

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA:
AUMENTO DE COMPETITIVIDADE ATRAVÉS DO
DESENVOLVIMENTO DE PARCERIAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ana Paula Barth Bartz

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA: AUMENTO DE COMPETITIVIDADE ATRAVÉS DO DESENVOLVIMENTO DE PARCERIAS

Ana Paula Barth Bartz

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção.**

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Janis Elisa Ruppenthal

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bartz, Ana Paula Barth

Implantação da manufatura enxuta: aumento de competitividade através do desenvolvimento de parcerias / Ana Paula Barth Bartz.-2012.

65 p.; 30cm

Orientadora: Janis Elisa Ruppenthal

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2012

1. Manufatura enxuta 2. Competitividade 3. Mapeamento do processo 4. Desenvolvimento de parcerias 5. Cadeia de suprimentos I. Ruppenthal, Janis Elisa II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado

**IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA:
AUMENTO DE COMPETITIVIDADE ATRAVÉS DO
DESENVOLVIMENTO DE PARCERIAS**

elaborada por
Ana Paula Barth Bartz

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

Comissão Examinadora

Janis Elisa Ruppenthal, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Andreas Dittmar Weise, Dr. (UFSM)

Denis Rasquin Rabenschlag, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS, 25 de junho de 2012

Aos meus pais, pela educação e estímulo em sempre buscar novos conhecimentos.

Ao meu marido Teonas, pela compreensão, apoio e contribuições para este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À professora Janis Elisa Ruppenthal; pela paciência, orientação e conhecimentos transmitidos. E, em especial, pela confiança e amizade depositadas durante o transcorrer de todo o curso.

A todos os professores que participaram dessa etapa de minha formação: João Hélio Righi de Oliveira, Rolando Juan Soliz Estrada, Leandro Cantorski da Rosa, Julio Cezar Mairesse Siluk, Andreas Dittmar Weise e em especial, novamente agradeço a professora Janis Elisa Ruppenthal.

Aos professores Andreas Dittmar Weise e Denis Rasquin Rabenschlag pela disponibilidade de participação na banca de avaliação desse trabalho.

Aos colegas do Núcleo de Inovação e Competitividade e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria

IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA: AUMENTO DE COMPETITIVIDADE ATRAVÉS DO DESENVOLVIMENTO DE PARCERIAS

AUTORA: ANA PAULA BARTH BARTZ

ORIENTADORA: JANIS ELISA RUPPENTHAL

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de junho de 2012.

Este trabalho foi realizado em uma empresa metal-mecânica, fabricante de implementos agrícolas, que apresentava problemas de atrasos na entrega desses produtos aos clientes. O objetivo foi a integração da cadeia de suprimentos para aumentar a competitividade da empresa, através da implantação da manufatura enxuta e da participação dos fornecedores nesse modelo de produção. Para atingir o objetivo proposto, o trabalho foi dividido em duas etapas, sendo a primeira um estudo de caso e a segunda uma pesquisa-ação. As atividades foram iniciadas pelo planejamento da pesquisa. Em seguida foram coletados os dados, através de crono-análise, análise documental e questionários. Após, foram realizadas a análise dos dados, a tomada das ações e a avaliação das ações. O desenvolvimento das atividades seguiu o fluxo de atividades propostas e a aplicação das medidas de melhorias propostas. Observou-se que após a integração dos fornecedores na cadeia de produção enxuta, houve redução de custos e benefícios para a competitividade da empresa, como melhoria na qualidade de insumos e matérias-primas. Assim, conclui-se que a implantação da manufatura enxuta, através da integração da cadeia de fornecedores aumenta a competitividade das organizações.

Palavras-chave: Gestão da cadeia de suprimentos. Integração. Manufatura enxuta. Competitividade. Fornecedores.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Master's Degree Program in Production Engineering
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

**IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING: INCREASE COMPETITIVENESS
THROUGH THE DEVELOPMENT OF PARTNERSHIPS**

AUTHOR: Ana Paula Barth Bartz

COACH: Janis Elisa Ruppenthal

Date and Local of Defense: Santa Maria, June 25th, 2012.

