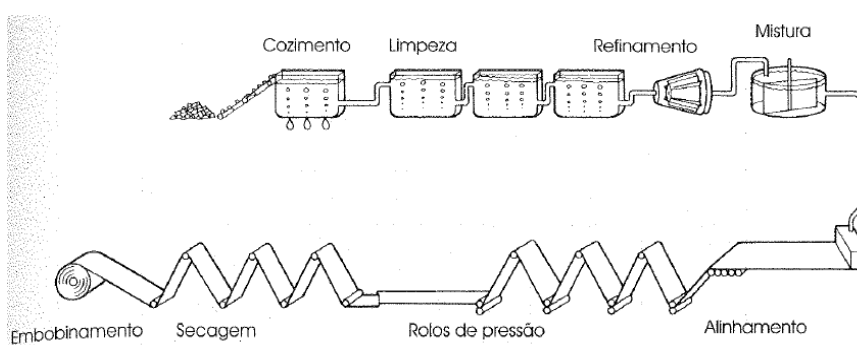


FIGURA 6 – PROCESSO DE MANUFATURA DE PAPEL (ARRANJO FÍSICO POR PRODUTO)

FONTE: SLACK ET AL (1996)

iv) Arranjo físico celular: é aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos

transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram. Como exemplo, cita-se a maternidade em um hospital e algumas empresas manufatureiras de peças para computador.

É de grande importância para o processo de manufatura, determinar o arranjo físico apropriado para as operações, assim obtêm-se melhor aproveitamento de espaço físico, a redução de desperdícios e por consequência o aumento da eficiência.

2.4. FATORES QUE INFLUENCIAM NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Dentro de um processo de manufatura há fatores importantes que compõem a manufatura, impactando de forma positiva ou, muitas vezes, negativa na eficiência operacional dos processos. Tais fatores como Qualidade, Logística, Manutenção e Projeto/Processo do produto devem ser explorados separadamente. Além disso, o processo pode ser avaliado periodicamente de acordo com o indicador OEE, mostrando o desempenho do mesmo.

2.4.1. QUALIDADE

Não existe uma definição holística única para Qualidade. Cada indivíduo tem sua própria definição de qualidade de acordo com seu próprio entendimento do conceito de qualidade e, até certo ponto, nas expectativas do produto (GILL, 2009).

A palavra qualidade pode ter inúmeras definições. Uma breve definição de qualidade é a “satisfação e fidelização dos clientes”. “Adequação ao uso” é uma curta definição alternativa. No entanto, Gill (2009) afirma que existem algumas definições que são comuns à maioria das pessoas, bem como a pensadores acadêmicos e “gurus” da qualidade.

- Philip Crosby menciona qualidade como “*conformidade com os requisitos*” e padrão de desempenho apenas como “zero defeitos” (GRYNA *et al*, 2007);
- Edwards Deming define qualidade como: “*A qualidade é melhoria contínua por meio da variação reduzida*” (GILL, 2009);
- Joseph Juran deu sua definição: “*Qualidade é a adequação da utilização*” (GILL, 2009).

A filosofia e os princípios de qualidade tornaram-se foco para os esforços internacionais de reforma de negócios em países como Canadá, Austrália, Japão, Estados Unidos e Reino Unido, que procuraram produtos e serviços de qualidade por meio da renovação e reestruturação (WELLER, 1996).

Segundo Gill (2009), não há nenhuma dúvida em afirmar que há opiniões divididas da “natureza da conexão” entre a qualidade e a produtividade entre os gestores. Muitos gestores parecem acreditar que o efeito da melhoria da qualidade diminui a produtividade.

Isto ocorre devido, basicamente, a dois motivos: em primeiro lugar, um produto ou serviço melhorado podem incorrer em maior utilização dos recursos; em segundo lugar, a maioria deles acredita que, tendo os olhos voltados à produtividade nas atuais condições do mercado pode ser desastroso (GILL, 2009).

Stainer e Stainer (1995), em seu estudo sobre a produtividade, qualidade e ética investigaram as divergências de opinião mencionadas acima. Eles dão as definições básicas de ambas as variáveis:

1. produtividade refere-se à utilização eficiente dos insumos na produção de saídas previstas de bens e serviços; e
2. qualidade de um produto ou serviço é o grau em que o mesmo satisfaz os requisitos do cliente.

A partir destas definições há uma sugestão indicando a conexão entre a produtividade e qualidade (Figura 7), ou seja, a inclusão de qualidade faz diminuir a quantidade em partes por milhão de produtos defeituosos, dando assim um impulso eficaz para o aumento da produtividade.

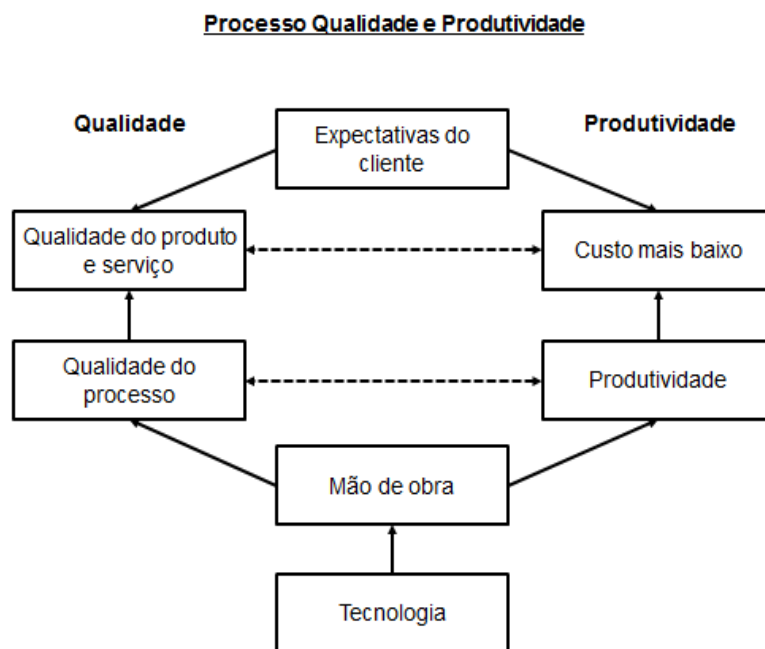


FIGURA 7 – CONEXÃO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

FONTE: ADAPTADO DE STAINER E STAINER (1995)

Um dos principais objetivos da implementação da qualidade em uma empresa de manufatura é a redução de custos, e isso é realizado por meio de menores rejeições e atrasos, com melhor utilização dos recursos e, conseqüentemente, maior produtividade (STAINER e STAINER, 1995).

Ainda segundo Stainer e Stainer (1995), os resultados da implantação da qualidade para aumento da produtividade são, em primeiro lugar, a redução de “refugos” que se somam ao total de unidades produzidas não defeituosas. Depois, com zero defeito, a produtividade torna-se cem por cento, obtendo o total produzido o mesmo da quantia da entrada da matéria-prima, ocorrendo redução de custos. Com isso, aumenta-se a produtividade, iniciando uma

reação em cadeia de maior qualidade e como resultado redução de custos que mostram ainda maior produtividade.

Estudos sugeriram que o foco na qualidade pode reduzir os defeitos, evitar os erros e melhorar o valor dos produtos manufaturados e serviços (LAUGEN *et al.*, 2005).

Uma das principais fábricas de ventiladores do Japão faz produtos competitivos por meio do uso da automação da produção. A empresa combinou várias tecnologias para desenvolver e implementar linhas de produção automatizadas, de alta eficiência e precisão para melhorar a eficiência operacional do processo. Com isto, a eficiência do processo é derivada do processo operacional como um todo que aumenta a produtividade, melhora a qualidade e reduz a configuração e tempo de resposta (LEE *et al.*, 2015).

A produtividade é muito importante na perspectiva do gestor e do cliente, e muito sensível sobre a qualidade do produto. Assim, a fim de tornar-se uma organização de classe mundial, uma empresa terá que ter a qualidade e produtividade juntas, de modo a obter ambas em compromisso com os clientes e com os objetivos da empresa (GILL, 2009).

Muitos programas de qualidade da manufatura, tais como TQM (*Total Quality Management*), *Six Sigma* e Controle Estatístico do Processo (CEP), são ferramentas eficazes para melhorar os processos organizacionais.

O TQC (*Total Quality Control*) e o TQM (*Total Quality Management*) são sistemas importantes para o controle da qualidade. O TQC é o sistema mais antigo e seus princípios foram desenvolvidos no Japão após a Segunda Guerra Mundial (CHIARINI, 2011).

De acordo com Chiarini (2011), um dos primeiros gurus da qualidade a definir o TQC foi Feigenbaum, que definiu como um sistema de gerenciamento e controle, que é necessário para produzir e entregar um produto ou serviço com o padrão de qualidade de acordo com o especificado pelo cliente.

Após essa definição, Ishikawa, outro “guru” da qualidade, fez a transição do termo “controle” para “gerenciamento”. Assim surgindo o TQM, descrito como um sistema para o gerenciamento focado no desempenho da qualidade, como exemplo, os custos relacionados com a não qualidade. O TQM, que é uma prática utilizada em grandes organizações, é estruturado por 5 pilares interligados: produto, processo, organização, liderança e compromisso, conforme Figura 8.

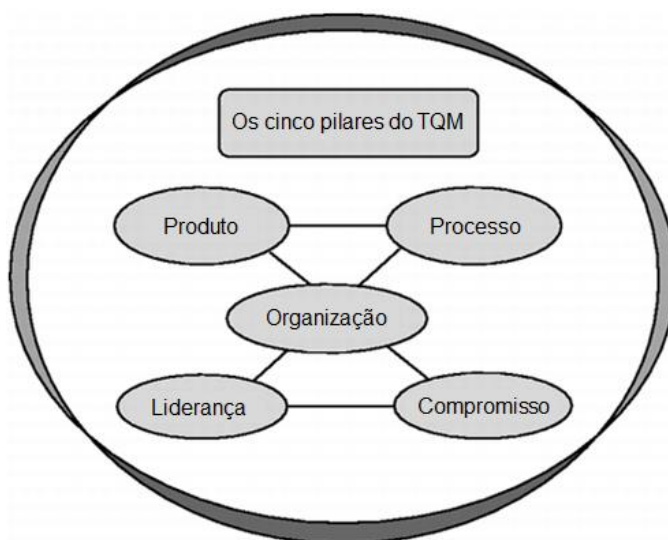


FIGURA 8 – OS CINCO PILARES DO TQM

FONTE: ADAPTADO DE GILL (2009)

Com a globalização e o avanço tecnológico, as empresas necessitam do investimento na qualidade dos produtos, obtendo o preço competitivo e a qualidade satisfatória que os clientes demandam dos produtos, tornando assim a empresa sólida no mercado, adquirindo vantagens competitivas (LEE *et al.*, 2015).

2.4.2. LEAN SIX SIGMA

Para melhorar a eficiência do processo e melhorar o desempenho organizacional, as organizações desenvolvem novas práticas de produção por meio de seu sistema de produção existente, tendo como base práticas de

fabricação internacionais estabelecidas ou práticas emergentes no mercado (NEMETH e COOK, 2007).

O *lean manufacturing* tem sido praticado em todas as indústrias e setores econômicos como um padrão de sistema de produção que foca na eliminação dos desperdícios (WOMACK e JONES, 1996).

De acordo com Dumitrescu e Dumitrache (2011), por meio das mudanças e benefícios que *Lean Six Sigma* traz, as organizações alcançam melhor qualidade, menor custo, obtendo menor *lead-time* pela eliminação de desperdícios. Segundo esse estudo, a empresa Motorola em 2006 reportou mais de seis bilhões de dólares em economia em seus processos por utilizar o *Lean Six Sigma*, tendo como foco a redução da variabilidade dos processos.

Um estudo realizado por Bhasin (2012), por meio de uma pesquisa na Grã-Bretanha, revela que as grandes organizações que aplicam o pensamento enxuto obtêm melhor desempenho em sua produtividade frente àquelas que não tinham o pensamento enxuto praticado.

Segundo Womack e Jones (1996), há cinco princípios básicos na produção enxuta cujo intuito é tornar as empresas mais flexíveis e capazes de responder às necessidades dos clientes, criando valor por meio da eliminação de desperdícios:

1. identificar valor: é a premissa da metodologia e deve ser definida segundo as perspectivas dos clientes, isto é, capacidade oferecida no momento certo e no valor que o cliente está disposto a pagar;
2. definir a cadeia de valor para cada produto: definir o conjunto de todas as atividades para se levar um produto específico a passar pelas tarefas de desenvolvimento, de gerenciamento da informação e da transformação física propriamente dita. Cadeia de valor é o fluxo de atividades necessárias ao desenvolvimento de um produto desde as matérias-primas até o produto final;

3. otimizar Fluxo Contínuo: é necessário fazer com que as etapas que criam valor sejam mais evidentes. Isso requer mudança de mentalidade, em que o produto e as necessidades do cliente devem ser o foco, e não as máquinas e equipamentos. O objetivo é reduzir as atividades que não agregam valor;
4. implantar o Sistema Puxado (*Pull System*): é fazer o que os clientes (internos ou externos) precisam no momento certo, permitindo que o produto seja puxado quando necessário. Isso minimiza os desperdícios comumente encontrados em sistemas “empurrados”;
5. caminhar rumo à perfeição: fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um processo contínuo na eliminação dos desperdícios.

Liker (2003) cita em seu conhecido livro “*The Toyota Way*” que para instituir o pensamento enxuto com sucesso, a organização deve seguir 14 princípios, instituídos pela própria *Toyota*, a empresa inventora da filosofia. Os princípios são:

1. basear as decisões de gestão em uma filosofia de longo prazo, mesmo à custa de objetivos financeiros de curto prazo: este princípio é um dos mais difíceis de aplicar, uma vez que geralmente vêm com uma mudança de cultura na organização. É também o mais difícil de abordar. A maioria das empresas e organizações não têm uma filosofia de longo prazo, porque eles estão simplesmente tentando sobreviver no atual momento do mercado;
2. criar um fluxo de processo contínuo para trazer problemas à tona: Todas as atividades relacionadas ao *lean* devem ser organizadas com a intenção de gerar fluxo contínuo - identificar problemas e resolvê-los, equilibrando a carga e as linhas, reduzindo atividades desnecessárias durante e entre as etapas do processo.
3. utilizar sistema de produção puxada para evitar superprodução: a finalidade do sistema puxado é ter uma fila controlada de materiais (matérias-primas, WIP, componentes, entre outros) prontos para serem

“puxados” para o processo seguinte. Após os materiais serem “puxados”, um sinal é enviado para o processo anterior substituir o que foi feito (o chamado *Kanban*);

4. nivelar a carga de trabalho: manter o esforço ideal dos operadores é importante se o volume aumenta ou diminui. Quando o volume de produção diminui o operador não deve retardar o processo e, quando o volume de produção aumenta, o operador não deve dobrar sua capacidade. A ponderação de esforço mediante oscilação do volume deve existir.

5. construir a cultura de parar para corrigir problemas, para obter qualidade desde a primeira vez: a fim de parar e corrigir um problema deve-se primeiramente ser capaz de identifica-lo. Saber reconhecer a diferença entre um cenário correto e um cenário problemático é necessário;

6. tarefas e processos padronizados são a base para melhoria contínua e capacitação dos funcionários: cada operação pode ter múltiplas formas a serem realizadas, porém a disparidade de tempo e eficiência entre as maneiras de execução pode ser significativa. Estabelecendo um padrão de execução de operações, as mesmas serão realizadas corretamente e o aprendizado dos operadores acontecerá mais rapidamente;

7. utilizar controles visuais, assim os problemas não serão escondidos: controles visuais devem ser projetados para transmitirem rapidamente as informações para as pessoas, indicando se uma condição é aceitável ou não aceitável e, automaticamente, fornecer alguma orientação ou ação a ser tomada;

8. utilizar apenas tecnologia confiável e bem testada que atenda aos funcionários e processos: os problemas que uma equipe, gerente, ou a empresa podem enfrentar ao implementar a tecnologia errada da maneira errada inclui perda de tempo, e a necessidade de ter de implementar a solução errada (e os custos associados à ela) antes de voltar a implementar a solução correta, acaba impedindo a percepção de que muitos dos

problemas que era esperada a solução para eliminar ou reduzir, na verdade, ainda ocorrem;

9. desenvolver líderes que entendam completamente o trabalho, vivem a filosofia, e ensinam aos outros: esta é uma das diferenças entre a Toyota e quase todas as outras empresas - líderes vivem verdadeiramente a filosofia e tem a capacidade de ensiná-la seja por métodos diretos ou por "liderar pelo exemplo";

10. desenvolver pessoas e equipes que sigam a filosofia da empresa: uma filosofia que é ensinada por líderes que acreditam nela e seguida por pessoas e equipes tem maior chance de sucesso do que um conjunto de pessoas e equipes que caminham em direções opostas ao seu líder;

11. respeitar a extensa rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar: é necessário ir além dos processos internos e identificar as entradas e saídas para otimizar ainda mais os processos. Isto irá satisfazer ainda mais os clientes e também reduzir o estresse com fornecedores;

12. ir e ver por si mesmo para entender completamente a situação: os dados podem dizer muito da história, porém não pode dizer toda a história. Indo pessoalmente para ver o processo ou atividade permite obter uma melhor compreensão do que está realmente acontecendo;

13. tomar decisões por consenso lentamente, considerar todas as opções cuidadosamente; implementar decisões rapidamente: Este princípio é composto de duas partes - avaliar todas as opções de soluções, em seguida, implementar rapidamente uma vez que foi tomada a decisão final;

14. tornar-se uma organização de aprendizagem por meio da reflexão e melhoria contínua: não existe processo perfeito, todos contêm falhas. Melhorar continuamente obtendo ações responsáveis e bem pensadas faz parte do continuo sucesso da implementação da metodologia *lean*.

Shingo (1989) sustenta que a teoria do Sistema Toyota de Produção (STP) baseia-se na eliminação contínua e sistemática das perdas (desperdícios) nos sistemas produtivos, visando assim a eliminação de custos desnecessários. Segundo o autor, o princípio mais significativo e a característica única do STP estão no seguinte fato: visando a eliminação do estoque, vários fatores básicos devem ser exaustivamente explorados e melhorados.

O Sistema Toyota de Produção, segundo Shingo (1989) é tão eficiente que pode extrair desperdícios de processos já considerados enxutos. Na Toyota procura-se pelo desperdício que geralmente não é notado porque se tornou aceito como uma parte natural do trabalho diário.

Shingo (1989) ainda menciona que os movimentos dos operadores podem ser classificados como operação e perda. A perda é qualquer atividade que não contribui para as operações, tais como espera, acúmulo de peças semiprocessadas, recarregamentos, passagem de materiais de mão em mão, entre outros.

Existem dois tipos de operações: aquelas que agregam valor ao produto e as que não agregam valor ao produto.

Operações que agregam valor ao produto transformam realmente a matéria-prima, modificando a forma ou a qualidade. A transformação da matéria-prima em componentes ou produtos aumenta o valor agregado da atividade. Essas operações são, por exemplo, montagem de partes, forjamento, estampagem, soldagem, entre outras. Quanto maior o valor agregado, maior a eficiência da operação (SHINGO, 1989).

As operações que não agregam valor ao produto, tais como caminhar para obter as peças, desembalar peças vindas de fornecedores e manusear ferramentas, podem ser consideradas perdas. Portanto, melhorias no trabalho serão sempre necessárias.

Como a eliminação total dos desperdícios é o principal foco do STP, Womack e Jones (1996) os classificam como:

1. superprodução: produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações ou excesso de inventário;
2. espera: longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em *lead times* longos;
3. transporte excessivo: movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em gasto desnecessário de capital, tempo e energia;
4. processos inadequados: utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma abordagem mais simples pode ser efetiva;
5. inventário desnecessário: armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente;
6. movimentação desnecessária: desorganização do ambiente de trabalho, resultando em baixo desempenho dos aspectos ergonômicos e perda de itens.
7. produtos defeituosos: problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega.

A eliminação das perdas eleva o índice de Atividades que Agregam Valor, o que acaba aumentando na eficiência operacional do processo.

2.4.3. LOGÍSTICA

A palavra *logística* é de origem francesa – do verbo *loger* que significa alojar – e era um termo militar que significava a arte de transportar, abastecer e alojar as tropas. Tomou, depois, um significado mais amplo, tanto para uso militar como industrial: a arte de administrar o fluxo de materiais e produtos, da fonte para o usuário (MAGEE, 1968).

Uma representação promulgada pelo *Council of Logistics Management (CLM)*, segundo Ballou (2004), cita que a logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes.

A importância da Logística tem evoluído a partir de uma atividade de minimização de custos e vista como um fator chave de sucesso para a competitividade da empresa. A logística passou a fazer parte integrante do processo de planejamento estratégico de uma empresa (SPILLAN *et al.*, 2013).

Ambientes de mercado altamente globalizado já oferecem oportunidades significativas para as empresas multinacionais moverem suas atividades de manufatura e distribuição em todo o mundo, especialmente entre mercados em desenvolvimento e emergentes.

Entretanto, há opiniões distintas. Segundo Spillan *et al.* (2013), pesquisadores argumentam que as estratégias globais de manufatura, por si só, podem não ser eficazes se não forem apoiadas por estratégias bem sucedidas de gestão logística e cadeia de abastecimento.

A logística interna é representada desde a entrega da matéria prima pelo fornecedor até a expedição do produto acabado. A logística interna relaciona-se com o sistema de produção por meio do fluxo de abastecimento, separação de kits para abastecimento de células/ linhas de produção e o transporte dos materiais entre elas.

Correlacionando a logística com o contexto da manufatura enxuta, também são definidos tipos de atividades, são elas: Atividades que Agregam Valor (AAV) que são atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço; e Atividades desnecessárias e que Não Agregam Valor (ANAV) que são as atividades que, aos olhos do consumidor final, não

agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em quaisquer circunstâncias.

As AAVs devem ser melhoradas e as ANAVs devem ser reduzidas e/ou eliminadas. Transporte excessivo ou até mesmo desnecessário, atraso no abastecimento de material, abastecimento do mesmo em local incorreto, entre outros, são operações logísticas que devem ser eliminadas do processo, assim eliminando ineficiência do mesmo e, conseqüentemente, reduzindo custos e aumentando a eficiência operacional das operações subsequentes.

Segundo Magee (1968), a função da produção interage com o sistema logístico de duas maneiras. Em primeiro lugar, precisa responder à demanda do sistema de distribuição física, para o reabastecimento dos produtos mantidos em estoque e, igualmente importante, precisa conservar a capacidade de responder a pedidos especiais ou incomuns dos clientes, seja de itens padronizados não mantidos em estoque, seja pequenas modificações ou de itens especiais.

Em segundo lugar, a função de produção depende do sistema logístico para a entrega de materiais, suprimentos e peças necessárias à fabricação, no tempo, quantidade e condições exigidas.

Magee (1968) cita que os pedidos de reposição feitos pelo sistema de distribuição física, quando erráticos, instáveis ou descoordenados, onerarão desnecessariamente a produção.

O sistema logístico pode também criar dificuldades desnecessárias à produção, se cada armazém de distribuição for administrado como atividade independente. Um armazém pode acumular a procura de um item, unidade por unidade, durante certo período, enquanto outros armazéns fazem o mesmo. A produção, por outro lado, pode causar problemas desnecessários de distribuição física pelo desrespeito aos prazos de entrega ou devido a exigências excessivas de tempo de espera.

Para melhor gerenciamento entre as responsabilidades logísticas e industriais, a Toyota criou o sistema *Just-in-time* (JIT) que é uma vertente do Sistema Toyota de Produção.

Segundo Christopher (1992), o JIT é muito mais uma filosofia do que uma técnica. Ele se baseia na simples ideia que, sempre que possível, nenhuma atividade deve acontecer num sistema, enquanto não houver necessidade dela.

Ballou (1987) diz que a ideia do *just-in-time* é suprir produtos para linha de produção apenas quando eles são necessários. Se as necessidades de material ou produto e os tempos de ressuprimento são conhecidos com certeza, pode-se evitar o uso de estoques.

O enfoque do JIT nem sempre leva ao “estoque zero”. Caso as necessidades ou tempos de reposição não sejam conhecidos com certeza, então quantidades ou tempos maiores deverão ser usados, o que acaba colocando estoque extra no sistema.

Sendo assim, nenhum produto deve ser feito, nenhum componente deve ser pedido enquanto não houver necessidade. Essencialmente, o JIT adota o conceito de “puxar” a produção, onde a demanda, no final do canal de suprimentos, puxa os produtos em direção ao mercado e o fluxo de componentes pertinentes a estes produtos também é determinado pela mesma demanda (CHRISTOPHER, 1992).

O JIT contrasta com o sistema tradicional de “empurrar”, em que os produtos são fabricados ou montados em lotes, antecipando a demanda, e são posicionados na cadeia de suprimentos como “reguladores” entre as várias funções e entidades.