This study was conducted in a metalworking company, manufacturer of agricultural implements, which present problems of delays in delivery of products to customers. The aim was to integrate the supply chain to improve the company's competitiveness through the implementation of lean manufacturing and suppliers' participation in this production model. To reach the proposed objective, the work was divided into two phases, the first was a case study and the second was an action research. The activities were initiated by the research planning. Then the data were collected through chrono-analysis, document analysis and questionnaires. After, was carried out through analyze the data, taking the actions and evaluation. The development activities followed the flow of the proposed activities and implementation of measures proposed improvements. It was observed that after the integration of suppliers in the chain of lean production there was a reduction of costs and benefits to the company's competitiveness, such as improved quality of inputs and raw materials. Thus, we conclude that the implementation of lean manufacturing through the integration of the supply chain improves the competitiveness of organizations.

Keywords: Supply chain management. Integration. Lean manufacturing. Competitiveness. Suppliers.

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 1

Quadro 1 – Problemas encontrados na aplicação da manufatura enxuta.....	23
Quadro 2 – Relacionamento de fornecedores e processos internos – Modelo A.....	29
Quadro 3 – Materiais utilizados em cada processo de fabricação do Modelo A.....	31
Quadro 4 – Tempo e custo de fabricação do Modelo A por processo.....	34
Quadro 5 – Outros custos de fabricação do Modelo A.....	34
Quadro 6 – Relacionamento de fornecedores e processos internos – Modelo B.....	35
Quadro 7 – Materiais utilizados em cada processo de fabricação do Modelo B.....	36
Quadro 8 – Tempo e custo de fabricação do Modelo B por processo.....	39
Quadro 9 – Outros custos de fabricação do Modelo B.....	40
Quadro 10 – Resultado das melhorias.....	40

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 2

Tabela 1 – Localização dos fornecedores.....	50
Tabela 2 – Localização dos potenciais fornecedores.....	50

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 – Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos.....	20
Figura 2 – Metodologia de condução das atividades.....	25
Figura 3 – Macro-fluxo de fabricação do Modelo A.....	30
Figura 4 – Pareto dos custos de aquisição de materiais para fabricação do Modelo A.....	31
Figura 5 – Macro-fluxo de fabricação do Modelo B.....	37
Figura 6 – Pareto dos custos de aquisição de materiais para fabricação do Modelo B.....	38

ARTIGO 2

Figura 1 – Etapas de condução da pesquisa.....	47
Figura 2 – Respostas ao Questionário 1.....	49
Figura 3 – Respostas ao Questionário 2.....	51

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Primeiro questionário.....	62
Apêndice B – Segundo questionário.....	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
Justificativa.....	15
Objetivos.....	16
Limitação da pesquisa.....	17
Estrutura do trabalho.....	17
ARTIGO 1 - APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA COMO FATOR DE AUMENTO DA COMPETITIVIDADE.....	18
Resumo.....	18
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Manufatura enxuta e fluxo de valor.....	20
Metodologia.....	23
Aplicação da manufatura enxuta nos processos de fabricação dos modelos “A” e “B”	27
Modelo A.....	28
Modelo B.....	34
Resultados alcançados.....	40
Considerações finais.....	41
Referências.....	41
ARTIGO 2 - INTEGRAÇÃO DE FORNECEDORES PARA IMPLANTAÇÃO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA.....	45
Abstract.....	45
Resumen.....	45
Introdução.....	46
Metodologia.....	46
Desenvolvimento dos questionários.....	48
Aplicação dos questionários.....	49
Resultados.....	49
Respostas ao primeiro questionário.....	49