Como uma das formas de auxiliar a produção “puxada”, os japoneses criaram o método *Kanban*. O nome *Kanban* significa na língua japonesa um tipo de cartão usado nos sistemas antigos, para dar sinal a um ponto de fornecimento que deveria liberar certa quantidade de material.

O *Kanban* é um sistema de “puxar” acionado pela demanda, atingindo o ponto mais inicial da cadeia. Na produção, segundo Christopher (1992), a finalidade é produzir somente a quantidade necessária para a demanda imediata. Na linha de montagem, quando as peças são necessárias, elas são fornecidas pelo posto de trabalho anterior, na quantidade necessária para aquele momento. Da mesma forma, este movimento dispara a demanda no outro posto antes dele e assim por diante.

Reduzindo-se progressivamente a quantidade de *kanbans* (isto é, a quantidade solicitada à estação fornecedora), os gargalos tornam-se visíveis.

Ainda citando Christopher (1992), a filosofia *Kanban* procura, essencialmente, conseguir uma cadeia de suprimentos balanceada, com estoque mínimo em qualquer estágio onde as quantidades de materiais em processo, em trânsito e em estoque sejam reduzidas para o nível mais baixo possível. O objetivo principal, segundo a filosofia, é obter “um lote econômico de 1 unidade”.

2.4.4. MANUTENÇÃO

Trabalhos de manutenção foram vistos como tarefas reativas para reparo e/ou substituição de peças ou apenas correção do mau funcionamento de equipamentos (AHUJA e KHAMBA, 2008).

Tradicionalmente, a manutenção tem sido considerada como uma função de apoio, que não é produtiva, e não uma função essencial, agregando pouco valor para o negócio. A função de manutenção tornou-se mais desafiadora para manter e melhorar a qualidade do produto, requisitos de segurança e o custo da fábrica. A manutenção suporta o departamento de produção para atingir a quantidade desejada e a qualidade dos produtos produzidos pela garantia da disponibilidade de equipamentos (LAZIM e RAMAYAH, 2010).

A importância da função da manutenção e, portanto, da gestão da manutenção tem crescido. Como resultado, o número de funcionários que trabalham na área de manutenção, bem como os gastos de manutenção no total dos custos

operacionais tem crescido ao longo dos anos (GARG e DESHMUKH, 2006). É grande o investimento para melhorar um sistema de gestão de manutenção.

Por isso, a decisão de investir em manutenção não é simples, mesmo quando entende-se que os lucros e a produtividade de uma empresa podem ser melhorados quando os fatores de manutenção são explorados (MACCHI e FUMAGALLI, 2013).

Jonsson (1999) ao relatar os resultados de uma pesquisa na Suécia sobre a estratégia de manutenção, prova que as empresas com planos de manutenção em longo prazo obtêm capacidade produtiva maior do que outras empresas, permitindo, assim, alcançar maior vantagem competitiva nos negócios.

Swanson (2001), baseado em uma pesquisa semelhante com fábricas nos Estados Unidos, concentra-se na manutenção pró-ativa como uma alavanca estratégica positivamente correlacionada com a melhoria em longo prazo da disponibilidade de equipamentos, qualidade do produto e os custos de produção. Portanto, o planejamento de manutenção estratégica vale a pena ser aplicado no sistema de manufatura (AL-TURKI, 2011).

Além disso, a manutenção deve ser considerada como uma cadeia de valor separada para melhor compreender a sua importância para a estratégia global de negócios (PINJALA *et al.*, 2006). Modelos de gestão de manutenção, citando Campos e Márquez (2011), são uma fonte relevante para este fim: representando processos e práticas, uma empresa pode adequar-se, a fim de implementar a estratégia de melhoria na manutenção.

2.4.5. INDICADORES DE DESEMPENHO (KPIs)

Indicadores de Desempenho, também chamados Indicador-Chave de Desempenho (ou KPI – *Key Performance Indicator*) são utilizados para medir o desempenho dos processos de uma empresa e, com essas informações, colaborar para que a empresa alcance seus objetivos (CHIOUA *et al.*, 2015).

Segundo Chioua *et al* (2015), trata-se de uma técnica utilizada por executivos e gerentes em suas gestões, pois possibilita que comuniquem o desenvolvimento da empresa aos demais colaboradores que estão abaixo deles em um nível hierárquico.

A escolha correta do KPI depende da compreensão do que é importante para a organização e/ou para seus processos. Portanto, o estado atual da empresa e de suas principais atividades precisa ser avaliado e então associado com a escolha dos KPIs. Essa avaliação leva muitas vezes à identificação de melhorias, por isso indicadores de desempenho são normalmente associados com iniciativas de melhoria de desempenho (CABEZA *et al.*, 2015).

Segundo Cabeza *et al* (2015), os KPIs podem ser classificados como:

- indicadores quantitativos e qualitativos: podem ser mensuráveis, apresentando valores de grandeza ou adjetivos sem escala (Como por exemplo quantidade de peças refugadas – para quantitativos – e nível de satisfação dos clientes – para qualitativos);
- indicadores *leading* e *Lagging*: apresenta o sucesso ou fracasso de um processo ou predizem o resultado de um processo. “Quantidade de vendas” e “Número de acidentes” são dois indicadores *Lagging* bastante comuns. Para mudar o cenário é necessário acompanhar indicadores com características preditivas, os chamados indicadores *Leading*. Para aumentar a “Quantidade de vendas”, um bom indicador *Leading* seria o “Número de ligações telefônicas da equipe comercial”, já para reduzir o “Número de acidentes” um bom indicador *Leading* pode ser o “Percentual de participação dos colaboradores em treinamentos de segurança”.
- indicadores de entrada x saída do processo: mede a quantidade de recursos consumidos durante os processos, representa a eficiência da produção do processo, ou reflete os resultados das atividades do processo.

- indicadores direcionais: especifica se uma tecnologia/processo está ou não sendo utilizado da melhor forma (como exemplo indicador capacidade x produtividade).

- indicadores financeiros: leva em consideração os aspectos econômicos de um processo ou empresa (o fluxo de caixa de uma empresa, por exemplo).

Existem variáveis que podem ser medidos de forma quantitativa em um sistema de produção por meio do indicador OEE (*Overall Equipment Efficiency*). O indicador OEE tornou-se amplamente aceito como uma ferramenta quantitativa para a medição da eficiência em operações de manufatura e para a avaliação da implementação da Manutenção Produtiva Total ou TPM (*Total Productive Maintenance*) (Kumar *et al.*, 2011).

O Cálculo do indicador OEE resulta em um método sistemático para o estabelecimento de metas de produção e incorpora ferramentas de gerenciamento para alcançar uma visão equilibrada da disponibilidade do processo, desempenho e de qualidade (BULENT *et al.*, 2000).

Inúmeros trabalhos têm abordado o indicador OEE e suas aplicações. Dal *et al.* (2000) destacaram que o indicador OEE pode ser utilizado para fornecer informações no processo diário de tomada de decisão em um sistema de manufatura. Hansen (2001) descreveu o indicador OEE como sendo uma ferramenta nas áreas de produção e manutenção para atingir as metas econômicas. Bamber *et al.* (2003) abordaram o indicador OEE como uma medida de desempenho e destacaram a importância de uma equipe multifuncional sendo o sucesso de sua aplicação.

Portanto, o indicador OEE pode ser aplicado em diversos níveis em um sistema de manufatura, dentre os quais destacam-se (NAKAJIMA e GÁBOR, 1988):

- "ponto de referência" para medir o desempenho inicial de um processo de manufatura e a sua evolução (ANVARI *et al.*, 2010);

- indicador para comparar o desempenho de atividades em todo o sistema de manufatura (AHMAD e BENSON, 1999);
- indicador de desempenho de processos independentes (AHMAD *et al.*, 2004).

O indicador OEE é capaz de medir o desempenho, identificar oportunidades de melhoria e direcionar as ações de melhoria em áreas relacionadas com a eficiência e eficácia do equipamento (KUMAR *et al.*, 2014).

O indicador OEE permite identificar as perdas de produção e os custos indiretos do sistema de manufatura. De acordo com Ericsson (1997) estes são fatores diretamente relacionados com o custo da produção.

Conforme pode ser observado na Equação 1, o indicador OEE é representado pela multiplicação dos indicadores de Rendimento, Disponibilidade e Qualidade (Huang *et al.*, 2003).

$$\text{OEE} = \text{IR} \times \text{ID} \times \text{IQ} \qquad \text{Eq. 1}$$

Em que:

IR = Indicador Rendimento;

ID = Indicador Disponibilidade;

IQ = Indicador Qualidade.

Para obter os indicadores de Rendimento, Disponibilidade e Qualidade utilizam-se, respectivamente, as Equações 2, 3 e 4.

Conforme pode ser observado na Equação 2, o indicador Rendimento avalia a relação entre o desempenho real do sistema de manufatura em função do desempenho teórico. Tem-se como desempenho real do sistema de manufatura o desempenho teórico considerando as perdas do processo, que podem ser relacionadas aos tempos não produtivos, falhas de equipamento, etc. (JONSSON e LESSHAMMAR, 1999).

Nakajima (1988) considera o volume total de produção multiplicado pelo tempo de funcionamento da produção. O produto é dividido pelo tempo ideal de produção, isto é, o tempo ideal a ser despendido para realizar a produção:

$$IR = \frac{Tf \times Vt}{Tip} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

IR = Indicador Rendimento;

Tf = Tempo de funcionamento (horas);

Vt = Volume total (unidade);

Tip = Tempo Ideal de Produção (horas).

O indicador Disponibilidade está relacionado com o tempo total em que o sistema de produção não está disponível em função de avarias, tempo de set-up, ajustes, e outras paradas não planejadas (JONSSON e LESSHAMMAR, 1999). Conforme pode ser observado na Equação 3, apresentada por Nakajima (1988), o tempo total da operação refere-se ao tempo em que o equipamento funcionou durante a fabricação, ou seja, o tempo de funcionamento. Já o tempo não produtivo engloba o tempo despendido com paradas não programadas que possam interromper a produção, como por exemplo, manutenções planejadas ou não planejadas, reuniões e treinamento com funcionários, limpeza de equipamentos.

$$ID = \frac{To - Tnp}{Ttp} \quad \text{Eq. 2}$$

Sendo:

ID = Indicador Disponibilidade;

To = Tempo total da operação (horas);

Tnp = Tempo não produtivo (horas);

T_{tp} = Tempo total da produção (horas).

O indicador de Qualidade (Equação 4) avalia a proporção de itens não conformes em relação ao volume total de produção. Conforme Nakajima (1988), deve-se considerar itens não conforme apenas os defeitos que ocorrem na fase de produção designada, geralmente em uma máquina específica ou linha de produção.

$$IQ = \frac{V_p - V_{nc}}{V_p} \quad \text{Eq. 3}$$

Em que:

IQ = Indicador Qualidade;

V_p = Volume produzido (unidade);

V_{nc} = Volume não conforme (unidade);

Segundo Chioua *et al* (2015), pelos resultados apontados nos KPIs, é possível quantificar o desempenho da empresa e permite que os trabalhadores entendam o quanto suas atividades colaboram para o sucesso desses números.

Por meio dos Indicadores de desempenho, os funcionários conhecem e tornam-se envolvidos na missão da organização, a fim de alinhar os esforços em torno das estratégias estabelecidas por seus superiores.

Com os KPIs, os líderes também se baseiam para analisar e decidir sobre uma mudança de atuação, caso os números apontem para um cenário abaixo do esperado (CHIOUA *et al.*, 2015).

3. MÉTODO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O método de pesquisa aplicado é um estudo de caso em uma multinacional montadora de máquinas agrícolas, contendo aproximadamente 350 colaboradores, cujo grupo a que pertence obteve receita de aproximadamente US\$35 bilhões no ano de 2014. A estimativa para 2015 é de aproximadamente US\$25 bilhões, inferior ao ano anterior devido à situação em que o mercado se encontra.

A base para a realização do trabalho é um levantamento de perdas relacionadas a atividades sob responsabilidade dos setores de Logística, Qualidade, Projeto/Processo e Manutenção. Com isso os dados coletados são perdas, em horas, para direcionar à conclusão de qual fator está impactando negativamente na eficiência operacional do processo de manufatura.

As etapas no método de pesquisa estão ilustradas na Figura 9:

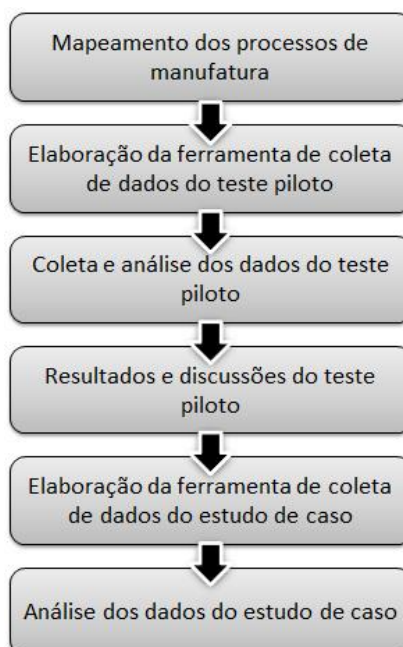


FIGURA 9 – ETAPAS DO MÉTODO DE PESQUISA

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

- mapeamento dos processos de manufatura: descrição e detalhamento do processo de manufatura estudado, citando volumes e estruturação dos processos. Foram levantados dados importantes como quantidade de estações de trabalho, capacidade produtiva, demanda diária, tempo de fabricação dos produtos e mão-de-obra por linha de montagem;
- elaboração da ferramenta de coleta de dados do teste piloto: para ser possível a coleta dos dados, foi criado um formulário de apontamento de dados em aberto para que os montadores pudessem apontar quais as perdas ocorridas em cada linha de montagem, norteadas pelo desenvolvimento do estudo de caso;
- coleta e análise dos dados do teste piloto: após a coleta dos formulários disponibilizados durante 30 dias, foi realizada a análise dos formulários e os dados obtidos foram tabulados, apresentando a base para a realização do estudo de caso;
- resultados e discussões do teste piloto: por meio da obtenção dos dados obtidos no teste piloto e análise dos mesmos, os dados foram reavaliados e refinados para o estudo de caso;
- elaboração da ferramenta de coleta de dados do estudo de caso: baseado nos dados obtidos no teste piloto e nas definições de grupos para melhor identificação das perdas, foi criado um novo formulário de apontamento de dados com as perdas relacionadas com os possíveis fatores causadores;
- análise dos dados do estudo de caso: o estudo de caso foi realizado em dois cenários de demandas diferentes, o primeiro cenário com alto volume de produção e o segundo cenário com o volume mais baixo se comparado ao primeiro. A coleta de dados do estudo de caso teve duração de 30 dias. Após coletados, os dados foram tabulados e analisados. A partir do apontamento, em horas, de cada perda, foi possível identificar o impacto dos fatores causadores – Logística, Qualidade, Projeto/Processo, Manutenção e Outros – em cada linha de montagem, ressaltando a influência dos fatores

condicionantes de desempenho no processo de manufatura e influência da variação da demanda na eficiência do processo de montagem.

3.1. MAPEAMENTO DOS PROCESSOS DE MANUFATURA

A empresa objeto do estudo de caso é estruturada com um sistema de manufatura conforme detalha a Tabela 1.

TABELA 1 – SISTEMA DE MANUFATURA DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO.

LINHA / PRODUTO	QUANTIDADE DE BOXES (ESTAÇÃO DE TRABALHO)	CAPACIDADE PRODUTIVA DIÁRIA DE MÁQUINAS	DEMANDA DE MÁQUINAS NO PERÍODO	TEMPO DE CICLO DO PRODUTO (HORAS/HOMEM)	QUANTIDADE DE MONTADORES/ OPERADORES
A	7	5	3	170	32
B	7	4	2	106	24
C	6	3	3	73	16
D	6	3	0	151	0

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

O sistema de manufatura suporta quatro linhas de montagem de produtos diferentes, sendo que os produtos C e D são sazonais, ou seja, metade do ano produz-se produto C e a outra metade produz-se produto D, o que permite a alocação no mesmo espaço físico.

As linhas A, B, C e D apresentam, respectivamente, capacidade produtiva de cinco, quatro, três e três produtos por dia, porém a demanda no período de coleta de dados do estudo era de três produtos para as linhas A e C e dois produtos para a linha B.

Como os produtos C e D ocupam o mesmo espaço físico, em períodos alternados, e o produto que estava sendo produzido era o produto C, não havia demanda para o produto D o que, automaticamente, ocorreu de ser excluído como base de pesquisa para o trabalho.

As linhas de produção são divididas em estações de trabalho, o que, internamente, chamam-se de “Boxes”. Os produtos, também chamados de máquinas (do termo máquinas agrícolas), são produzidos em linha contínua de montagem, cujo transporte de uma estação de trabalho para outra é realizado por um sistema de tracionamento. Isto é, ao atingir o *takt time* do box (tempo limite para o *box* concluir as tarefas), as máquinas são transportadas para a estação subsequente automaticamente.

A empresa é montadora de máquinas agrícolas, isto quer dizer que não há processos de fabricação como corte, dobra, solda, pintura, usinagem, entre outros, apenas o processo de montagem dos produtos.

Para o abastecimento dos produtos nas linhas de produção, cada linha de produto conta com sua própria equipe logística, isto é, uma equipe para cada produto, o que faz necessária a separação de armazéns e recursos (bem como mão de obra, empilhadeiras, rebocadores).

As equipes logísticas são independentes, ou seja, a logística do produto A não influencia a logística do produto B, ou C, e assim por diante. Cada linha de montagem tem a sua própria equipe logística.

O mesmo ocorre com a equipe de qualidade dos produtos. Cada linha de montagem tem a sua equipe de qualidade dedicada a cada produto. A qualidade é responsável, sinteticamente, por duas funções na linha de montagem:

- (i) reparar qualquer defeito em peças abastecidas nas linhas de montagem causado tanto por mau funcionamento quanto pelo transporte interno, tendo as opções do retrabalho ou troca de peças; e
- (ii) garantir que os produtos saiam das linhas de montagem completamente dentro dos requisitos exigidos, isentos de imperfeições ou defeitos, sejam estéticos ou funcionais. A inspeção dos produtos é realizada em dois pontos no decorrer da linha de montagem;

Algumas vezes os produtos saem das linhas com algum tipo de avaria, necessitando assim de retrabalho. O retrabalho é realizado por equipe exclusiva.

O departamento de manutenção é integrado por três funcionários, cuja função é dar suporte às linhas de produto em manutenções preventivas e corretivas, assim como manutenção predial (na estrutura da empresa).

Qualquer problema, defeito ou avarias que ocorre em ferramentas (apertadeiras, parafusadeiras, equipamentos de controle), no tracionamento das linhas, em ponte rolante, em dispositivos de montagem, fontes de energia, ar comprimido, entre outros equipamentos, é de responsabilidade do departamento de manutenção realizar o reparo daquilo que não estava mais funcionando adequadamente.

3.2. ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS – TESTE PILOTO

Para analisar qual a contribuição/influência, em horas, dos fatores para a eficiência operacional do sistema de manufatura, é necessário, primeiramente, evidenciar quais são os fatores que mais impactam as linhas de produção, afetando a eficiência operacional.

Foi elaborado um formulário de apontamento de perdas (Anexo I) em aberto, para que os próprios operadores preenchessem os atrasos que estavam impactando no andamento da linha de produção, dificuldades ou obstáculos que teriam ao decorrer do dia, ou seja, as perdas que deveriam ser descritas juntamente ao tempo (em horas) que as mesmas impactaram na montagem dos produtos.

No formulário de apontamento de perdas do teste piloto constam informações como:

- i) data: mencionando a data das ocorrências pode-se controlar o período das amostras coletadas;

- ii) linha de Produção: especificação de qual linha de montagem, ou produto, as informações são pertencentes;
- iii) estação de trabalho: descrição da estação de trabalho dentro da linha de montagem, assim a análise fica mais fácil de ser realizada e estratificada, enxergando o exato local de ocorrência da perda apontada;
- iv) descrição: os montadores foram orientados a citar toda e qualquer atividade realizada que não estivesse dentro do escopo da produção, seja por problemas técnicos, ou por paradas obrigatórias planejadas, as chamadas perdas;
- v) tempo Inicial/ Tempo Final: fator mais importante para análise dos dados, o tempo de parada de linha (ou de produção) deve ser mencionado, ou seja, detalhar qual o tempo em que a ocorrência impactou no andamento da montagem do produto.

O formulário foi disponibilizado diariamente a cada montador das três linhas de montagem. Após o término do dia, os formulários eram recolhidos para então compilação dos dados obtidos. O teste piloto, utilizando o primeiro formulário, foi realizado durante 30 dias, em cada linha de produção separadamente.

3.3. TESTE PILOTO

Após o recolhimento dos formulários diários das linhas de produção, os dados referentes aos 30 dias de coleta foram tabulados. A Tabela 2 apresenta os diversos motivos apontados por interromperem o processo de montagem dos produtos.

Os motivos de paradas de linha foram quantificados e separados por linha de produto, obtendo a quantidade, em horas, de parada da linha de montagem.

TABELA 2 – PERDAS APONTADAS EM HORAS POR LINHA DE PRODUTO – TESTE PILOTO.

PERDA APONTADA	LINHA A (horas)	LINHA B (horas)	LINHA C (horas)	TOTAL (horas)
FALTA DE MATERIAL	238,5	187,7	244,0	670,2
RETRABALHO	150,0	84,8	100,4	335,2
AGUARDANDO O BOX ANTERIOR	173,9	25,3	17,2	216,4
TRYOUT DE EQUIPAMENTOS	88,0	6,6	84,3	179,0
LIMPEZA	59,9	23,3	55,4	138,7
REUNIÃO / TREINAMENTO	1,5	29,0	35,7	66,2
FALTA DE RECURSOS	0,5	13,2	28,5	42,2
MONTAGEM FORA DO BOX	30,0	3,9	0,0	33,9
INSPEÇÃO DA QUALIDADE	5,6	0,7	13,9	20,2
MANUTENÇÃO CORRETIVA	3,7	0,0	0,5	4,2
MANUTENÇÃO PREVENTIVA	1,0	0,0	0,0	1,0
	752,7	374,6	579,9	1707,2

*Período de coleta de dados: 30 dias

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Foram as perdas apontadas:

- i) falta de material: perda apontada por ausência de alguma peça ou componente para que seja possível a montagem do produto na estação de trabalho – total de 670,2 horas;
- ii) retrabalho: motivo no qual houve alguma peça ou componente fora de especificação ou que apresentou defeito de qualidade, sendo necessária a adequação do mesmo para a montagem do produto, seja adequação/retrabalho realizado pelo setor de qualidade ou pelo próprio montador – total de 335,2 horas;
- iii) aguardando o box anterior: descrição apontada pelo motivo da espera (seja por qualquer razão de atraso) do produto na estação de trabalho antecedente – total de 216,4 horas;
- iv) *tryout* de equipamentos: quando é realizada a aquisição ou fabricação de um dispositivo ou ferramenta para compor a linha de montagem, é

necessária a validação, ou seja, verificar se o equipamento ou ferramenta está funcionando de forma adequada – total de 179,0 horas;

v) limpeza: realização da limpeza/organização dos postos de trabalho seja por rotina ou eventos especiais – total de 138,7 horas;

vi) reunião/Treinamento: perda por parada para realização de reuniões com a liderança/supervisão e/ou treinamentos que resultam na ausência do montador do posto de trabalho e, por consequência, a parada/atraso da linha de montagem – total de 66,2 horas;

vii) falta de recursos: motivo dado pela ausência de ferramentas ou dispositivos necessários para a montagem dos produtos – total de 42,2 horas;

viii) montagem fora do box: ocasionalmente, os produtos saem da linha de montagem com a ausência de alguma operação que ocorreu por qualquer motivo, porém não houve a necessidade de parada da linha. Entretanto, para realizar a operação, o montador necessitou deslocar-se para fora do posto de trabalho, o que ocasionou em perda para a linha – total de 33,9 horas;

ix) inspeção da qualidade: motivo antecedente ao retrabalho, para mensurar o desvio e avaliar a peça ou componente fora de especificação, o setor de qualidade tem como premissa inspecionar a peça ou componente, para então determinar a ação do retrabalho. A inspeção dos produção acontece em dois pontos distintos da linha, no meio e no final da linha de montagem – total de 20,2 horas;

x) manutenção corretiva: realizada pelo setor de manutenção, a manutenção corretiva se dá pela quebra/defeito de algum equipamento/dispositivo da linha de montagem, o que necessita de correção e, conseqüentemente, parada do posto de trabalho – total de 4,2 horas;

xi) manutenção preventiva: também realizada pelo setor de manutenção, periodicamente, os equipamentos/dispositivos passam por avaliação e inspeção, garantindo que a quebra não venha a ocorrer, impactando maiores perdas – total de 1,0 hora.

As horas foram apontadas de acordo com que as perdas foram ocorrendo, sendo multiplicadas pela quantidade de montadores afetados. Se houve parada de 2,0 horas no posto de trabalho por quebra de equipamento e essa perda impactou na parada de 02 montadores, o tempo total de parada foi de 04 horas (2 horas x 2 montadores).