Localização de potenciais fornecedores.....	50
Avaliação de potenciais fornecedores.....	51
Conclusões.....	51
Referências.....	52
DISCUSSÃO.....	54
CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE.....	61

INTRODUÇÃO

O sucesso de uma instituição é mensurado pelo seu resultado, sendo este condicionado à gestão. Gerir significa planejar, organizar, dirigir e controlar todos os recursos da instituição em busca da máxima eficiência (JURAN, 2009). Nesse processo a capacidade de avaliar as atividades e interferir rapidamente com ações corretivas, quando se identifica um processo fora da normalidade é essencial na manutenção da vantagem competitiva e na busca pela competitividade.

Para que uma organização mantenha-se competitiva é necessário satisfazer diversos fatores. Entre esses fatores, deve ser considerada a melhoria de processos visando a redução dos custos, a atração e desenvolvimento de capital intelectual, o rápido *feed-back* às transformações do mercado consumidor, a correta interpretação do mercado e comprometimento e envolvimento dos membros da organização (PHUSAVAT e KANCHANA, 2008; LOLLAR, BEHESHTI e WHITLOW, 2010).

Moreira e Pais (2011), Cudney e Elrod (2011) e Pheng, Arain e Fang (2011) salientam que a implantação do sistema de produção *Lean* tem elevada importância na busca por competitividade. Isso se faz necessário para competir com as demais organizações, fato cada vez mais relevante desde a globalização dos mercados e aumento de concorrência entre empresas. Assim, com um modelo enxuto no sistema produtivo, essas empresas alcançarão melhores resultados e apresentarão vantagens competitivas sobre seus concorrentes.

O sistema de manufatura enxuta teve início na Toyota, visto que a empresa buscou melhorar seus índices de produtividade para competir com a indústria automotiva americana. Após ser consolidado na indústria japonesa, o Sistema Toyota de Produção – STP chegou ao ocidente, onde é conhecido como *Lean manufacturing*. Inicialmente desenvolvido para operar na indústria automotiva, a manufatura enxuta é, atualmente, utilizada em todos os setores da indústria e serviços. O foco desse sistema de gestão é a redução dos desperdícios, buscando a melhoria contínua de processos e o atendimento das necessidades dos clientes (TAJ, 2008; CUDNEY e ELROD, 2011; MARKSBERRY ET AL, 2010; MEYBODI, 2009 e PHENG, ARAIN e FANG, 2011).

A implantação da manufatura enxuta é um processo complexo que demanda esforço, trabalho e comprometimento de todos os participantes da organização, desde a alta administração, passando pelos colaboradores até os fornecedores que fazem parte da cadeia

produtiva. Liker (2005) define a implantação da manufatura enxuta em quatro etapas principais:

- Cultura – desenvolvimento de uma filosofia empresarial de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;
- Processos – Implantação das ferramentas desenvolvidas pelo sistema em busca de eliminação das perdas;
- Preocupação com funcionário e parceiros – desenvolver profissionais, líderes e parceiros com uma cultura voltada para a melhoria contínua, respeitando-os, desafiando-os e desenvolvendo-os continuamente;
- Aprendizagem e melhoria contínua – tanto dos processos como de produtos e parcerias.

O maior erro das organizações no momento da implantação desse sistema está no foco excessivo em apenas uma dessas etapas: o processo. Dessa forma, é realizada somente a implantação das ferramentas de melhoria desenvolvidas pelo sistema, não havendo a compreensão de que o sucesso dessas, somente ocorre quando as mesmas estão inseridas em uma cultura específica, a qual é formada através da aplicação das outras etapas.

Diante disso, o trabalho realizado em uma empresa fabricante de implementos agrícolas possui como tema o aumento da competitividade das duas linhas de produtos avaliadas no estudo. O problema principal de pesquisa é a redução do volume de vendas e a perda de participação de mercado. Isso foi verificado através do acompanhamento das metas comerciais da empresa. A partir desse problema, elaborou-se como questão chave de pesquisa: “Haverá aumento da competitividade através da implantação da manufatura enxuta e da formação de parcerias para a aplicação desse modelo de produção na cadeia de suprimentos?”