Os montadores foram orientados a anotar qualquer perda que ocasionasse atraso na linha. Quando a montagem do produto fosse influenciada pela perda ocorrida e o rendimento da linha fosse prejudicado.

A Figura 10 mostra o gráfico do apontamento de perdas realizado na linha de montagem do produto A.

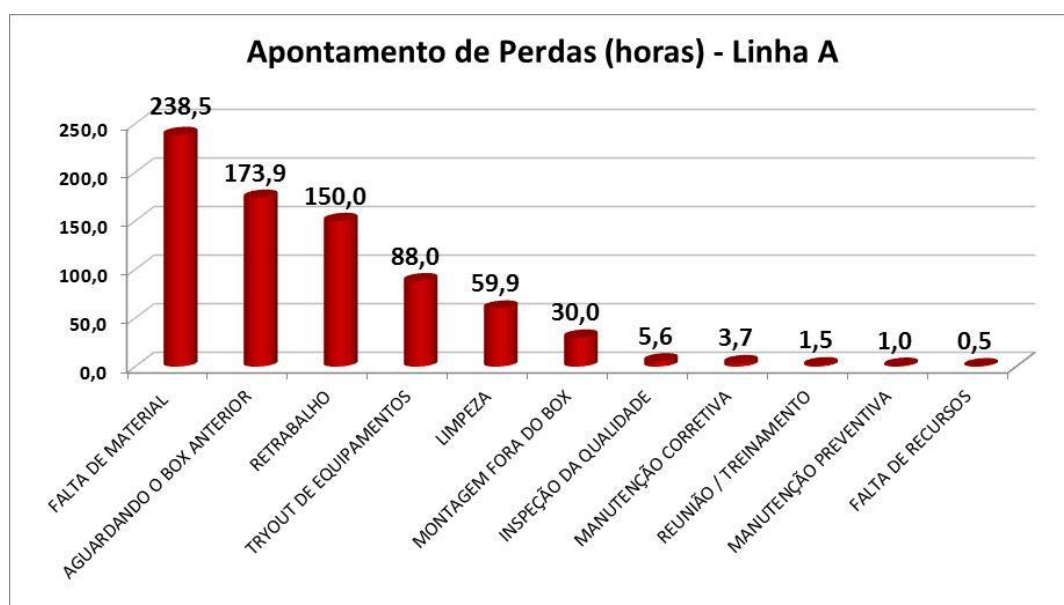


FIGURA 10 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO) – LINHA A

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Percebe-se que as perdas de maior impacto foram: falta de material (238,5 horas), seguido de aguardando o box anterior (173,9 horas), retrabalho (150,0 horas) e tryout de equipamentos (88,0 horas). Essas perdas representam 86,4% de todas as perdas apontadas na linha de montagem do produto A.

Na Figura 11, o gráfico detalha o apontamento de perdas realizado na linha de montagem do produto B.

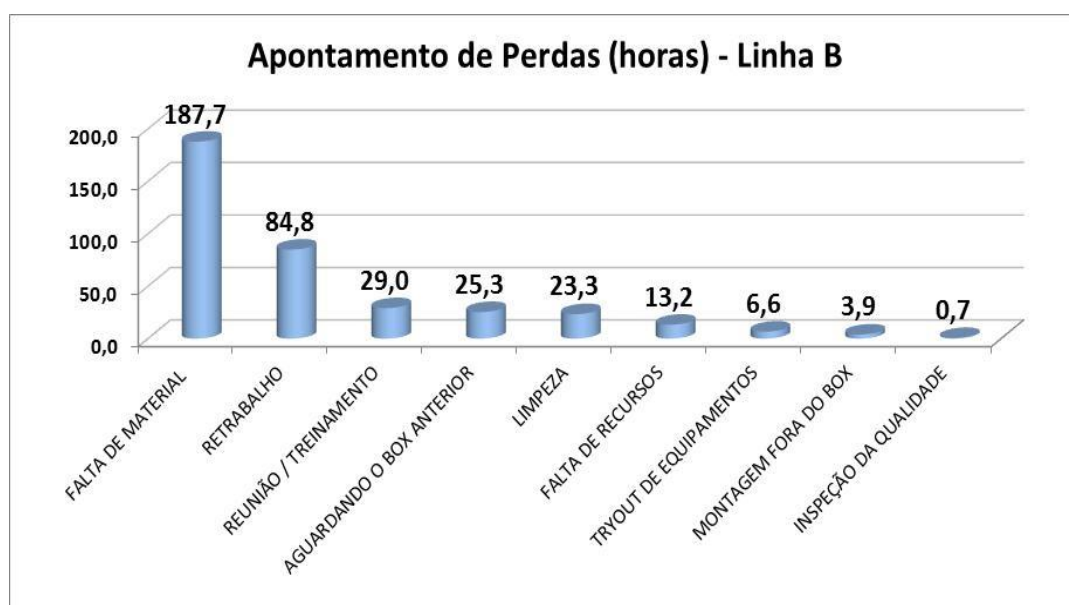


FIGURA 11 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO) – LINHA B

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

As perdas de maior impacto foram: falta de material (187,7 horas), seguido de retrabalho (84,8 horas), reunião/ treinamento (29,0 horas) e aguardando o box anterior (25,3 horas). Essas perdas representam 87,3% de todas as perdas apontadas na linha de montagem do produto B.

Já a Figura 12 demonstra o gráfico resultante do apontamento de perdas realizado na linha de montagem do produto C.

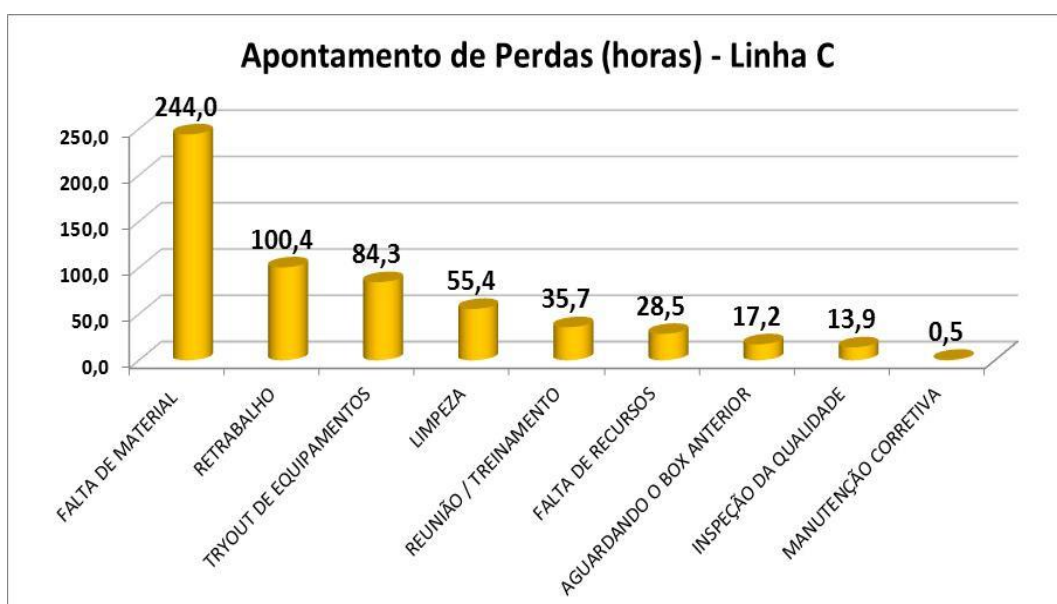


FIGURA 12 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO) – LINHA C

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

As perdas apontadas com maior frequência e obtendo o maior impacto foram: falta de material (244,0 horas), seguido de retrabalho (100,4 horas), tryout de equipamentos (84,3 horas) e limpeza (55,4 horas). Essas perdas representam 83,5% de todas as perdas apontadas na linha de montagem do produto C.

Após a análise dos dados coletados no teste piloto, foram levantados alguns importantes pontos para a sequência do estudo, assim a coleta de dados seria mais robusta e traria resultados ainda mais relevantes ao objetivo do trabalho. Os pontos são:

i) perdas ocorridas pelo mesmo fator causador:

Como verifica-se nos dados coletados, algumas perdas são consideradas resultado de uma mesma fonte, isto é, provenientes de um mesmo fator causador. Como exemplo, cita-se retrabalho e inspeção de qualidade, ambas as perdas são provenientes (ou de responsabilidade) do setor de Qualidade. Logo, o fator que influencia na eficiência operacional da linha de montagem, nesses casos, é a Qualidade.

Já para o fator Projeto/ Processo, considera-se falta de recursos e *tryout* de equipamentos, visto que são perdas provenientes à fase de desenvolvimento do projeto e processo do produto.

Manutenção é o fator influenciador para os problemas referentes à manutenção corretiva e preventiva e quebra de equipamentos, influenciando na eficiência no momento em que o setor de manutenção intervém na linha de montagem e, conseqüentemente no tempo de parada de linha.

ii) perdas que efetivamente param a linha de montagem:

Em alguns casos coletados, percebe-se que há duas possibilidades em cada perda: a perda que causa parada de linha e a perda que não é causadora de parada da linha de montagem. Para explicação, utiliza-se o exemplo de falta de material.

A peça “X”, por algum motivo, não foi abastecida no posto de trabalho, porém o produto poderá continuar sendo montado com a ausência dessa peça, sendo possível a montagem da mesma posteriormente. Neste caso, não houve impacto em parada de linha.

Já a peça “Y” também não foi abastecida, porém é uma peça cujos processos subsequentes dependem da sua montagem, não sendo possível a continuação da montagem, logo, para-se a linha.

Para mensurar o impacto na eficiência operacional, este trabalho considerará apenas os fatores cujo impacto influencia na parada de linha, sendo necessário tempo excessivo por atraso no final do ciclo do produto.

iii) perdas causadas por mais de um fator (responsável):

No caso das perdas aguardando box anterior e montagem fora do box, a análise deve ser realizada com maior rigor, visto que podem ser provenientes ao atraso ocorrido por qualquer outra perda levantada.

Se um posto de trabalho está aguardando o produto que ainda está no box anterior, pode ser que o produto não tenha sido transferido para o posto seguinte devido a falta de montagem de algum componente por atraso no abastecimento de material, sendo proveniente de um problema relacionado à Logística.

Entretanto, a espera pelo produto pode ser dada também pela falta de montagem de algum componente que tenha sido detectado como não conforme, vinculando a perda ao fator causador Qualidade.

Ainda além, o atraso do produto pode ser relacionado pela perda de tempo realizando *tryout* em ferramentas e/ou equipamentos – nesse caso vincula-se a perda ao fator Projeto/Processo – ou até pela parada da linha por problemas de manutenção.

3.4. ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA DE COLETA DE DADOS – ESTUDO DE CASO

Considerando os pontos levantados no item 3.3, as perdas evidenciadas no teste piloto foram correlacionadas com o respectivo fator causador, como mostrado no Quadro 2.

QUADRO 2 – PERDAS DIVIDIDAS POR FATOR CAUSADOR.

	LOGÍSTICA	QUALIDADE	PROJETO/ PROCESSO	MANUTENÇÃO	OUTROS
ISOLADAS	- Falta de material	- Inspeção da Qualidade	- Falta de recursos	- Manutenção corretiva	- Limpeza
		- Retrabalho	- Tryout de equipamentos	- Manutenção preventiva	- Reunião/ Treinamento
COMPARTILHADAS	- Aguardando o box anterior				-
	- Montagem fora do box		-	-	-

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Foram criados cinco grupos de fatores causadores de perdas levando em consideração as atividades de responsabilidade dos departamentos. Quando a perda for “falta de material”, será considerado como fator causador Logística. Para as perdas “Inspeção da Qualidade” e “Retrabalho”, exclusivamente o fator causador é Qualidade.

Projeto/Processo é considerado o fator causador das perdas por “falta de recursos” e “*Tryout* de equipamentos”. Perdas causadas por “manutenção corretiva” e “manutenção preventiva” serão simplesmente consideradas como fator causador Manutenção.

E por fim, “limpeza”, “reunião/treinamento” e demais perdas que vierem a ocorrer e perdas que não foram detectadas no teste piloto, serão avaliadas como Outros. Para as perdas cujo fator causador pode ser mais de um grupo, foram chamadas de perdas compartilhadas, são elas: “aguardando o box anterior” (Logística, Qualidade, Projeto/Processo ou Manutenção) e “Montagem fora do box” (Logística ou Qualidade).

A partir dessas definições, foi elaborado um novo formulário (Anexo II) ainda mais específico para a coleta dos dados do estudo de caso, contendo as informações:

- i) data: anotação da data em que a perda ocorreu;
- ii) linha de Produção: especificação de qual linha de montagem, ou produto, as informações são pertencentes;
- iii) box: dentro da linha de montagem, especificação do posto de trabalho que ocorreu a perda;
- iv) motivos de parada de linha: as perdas detectadas no teste piloto foram enumeradas, assim o montador deve anotar o código da perda ocorrida no momento da parada de linha;
- v) causador: enumeração dos cinco grupos de fatores causadores para que os motivos das perdas possam ser vinculadas ao causador do problema;

vi) tempo Inicial/ Final: momento em que a parada de linha iniciou e finalizou em função do problema ocorrido;

vii) observação: qualquer informação que o montador queira apontar, tal como nome de fornecedores, ferramentas utilizadas, códigos de componentes, entre outros.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, os resultados obtidos a partir do teste piloto geram a entrada para se iniciar o estudo de caso e então a análise dos resultados e a discussão dos mesmos.

Após a distribuição do novo formulário de apontamento de perdas, os montadores foram orientados a preencherem os dados apenas com as perdas que efetivamente causaram parada de linha, sendo as que impactam na eficiência operacional da linha.

O período considerado para o estudo de caso foi de 30 dias. Os formulários foram coletados diariamente no início do dia posterior, por exemplo, o formulário do dia 01 foi recolhido no início do dia 02. Os dados foram tabulados conforme a Tabela 3 e de acordo com os fatores listados nos formulários.

TABELA 3 – PERDAS APONTADAS (EM HORAS) POR LINHA – ESTUDO DE CASO

PERDA APONTADA	LINHA A (horas)	LINHA B (horas)	LINHA C (horas)	TOTAL (horas)
FALTA DE MATERIAL	143,2	99,1	175,4	417,6
RETRABALHO	87,5	55,7	65,6	208,8
AGUARDANDO O BOX ANTERIOR	92,4	22,0	69,4	183,8
LOGÍSTICA	60,1	9,7	42,0	111,8
QUALIDADE	21,3	6,8	16,1	44,1
PROJETO/ PROCESSO	8,3	4,2	8,5	21,0
MANUTENÇÃO	2,8	1,3	2,8	6,9
TRYOUT DE EQUIPAMENTOS	46,7	27,9	73,4	148,0
LIMPEZA	13,2	39,0	2,6	54,8
FALTA DE RECURSOS	6,3	9,2	35,9	51,4
INSPEÇÃO DA QUALIDADE	11,1	8,3	27,4	46,8
REUNIÃO / TREINAMENTO	22,9	11,3	10,7	44,8
MANUTENÇÃO CORRETIVA	17,8	3,4	21,4	42,7
MONTAGEM FORA DO BOX	9,8	6,3	16,8	32,9
LOGÍSTICA	6,3	5,0	12,9	24,1
QUALIDADE	3,6	1,3	3,9	8,8
MANUTENÇÃO PREVENTIVA	0,0	0,0	0,0	0,0
	450,9	282,1	498,5	1231,5

*Período de coleta de dados: 30 dias

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Em geral, observa-se que a perda “Aguardando o Box Anterior” foi desmembrada em quatro causadores, sendo “Logística” (60,8%), “Qualidade” (24%), “Projeto/Processo” (11,4%) e “Manutenção” (3,8%).

Já para a perda “Montagem fora do Box”, os causadores foram Logística, com 73,3% da perda, e Qualidade, responsável por 26,7% da perda.

As onze perdas foram agrupadas conforme a lógica adotada no item 3.4 para facilitar a interpretação dos dados e então encontrar o fator causador das perdas.

As Figuras 13, 14 e 15 mostram os causadores das perdas resultantes nas linhas A, B e C, respectivamente:

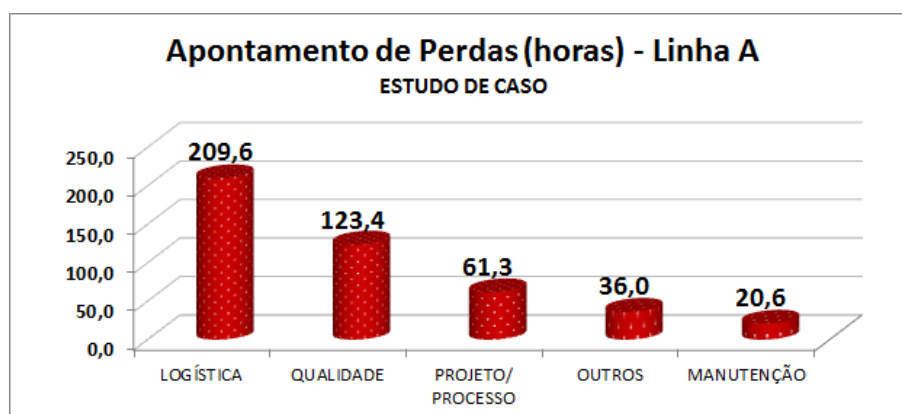


FIGURA 13 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (ESTUDO DE CASO) – LINHA A

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

A ordem sequencial em que os fatores causadores aparecem nas linhas A, B e C são bastante semelhantes, mostrando que o impacto dos fatores são proporcionalmente parecidos.

O maior causador de perdas nas três linhas de montagem foi “Logística”, sendo responsável por 46,5% das paradas na Linha A, 40,3% na linha B e 46,2% na linha C.

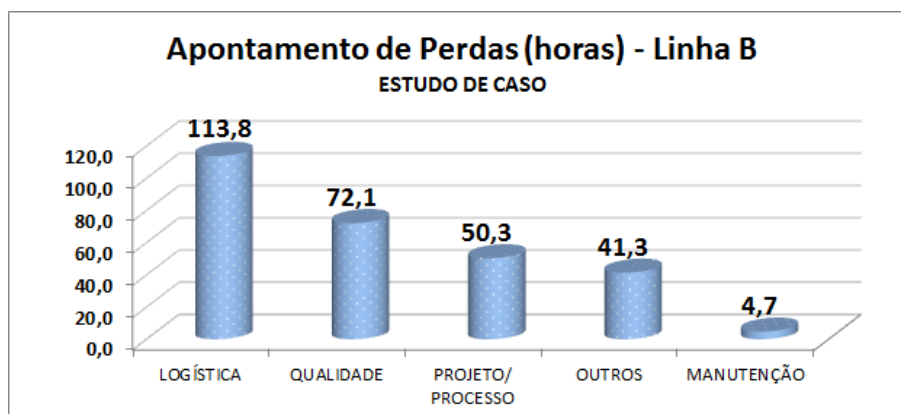


FIGURA 14 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (ESTUDO DE CASO) – LINHA B

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

As perdas com menores impactos foram causadas pelo fator causador “Manutenção”, com impacto de 4,6% das horas na Linha A, 1,7% e 2,7% das horas nas linhas B e C, respectivamente.

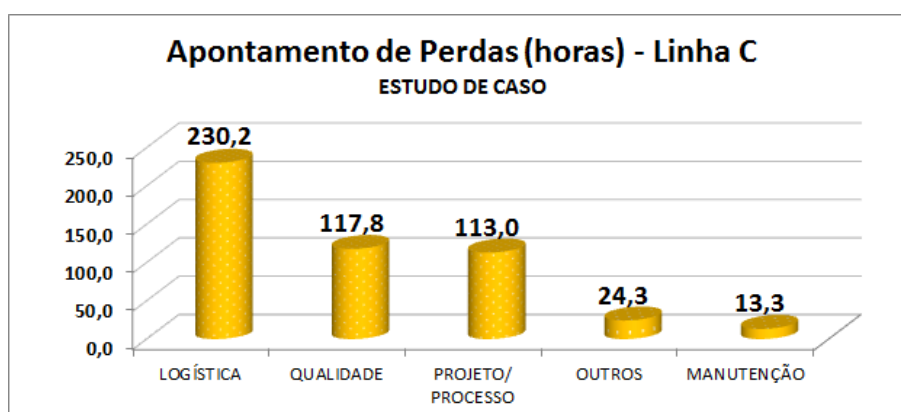


FIGURA 15 – GRÁFICO DO APONTAMENTO DE PERDAS (ESTUDO DE CASO) – LINHA C

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Para facilitar a interpretação dos dados mostrados nas Figuras 13, 14 e 15, foram criadas a Tabela 4 e a Figura 16, apresentando os dados de todas as linhas e comparando as horas geradas por perdas:

TABELA 4 – PERDAS APONTADAS (EM HORAS) AGRUPADAS POR CAUSADORES

CAUSADOR	LINHA A (horas)	LINHA B (horas)	LINHA C (horas)	TOTAL (horas)
LOGÍSTICA	209,6	113,8	230,2	553,6
QUALIDADE	123,4	72,1	113,0	308,5
PROJETO/ PROCESSO	61,3	41,3	117,8	220,4
OUTROS	36,0	50,3	13,3	99,5
MANUTENÇÃO	20,6	4,7	24,3	49,6
	450,9	282,1	498,5	1231,5

FORTE: PRÓPRIO AUTOR

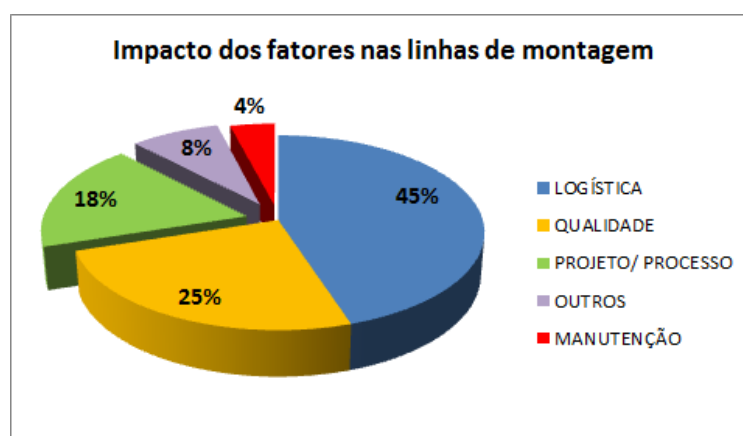


FIGURA 16 – IMPACTO DOS FATORES NAS LINHAS DE MONTAGEM

FORTE: PRÓPRIO AUTOR

Conforme mencionado anteriormente, o causador de maior impacto, considerando todas as linhas de montagem, foi “Logística” com 553,6 horas de parada, seguido de “Qualidade” (308,5 horas). Os dois causadores são responsáveis por 70% das perdas das linhas de montagem.

Analisando mais profundamente os problemas ocasionados pelo fator causador “Logística”, do total de 417,6 horas relacionadas à falta de material (perda apontada por ausência de alguma peça ou componente na linha de montagem), 321,6 horas (77%) são provenientes do atraso na entrega de materiais pelos fornecedores, isto é, o não cumprimento com o prazo de entrega dos fornecedores comprometeu em 26% das perdas totais do sistema de manufatura.

O fator “Manutenção” teve menor representatividade em comparação aos demais fatores. Isso se explica pelo fato da empresa trabalhar apenas com montagem das máquinas, não possuindo máquinas ferramentas (tornos, prensas, dobradeiras, máquinas de solda, entre outras). Os dados de Manutenção são provenientes a correção e prevenção de problemas relacionados ao sistema de tracionamento da linha, pontes rolantes, equipamentos simples como apertadeiras, sistemas de ar comprimido/ energia.

A coleta de dados tornou-se um procedimento rotineiro na empresa objeto do estudo de caso, podendo realizar a análise dos dados quando for necessário. Com isto, para analisar o efeito da demanda sobre os fatores impactantes na eficiência operacional do sistema de manufatura, foi realizada uma nova análise de dados durante 30 dias.

Posteriormente ao período da primeira coleta de dados, a demanda da empresa montadora de máquinas agrícolas se tornou mais baixa, considerando apenas a produção diária de 03 (três) produtos A, sendo assim, apenas a linha de montagem A manteve-se em operação. Os produtos B e C não seriam mais produzidos devido à baixa demanda, encerrando as operações nas linhas de montagem B e C.

Nova tabulação de dados foi realizada para a linha A, conforme as Tabelas 5 e 6. A Figura 17 ilustra graficamente o impacto dos fatores causadores na eficiência operacional da linha A.