Justificativa

Somente se mantêm no mercado empresas competitivas, e alcançar esse patamar demanda esforços diversos, uma vez que a competitividade é um processo complexo e dinâmico. Somente a aplicação de uma produção enxuta e da redução das perdas no processo não eleva a competitividade organizacional, mas é um passo em direção a esse objetivo.

Shah e Ward, (2007); Pheng, Arain e Fang (2011) e Cudney e Elrod (2011) enfatizam que a produção enxuta busca a eliminação dos desperdícios em todo o fluxo de valor, não só

trabalhando no ambiente interno da organização, mas estendendo-se para a totalidade da cadeia de suprimentos. A filosofia *Lean* é alcançada com sucesso quando as organizações possuem uma gestão que atua com práticas voltadas para qualidade total, melhoria contínua, busca com parcerias com fornecedores, sistema de gestão integrado e desenvolvimento do seu capital intelectual.

Uma organização que possui intenção de alcançar a produção enxuta deve, além de aplicar as técnicas industriais, possuir uma equipe de trabalhadores envolvidos na aprendizagem, aplicação e divulgação do sistema de manufatura enxuta. Para isso, há a necessidade da organização investir em capacitação e nas atividades de mudanças organizacionais, visto que a adoção de um modelo com essas finalidades afetará diretamente a cultura da organização (ETI, OGAJI e PROBERT, 2006; BRYSON, 2008; LINN, 2008 e LACEY, 2010).

Assim, justifica-se este estudo pelo fato da organização estudada estar perdendo competitividade no mercado devido ao alto índice de atraso nas entregas de produtos aos clientes em função de atraso dos fornecedores nas datas de entrega, recebimento de matéria prima/insumos fora das especificações solicitadas, além das perdas tradicionais existentes no processo produtivo da empresa. Com a aplicação da manufatura enxuta espera-se eliminar tais problemas, através da mudança cultural, da aplicação de técnicas modernas de gestão da produção e da busca de parcerias com os fornecedores.

Objetivos

Dividem-se os objetivos deste trabalho em geral e específicos. O objetivo geral pode ser descrito como:

Buscar a integração da cadeia de suprimentos de uma indústria fabricante de implementos agrícolas visando a melhoria da competitividade da empresa, através da implantação da manufatura enxuta.

Esse objetivo geral desdobra-se nos seguintes objetivos específicos:

- a) Mapear o fluxo de valor da cadeia de suprimentos, desde o fornecedor até o revendedor do produto acabado;
- b) Identificar as perdas nos processos produtivos, minimizando as atividades que não agregam valor ao produto;
- c) Implementar melhorias internas visando a eliminar perdas;
- d) Avaliar as condições e auxiliar os fornecedores na adoção da manufatura enxuta;

- e) Avaliar a localização geográfica e desenvolver fornecedores para substituir fornecedores não interessados em participar da rede de suprimentos da empresa.

Limitação da pesquisa

A empresa estudada trabalha com duas linhas de produtos com aplicações distintas na agricultura. Devido às variações de produtos, em função da aplicabilidade de cada produto, este estudo limita-se a avaliar os dois produtos de uma mesma linha de produção, com maior demanda de vendas. Isso foi verificado pela análise de relatórios gerenciais da empresa.

Estrutura do trabalho

Esse trabalho está estruturado em cinco seções. A primeira seção apresenta a introdução ao tema, em que se explicita o problema de pesquisa encontrado, a questão chave de pesquisa, a justificativa, o objetivo geral, os objetivos específicos e a estrutura do trabalho.