TABELA 5 – PERDAS APONTADAS (EM HORAS) AGRUPADAS POR CAUSADORES – LINHA A (CENÁRIO 2)

CAUSADOR	LINHA A (horas)
LOGÍSTICA	111,9
QUALIDADE	95,7
PROJETO/ PROCESSO	35,0
OUTROS	20,7
MANUTENÇÃO	7,7
	271,0

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

TABELA 6 – DETALHAMENTO DAS PERDAS APONTADAS (EM HORAS) LINHA A – CENÁRIO 2

PERDA APONTADA	LINHA A (horas)
FALTA DE MATERIAL	69,6
RETRABALHO	65,1
AGUARDANDO O BOX ANTERIOR	61,4
LOGÍSTICA	34,5
QUALIDADE	17,2
PROJETO/ PROCESSO	6,9
MANUTENÇÃO	2,8
TRYOUT DE EQUIPAMENTOS	15,2
LIMPEZA	14,9
REUNIÃO / TREINAMENTO	12,9
MONTAGEM FORA DO BOX	10,7
QUALIDADE	5,8
LOGÍSTICA	4,9
INSPEÇÃO DA QUALIDADE	10,3
FALTA DE RECURSOS	7,8
MANUTENÇÃO CORRETIVA	2,8
MANUTENÇÃO PREVENTIVA	0,0
	271

*Período de coleta de dados: 30 dias

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

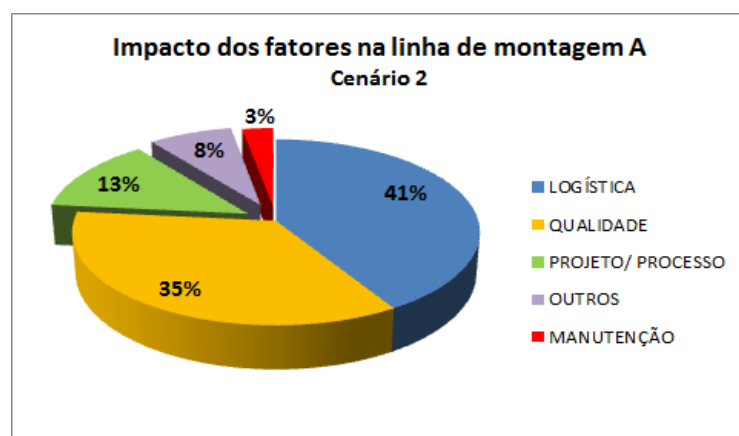


FIGURA 17 – IMPACTO DOS FATORES NA LINHA DE MONTAGEM A – CENÁRIO 2

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

O fator causador de maior impacto na eficiência operacional da linha A, no cenário 2, continua sendo “Logística” com 111,9 horas de parada (41%)

seguido do fator “Qualidade” (95,7 horas – 35%). Os dois causadores são responsáveis por 76% das perdas da linha de montagem, levando em consideração a baixa demanda. O fator causador de menor impacto ainda é “Manutenção” com 3% das horas de parada na linha A (7,7 horas).

Se comparados os dois cenários da Linha A, observa-se que no cenário 2 os fatores causadores promoveram menor significância ao número de horas de parada de linha, os quais foram relevantemente menor ao cenário anterior (Figura 18).

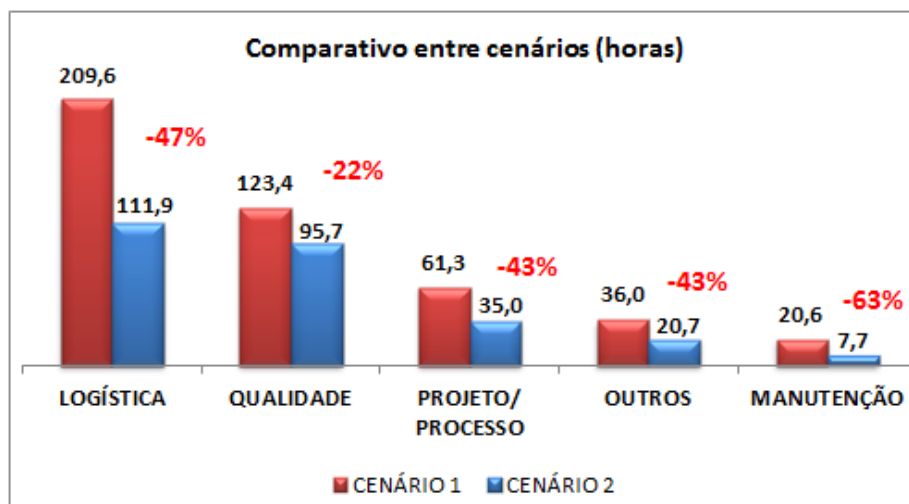


FIGURA 18 – COMPARATIVO ENTRE OS CENÁRIOS 1 E 2.

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

O fator causador “Logística” suscitou na linha A, no primeiro cenário, um total de 209,6 horas. Já no cenário 2 o número reduziu a 111,9 horas de paradas, isto é, 47% de menor impacto na eficiência operacional da linha. O mesmo ocorreu com o fator causador “Qualidade” cujo montante de horas no segundo cenário, para a linha A, foi de 95,7 horas (22% menor se comparado às 123,4 horas apontadas no primeiro cenário).

Em geral, as horas apontadas no cenário 2 foi de 271,0 horas, o que representa 60% das horas apontadas no primeiro cenário (450,9 horas de paradas de linha).

Esta ocorrência pode ser explicada pelo motivo de que a demanda foi reduzida no cenário 2. Uma vez que o volume de produção diminuiu e apenas uma linha estaria em funcionamento, os esforços estavam centralizados para a linha de montagem A, o que facilitou o planejamento e execução tanto das equipes internas da empresa quanto dos fornecedores.

Muitas vezes os dirigentes das empresas esperam por maiores lucros produzindo maiores volumes, ou seja, com demanda maior. Entretanto, ao analisar os resultados deste trabalho fica evidente que a eficiência operacional da linha de montagem é maior se a demanda e volume forem baixos. Quando a demanda estava alta e as três linhas em operação, as perdas apontadas tiveram maior impacto na parada da linha de montagem.

Com o volume inferior ao primeiro cenário, as linhas trabalharam no cenário 2 com maior eficiência operacional relacionada a logística, visto que os materiais obtiveram menores índices no atraso do abastecimento na linha e os fornecedores atenderam ao prazo de entrega com maior frequência. A qualidade dos materiais também apresentou progresso no cenário 2, visto que o índice de retrabalhos e tempo de inspeção diminuíram com o volume mais baixo.

Na tentativa de cálculo do indicador OEE, foi constatado que não seria possível obter o índice. Isso ocorre em função do indicador Qualidade sempre resultar em 100%, visto que todos os produtos que entram na linha de montagem, são entregues aos clientes, não contento número de produtos rejeitados.

Além disso, a empresa é montadora de máquinas agrícolas e, como já mencionado, não contém máquinas ferramentas para calcular os indicadores Desempenho e Disponibilidade.

Considerando as informações apresentadas no item 3.1, e o primeiro cenário considerado no estudo de caso, cada linha de montagem contém um número de montadores específico, sendo 32 montadores para a linha A, 24 para a linha B e 16 montadores para a linha C.

O turno de trabalho dos funcionários equivale a 8,8 horas diárias. Sendo assim, levando em consideração também o volume da demanda de cada produto, o possível impacto das perdas apontadas por fator causador é mostrado na Tabela 7.

TABELA 7 – IMPACTO DAS PERDAS APONTADAS NO SISTEMA DE MANUFATURA

FATOR	LINHA / PRODUTO	PRODUTOS PERDIDOS	MÃO DE OBRA
LOGÍSTICA	A	1,2	0,8
	B	1,1	0,4
	C	3,2	0,9
	TOTAL	5,5	2,1
QUALIDADE	A	0,7	0,5
	B	0,7	0,3
	C	1,5	0,4
	TOTAL	3,0	1,2
PROJETO/ PROCESSO	A	0,4	0,2
	B	0,4	0,2
	C	1,6	0,4
	TOTAL	2,4	0,8
OUTROS	A	0,2	0,1
	B	0,5	0,2
	C	0,2	0,1
	TOTAL	0,9	0,4
MANUTENÇÃO	A	0,1	0,1
	B	0,0	0,0
	C	0,3	0,1
	TOTAL	0,5	0,2
TOTAL GERAL	A	2,7	1,7
	B	2,7	1,1
	C	6,8	1,9
	TOTAL	12,1	4,7

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

Tomando o fator causador “Logística” como referência, na Linha A o impacto foi de 209,6 horas. Dividindo esse montante por 170 horas (tempo necessário para produzir um produto A), resulta em 1,2 produtos que poderiam ser produzidos se não houvesse as perdas relacionadas a Logística.

Cada montador trabalhou, em média, 264 horas no período coletado (30 dias multiplicado por 8,8 horas diárias). Dividindo a quantidade de horas trabalhadas pelo total de horas causadas pelo fator Logística (264 horas) resulta em 0,8

montadores que poderiam ser poupados. A mesma lógica foi utilizada para calcular o impacto nas demais linhas e fatores causadores.

Levando em consideração o tempo de ciclo de cada produto, no total, os fatores causaram perda de 12,1 produtos durante os 30 dias de coleta de dados, ou seja 5% da produção total do período do estudo.

Além disso, 4,7 operadores (teoricamente dizendo) poderiam ser poupados ou realocados para outros setores, visto que a somatória das horas de perdas totalizou na quantidade de horas de 4,7 operadores diários, o que representa 6,5% da mão de obra total das linhas de montagem.

Os fatores causadores foram rotulados como Logística, Qualidade, Projeto/Processo, Manutenção e Outros apenas para facilitar a interpretação dos dados, isto é, o fator causador “Logística”, por exemplo, não corresponde ao setor/departamento de Logística da empresa, mas são perdas dentro das responsabilidades logísticas que causaram ineficiência nas linhas de montagem. O mesmo equivale para os demais fatores causadores.

Após a implantação da ferramenta demonstrada no estudo de caso, a empresa criou uma rotina de realizar atividades de melhoria contínua (como *Kaizens*, por exemplo) nas áreas afetadas pelas perdas de maior impacto na evolução das linhas de montagem.

Para níveis de tomadas de decisão e análise dos dados, recomenda-se que a primeira perda a ser alvo de trabalhos de melhorias deve ser Logística e em especial o prazo de entrega dos fornecedores. Esse por si só é fator causador de quase metade de todas as perdas da planta, o que melhoraria os resultados na eficiência operacional e na produtividade da fábrica.

5. CONCLUSÕES

Apresentando o cenário do mercado de máquinas agrícolas de maneira desfavorável, as empresas necessitam de melhorias no dimensionamento e monitoramento dos processos para aumentar a eficiência operacional, obtendo maior vantagem competitiva frente aos concorrentes.

Este estudo de caso aplicado em uma empresa montadora de máquinas agrícolas mostra que um sistema de manufatura pode ter diversos fatores que impactam negativamente na eficiência operacional dos processos o que os tornam menos eficientes.

Foram identificados os fatores causadores Logística, Qualidade, Projeto/Processo, Manutenção e Outros como impactantes negativos na eficiência operacional do processo de manufatura.

O fator causador apresentado com o maior nível de impacto na eficiência operacional das linhas de produto foi Logística, com 45% das horas, seguido de Qualidade (25%), Projeto/ Processo (18%), Outros (8%) e Manutenção (4%). Manutenção obteve menor influência pelo motivo da empresa ser montadora e não conter máquinas ferramentas em seus processos.

Conforme mostram as informações, o estudo de caso apresentou dados com menor número de horas de impacto causadas pelos fatores com relação ao teste piloto. Isso ocorreu pelo motivo de que no estudo de caso as perdas apontadas apenas quando ocorresse parada de linha como resultado da ocorrência, o que, para esse estudo, é o que se tornaria mais relevante.

A flutuação da demanda tem impacto significativo na eficiência operacional da linha de montagem, uma vez que no cenário de menor volume as perdas apontadas obtiveram impacto significativamente menor na parada de linha se comparadas ao primeiro cenário analisado.

Com base nos dados obtidos e considerando a mesma carga de trabalho, a empresa aplicando melhorias para evitar os problemas provenientes dos fatores causadores das perdas, desconsiderando fatores econômicos, resultaria em aumento de 5% na sua produtividade, poupando 6,5% de sua mão de obra produtiva, sendo mais eficiente.

Essas perdas sendo evitadas e com os esforços voltados às melhorias nos processos, a empresa terá maior flexibilidade para lidar com a flutuação da demanda e por consequência mais agilidade para atender o mercado podendo elevar sua vantagem competitiva.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como mostrado no estudo de caso, foram apontados os fatores causadores que influenciam negativamente na eficiência operacional do processo de montagem de máquinas agrícolas.