A segunda seção apresenta o primeiro artigo dessa dissertação. Trata da aplicação da manufatura enxuta no ambiente interno da empresa estudada. Esse é o primeiro passo para a implantação da manufatura enxuta em toda a cadeia de suprimentos, conseguido assim a integração dos fornecedores.

O segundo artigo, o qual complementa a pesquisa, é apresentado na terceira seção. Esse artigo mostra a integração da cadeia de suprimentos, fator importante para o alcance dos objetivos e implantação da manufatura enxuta.

A quarta seção faz uma discussão dos resultados obtidos, relacionando os dois artigos e compilando os dados e resultados desses para o alcance dos objetivos desse trabalho. Já as conclusões são apresentadas na quinta seção.

ARTIGO 1 - APLICAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA COMO FATOR DE AUMENTO DA COMPETITIVIDADE

Resumo: O objetivo deste estudo foi implantar a manufatura enxuta em uma empresa fabricante de implementos agrícolas. Para tanto se realizou o mapeamento do fluxo de produção, identificando os problemas existentes e buscando melhorias para reduzir as perdas e adotar um processo contínuo de fabricação. A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa e estudo de caso. A coleta dos dados foi realizada com o uso de técnicas de observação, pesquisa documental e cronoanálise. Com base nos dados coletados aplicou-se o ciclo de Planejamento, Execução, Verificação e Ação - PDCA, que auxiliou na identificação e eliminação dos problemas a serem combatidos, no planejamento das ações de melhoria a serem desenvolvidas e na padronização do processo. Após a implantação das melhorias propostas, obteve-se um acréscimo de produtividade e de vendas, aumentando a participação no mercado. Conclui-se que a aplicação da manufatura enxuta trouxe os resultados esperados em termos de competitividade para a empresa.

Palavras-chave: Produção enxuta; Mapeamento do processo; Competitividade; Setor metal mecânico.

LEAN MANUFACTURING APPLICATION AS A FACTOR IN INCREASING THE COMPETITIVENESS

Abstract: The aim of this study was to implant lean manufacturing in a factory of agricultural implements. For that we carried out the value stream mapping identifying problems and seeking improvements to reduce losses and to adopt a continuous process of manufacturing. The used methodology was qualitative research and case study. The data collecting was conducted using the techniques of observation, archival research and chrono-analysis. Based on the data collected was applied the Plan, Do, Check and Action cycle – PDCA, which assisted in identifying and eliminating of the problems to be countered, in the planning of improvement actions to be developed and process standardization. After the implementation of the proposed improvements, there was obtained an increase in productivity and sales, increasing market share. It is concluded that the application of lean manufacturing has brought the expected results in terms of competitiveness for the company.

Keywords: Lean manufacturing; Value stream mapping; Competitiveness; Metal mechanic sector.

1 Introdução

Redução dos custos, capital intelectual, resposta às variações da demanda, informações corretas sobre o mercado, estratégia alinhada aos objetivos e metas, cultura organizacional adequada, comprometimento e apoio dos membros da organização são fatores essenciais para que uma organização mantenha-se competitiva (PHUSAVAT e KANCHANA, 2008; LOLLAR, BEHESHTI e WHITLOW, 2010). Logo, a aplicação da produção enxuta e da redução das perdas no processo, isoladamente, não eleva a competitividade organizacional, mas representa um passo em direção a esse objetivo. Nesse contexto, Moreira e Pais (2011), Cudney e Elrod (2011) e Pheng, Arain e Fang (2011) demonstram a importância da manufatura enxuta, visto que com a crescente flexibilização e competição entre empresas, as organizações que adotam o sistema de produção enxuta levam vantagem sobre as demais. Isso porque tratam melhor as informações, lançando-as no momento certo, otimizando o fluxo de materiais. Com isso não geram estoques desnecessários e aumentam a flexibilidade dos setores produtivos.