Para trabalhos futuros sugere-se a análise de métodos para melhorar o impacto das perdas apontadas causadas pelos fatores Logística, Qualidade, Projeto/Processo, Manutenção e Outros. Além disso, desenvolver ferramentas para realizar um planejamento do processo eficaz tendo como premissa as perdas que podem vir a ocorrer, o que impede o crescimento da eficiência operacional do processo de montagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, M., BENSON, R. (1999). **Benchmarking in the Process Industries**. ISBN: 0852954115, IChemE, Rugby.

AHMAD, M., DHAFR, N. and BENSON, R. (2004). **Theoretical targets for performance of manufacturing shop floor operations**. FAIM2004, Toronto, July 12-14.

AHUJA, I.P.S., KHAMBA, J.S. (2008). **Total productive maintenance: literature review and directions**. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 25 No. 7, pp. 709-56.

AL-TURKI, U. (2011). **A framework for strategic planning in maintenance**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 17 No. 2, pp. 150-162.

ANFAVEA, por meio de Agronegócio/ Cenário Agrícola: Cenário MT – **Produção brasileira de máquinas agrícolas bate recorde em 2013**. Disponível em: <http://www.cenariomt.com.br/noticia/337103/producao-brasileira-de-maquinas-agricolas-bate-recorde-em-2013.html>. Acesso em: 14/09/2014.

ANFAVEA (2015), Divulgação de relatório “**Desempenho da Indústria Automobilística Brasileira – Abril/ 2015**”.

ANVARI, F., EDWARDS, R. and ANDREW, S. (2010). **Evaluation of overall equipment effectiveness based on market**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 16 No. 3, pp. 256-70.

BALLOU, R.H. (1987). **Basic Business Logistics**. Prentice Hall, Inc.

BALLOU, R.H. (2004). **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5ª edição, Porto Alegre: Artmed Editora S.A.

BAMBER, C.J., CASTKA, P., SHARP, J.M., MOTARA, Y. (2003). **Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE)**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 9 No. 3, pp. 223-38.

BASU, P., DAN, P. K. (2014). **Capacity augmentation with VSM methodology for lean manufacturing**. International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 5 Iss: 3, pp.279 - 292

BHASIN, S. (2012). **Performance of lean in large organizations**. Journal of Manufacturing Systems Vol. 31 No. 3, pp. 349–357.

BLACK, J.T. (1991). **The design of the factory with a future**. 1ª edição, McGraw-Hill, Inc.

BOBOULOS, M.A. (2010). **Automation and Robotics**. 1st ed., BookBoon, London.

BOOTHROYD, G., KNIGHT, W.A., DEWHURST, P. (2010). **Product Design for Manufacture and Assembly**. CRC Press, Boca Raton, FL.

BULENT, D., TUGWELL, P. and GREATBANKS, R. (2000). **Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – a practical analysis**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 No. 12, pp. 1488-1502.

CABEZA, L. F., GALINDO, E., PRIETO, C., BARRENECHE, C., FERNÁNDEZ, A. (2015). **Key performance indicators in thermal energy storage: Survey and assessment**. Renewable Energy, Vol. 83, pp. 820–827.

CAMPOS, M.A.L, MÁRQUEZ, A.C. (2011). **Modelling a maintenance management framework based on PAS 55 standard**. Quality in Reliability Engineering, Vol. 27 No. 6, pp. 805-820.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. (2010). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier.

CHIARINI, A. (2011). **Japanese total quality control, TQM, Deming's system of profound knowledge, BPR, Lean and Six Sigma: Comparison and discussion**. International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 2 Iss: 4, pp.332 – 355.

CHIOUA, M., BAUER, M., CHEN, S.-L., SCHLAKE, J., SAND, G., SCHMIDT, W., THORNHILL, N. (2015). **Plant-wide root cause identification using plant key performance indicators (KPIs) with application to a paper machine**. Control Engineering Practice. doi.org/10.1016/j.conengprac.2015.10.011

CHOWDARY, B. V., GEORGE, D. (2011). **Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company**. Journal of Manufacturing Technology Management, 23(1), 56–75.

CHRISTOPHER, M. (1992). **Logistics and Supply Chain Management**. Pitman Publishing, London.

DAL, B., TUGWELL, P. and GREATBANKS, R. (2000). **Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: a practical analysis**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 No. 12, pp. 1488-502.

DAO, M. Q. (2009). **Poverty, income distribution, and agriculture in developing countries**. Journal of Economic Studies, Vol. 36 Iss: 2, pp.168 – 183.

DAS, B., VENKATADRI, U., & PANDEY, P. (2014). **Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing**. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 71, 307–323. doi:10.1007/s00170-013-5407-x

DUMITRESCU, C., DUMITRACHE, M. (2011). **The Impact of Lean Six Sigma on the Overall Results of Companies**. Economia Seria Management, Vol. 14, Issue 2, Bucharest, Romania.

ERICSSON, J. (1997). **Disruption analysis – an important tool in lean production**. Department of Production and Material Engineering, Lund University, Lund.

FONSECA, M.D.G.D. (1990). **Concorrência e Progresso Técnico na Indústria de Máquinas para a Agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas**. Campinas, 1990. 249 p. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FREDRIKSSON, P. (2006). **Operations and logistics issues in modular assembly processes: cases from the automotive sector**. Journal of Manufacturing Technology Management.

GARG, A., DESHMUKH, S. G. (2006). **Maintenance management: literature review and directions**. Journal of Quality in Maintenance Engineering. doi:10.1108/13552510610685075

GILL, Jaspreet (2009). **Quality follows quality: add quality to the business and quality will multiply the profits**. The TQM Journal, Vol. 21 Iss: 5, pp.530 - 539

GRYNA, F., CHUA, R. and DEFEO, J. (2007). **Juran's Quality Planning and Analysis for Enterprise Quality**. 5th ed., Tata McGraw-Hill, Maidenhead.

HANSEN, R.C. (2001). **Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production Maintenance Tool for Increased Profits**. Industrial Press Inc., New York, NY.

HARRINGTON, J. (1997). **Business process improvement workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement**. New York: McGraw-Hill.

Huang, S., DISMUKES, J., SHI, J. and SU, Q. (2003). **Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis**. International Journal of Production Research, Vol. 41 No. 3, pp. 513-27.

ISO – *International Organization for Standardization*. (2015). **ISO 50001 - Energy management** – Acesso ao site www.iso.org em 13/09/2015.

JACOBS, F., CHASE, R., 2010. **Operations and Supply Chain Management**. 13th. McGraw-Hill/ Irwin, NewYork, NY.

JIANJUN, S. (2006). **Stream of Variation Modeling and Analysis for Multistage Manufacturing Processes**. CRC Press, Boca Raton, FL.

JONSSON, P., LESSHAMMAR, M. (1999). **Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19 No. 1, pp. 55-78.

KUMAR, J., SONI, V.K., &AGNIHOTRI, G. (2014). **Impact of TPM implementation on Indian manufacturing industry**. International Journal of Productivity and Performance Management, 63(1), 44–56. doi:10.1108/IJPPM-06-2012-0051

LAMBERT, D. M., SCHWIETERMAN, M. A. (2012). **Supplier relationship management as a macro business process**. Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 17 No. 3, pp. 337–352.

LAUGEN, B., ACUR, N., BOER, H., FRICK, J., 2005. **Best manufacturing practices: what do the best-performing companies do**. Int. J. Oper. Prod. Manag. 25 (2), 131–150.

LAZIM, H.M., RAMAYAH, T. (2010). **Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach**. Business Strategy Series, Vol. 11 Iss: 6, pp.387 – 396

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE (2011). **Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil.

LEE, S., LEE, D., SCHNIEDERJANS, M. (2011). **Supply chain innovation and organizational performance in the healthcare industry**. Int. J. Oper. Prod. Manag. 31 (11), 1193–1214.

LEE, D., RHO, B.-H., & YOON, S. N. (2015). **Effect of investments in manufacturing practices on process efficiency and organizational performance**. International Journal of Production Economics, 162, 45–54.

LIGON, E., SADOULET, E. (2007). **Estimating the effects of aggregate agricultural growth on the distribution of expenditures**. Background paper for the WDR 2008.

LIKER, J. (2003). **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. McGraw-Hill Education – 1st edition.

MACCHI, M., FUMAGALLI, L. (2013). **A maintenance maturity assessment method for the manufacturing industry**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 19, 295–315. doi:10.1108/JQME-05-2013-0027

MAGEE, J.F. (1968). **Industrial Logistics Analysis and Management of Physical Supply and Distribution System**. McGraw-Hill, Inc.

MURUGESAN, T., KUMAR, B., KUMAR, M., 2012. **Competitive advantage of world class manufacturing system (WCMS) - a study of manufacturing companies in South India**. Eur. J. Soc. Sci. 29 (2), 295–311.

NAKAJIMA, S., GÁBOR, T. (1988). **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. ISBN: 0915299232, Productivity Press, Cambridge.

NEMETH, C., COOK, R., 2007. **Healthcare IT as a source of resilience**. International Conference on Systems, Management and Cybernetics. 3408–3412 (Oct.).

PEPPER, M. P. J., SPEDDING, T.A. (2010). **The evolution of lean Six Sigma**. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 27 No. 2, pp. 138 – 155.

PRODANOV, C. C. (2013). **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale.

PINJALA, S.K., PINTELON, L., VERECKA, A. (2006). **An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies**. International Journal of Production Economics, Vol. 104 No. 1, pp. 214-229.

RHO, B., LEE, D. H. (2013). **A comparative study on manufacturing strategy and practices between medium and small-sized companies and large companies**. Korean Prod. Oper. Manag. Soc. 24 (1), 93–109.

ROCHA, D. R. (2002). **Fundamentos da Administração da Produção**. Fortaleza: Editora LCR.

SGS GROUP (2015). **ISO 50001 – Sistemas de Gestão da Energia**. Acesso ao site www.sgsgroup.com.br em 13/09/2015.

STAINER, A., STAINER, L. (1995). **Productivity, quality and ethics – a European viewpoint**. European Business Review, Vol. 95 No. 6, pp. 3-11.

STOCKINGER, A., WITTMANN, S., MARTINEK, M., MEERKAMM, H., & WARTZACK, S. (2010). **Virtual assembly analysis: standard tolerance analysis compared to manufacturing simulation and relative positioning**. 11th International Design Conference 2010.

SHINGO, S. (1989). **A study of the Toyota Productions System from an industrial engineering viewpoint**. Productivity Press, Inc.

- SPILLAN, J.E.; MCGINNIS, A.; KARA, A.; YI, G.L. (2013). **A comparison of the effect of logistic strategy and logistics integration on firm competitiveness in the USA and China**. The International Journal of Logistics Management, Vol. 24 Iss: 2, pp.153 - 179
- SUKHAN, L., RAUL, S., WOOK, C.B. (2010). **Frontiers of Assembly and Manufacturing**. 1st ed., Springer, Chennai.
- SWANSON, L. (2001). **Linking maintenance strategies to performance**. International Journal of Production Economics, Vol. 70 No. 3, pp. 237-244.
- TRIANNI, A., CAGNO, E. (2015). **Diffusion of Motor Systems Energy Efficiency Measures: An Empirical Study Within Italian Manufacturing SMEs**. Energy Procedia, 75, 2569–2574.
- USUBAMATOV, R., RAHMAN RIZA, A., & NASIR MURAD, M. (2012). **A method for assessing productivity in unbuffered assembly processes**. Journal of Manufacturing Technology Management, 24(1), 123–139. <http://doi.org/10.1108/17410381311287526>
- VIAN, C. E. F., ANDRADE, A. M. J. (2010). **Evolução Histórica da Indústria de Máquinas Agrícolas no Mundo: Origens e tendências**. 48º Congresso SOBER – 25 a 28/07/2010
- WELLER, L.D. Jr (1996). **Return on quality: a new factor in assessing quality efforts**. International Journal of Educational Management, Vol. 10 No. 1, pp. 30-40.
- WOMACK, J., JONES, D.T. (1996). **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. Simon and Schuster, London.
- WU, Z., CHOI, T. Y. (2005). **Supplier–supplier relationships in the buyer–supplier triad: Building theories from eight case studies**. Journal of Operations Management, Vol. 24, p.27–52.
- YIN, R. K. (2010). **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4aEdição, Editora Bookman, Porto Alegre, 248p.

ANEXO I – FORMULÁRIO DE APONTAMENTO DE PERDAS (TESTE PILOTO)

FORMULÁRIO DE APONTAMENTO DE PERDAS
--

DATA: ____/____/____

LINHA DE PRODUÇÃO: _____

ESTAÇÃO DE TRABALHO (BOX): _____

#	DESCRIÇÃO	TEMPO INICIAL	TEMPO FINAL
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			