Taj (2008) e Cudney e Elrod (2011) afirmam que a produção sem estoques nasceu na Toyota com o nome de Sistema Toyota de Produção – STP. Mais tarde esses conceitos também começaram a ser denominados de produção enxuta ou *Lean manufacturing*, um termo mais comumente utilizado nos países do ocidente (MARKSBERRY ET AL, 2010). Inicialmente esse modelo de gestão foi desenvolvido para a busca de melhoria nos processos produtivos da Toyota, na década de 1970. Atualmente, esse modelo de produção está sendo aplicado em organizações de todos os ramos e portes (MEYBODI, 2009; PHENG, ARAIN e FANG, 2011). Isso acontece porque a produção enxuta busca a eliminação dos desperdícios, tornando o fluxo de informações e materiais limpo, reduzindo o tempo de produção, evitando atrasos nas entregas, auxiliando na identificação de problemas e de suas causas, facilitando a tomada de decisão e a busca por melhoria contínua, tanto nos processos como nos produtos. Porém, para alcançar tal patamar, as organizações devem aplicar as técnicas desenvolvidas por esse sistema, além de possuir uma equipe de trabalhadores envolvidos na aprendizagem, aplicação e divulgação da manufatura enxuta. Para isso, há a necessidade de investimento em capacitação e nas atividades de mudanças organizacionais, visto que a adoção de um modelo com essas finalidades afeta diretamente a cultura da organização (ETI, OGAJI e PROBERT, 2006; BRYSON, 2008; LINN, 2008; LACEY, 2010).

Shah e Ward, (2007); Pheng, Arain e Fang (2011) e Cudney e Elrod (2011) enfatizam que a implantação da produção enxuta inicia-se com a busca pela eliminação dos desperdícios

em todo o fluxo de valor. Porém, esse trabalho não deve desenvolver-se exclusivamente no ambiente interno da organização. Essa cultura deve estender-se a toda a cadeia de suprimentos em questão. A filosofia *Lean* é alcançada com sucesso quando as organizações possuem uma gestão que atua com práticas voltadas para qualidade total, melhoria contínua, busca de parcerias com fornecedores, sistema de gestão integrado e desenvolvimento do seu capital intelectual (CUDNEY e ELROD, 2011). E, o primeiro passo é conhecer a si mesmo profundamente. Assim, esse estudo tem como objetivo implantar a manufatura enxuta em uma empresa de fabricantes de implementos agrícolas. Para tanto se realizou o mapeamento do fluxo de produção, identificando os problemas existentes e buscando melhorias para reduzir as perdas e adotar um processo contínuo de fabricação. Para alcançar o objetivo foi realizada uma análise das vendas dos últimos cinco anos, identificando-se os modelos de maior demanda, os quais se tornaram objeto de estudo desse artigo. Escolhidas as linhas de produção, utilizaram-se técnicas de observação, pesquisa documental e cronoanálise para conhecer profundamente os processos produtivos existentes. Utilizando os dados coletados aplicou-se o ciclo PDCA, em que verificaram-se os problemas a serem combatidos, as ações de melhoria e serem desenvolvidas, a busca pela eliminação das causas dos problemas identificados e o desenvolvimento da padronização do processo.

Esse artigo está assim organizado: na seção 2 é apresentada uma revisão teórica sobre a manufatura enxuta e fluxo de valor. A seção 3 indica a metodologia utilizada, e a seção 4 mostra os resultados da pesquisa. Após, são apresentadas as conclusões do estudo.

2 Manufatura enxuta e fluxo de valor

Cada vez mais, as organizações são obrigadas a enfrentar as dificuldades impostas pela crescente exigência dos clientes, pela concorrência e pelas mudanças ambientais. Para tanto, buscam criar vantagens competitivas, através da melhoria contínua dos processos e produtos. Uma das formas de alcançar esse objetivo é mapear, analisar e entender sua cadeia produtiva. Uma cadeia de produção é a relação existente entre todos os envolvidos na fabricação de um produto. Esses envolvidos participam desde o fornecimento de matérias-primas, o fornecimento de equipamentos de transformação, a manufatura, passando pela distribuição e utilização pelo cliente final (CASTRO, LIMA e CRISTO, 2002; PIRES e NETO, 2010). Com a cadeia produtiva constituída e o conhecimento da relação entre cada elo, mais facilmente se estabelecerá uma visão sistêmica, visualizando os pontos fortes e fracos, assim como oportunidades ou ameaças ao desenvolvimento da organização.

Com a introdução de técnicas de produção enxuta como o *Just-in-time* - JIT, torna-se indispensável a relação estreita de parceria entre os fornecedores levando ao cumprimento dos requisitos da filosofia JIT de entrega no prazo, qualidade e quantidades corretas. Para tanto, a gestão da cadeia de suprimentos, ou de produção, deve reduzir o número de fornecedores de cada parte do produto, permitindo um maior envolvimento e cooperação dos fornecedores no desenvolvimento do produto (ALVES Fº ET AL., 2004). A Figura 1 mostra esses pressupostos.

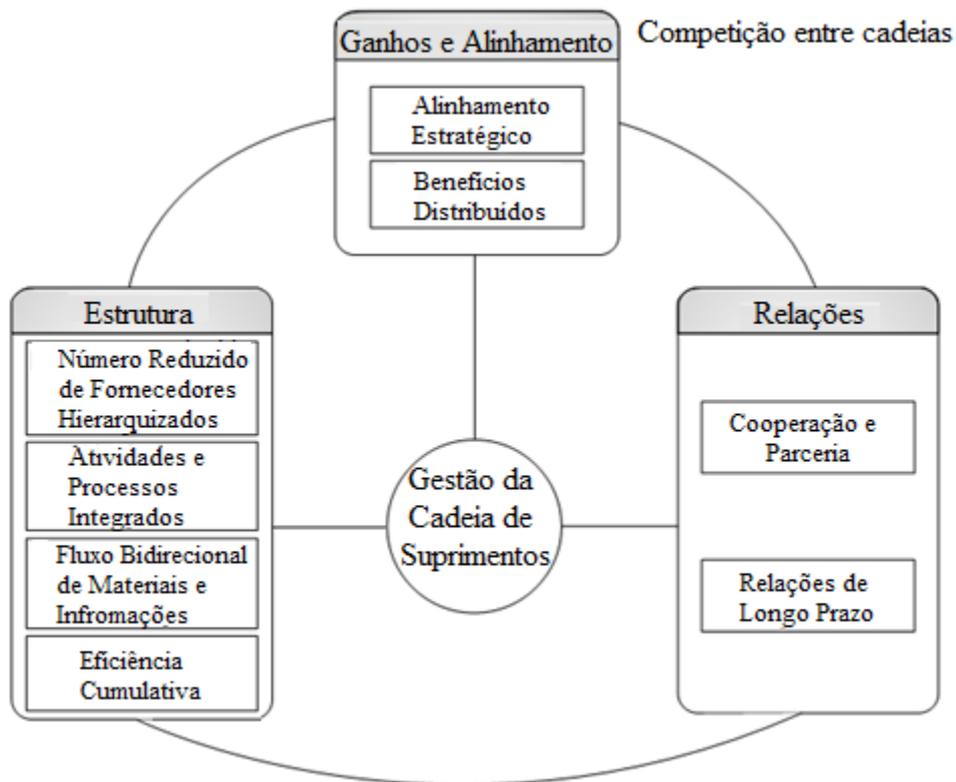


Figura 1: Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos. Fonte: Alves Fº et al. (2004, p.279)

Com a utilização do modelo apresentado na Figura 1, os participantes de uma cadeia de produção avaliam e adéquam sua estrutura; reduzindo o número de fornecedores, melhorando as atividades e processos, criando um fluxo integrado de materiais e informações, que melhora a eficiência da cadeia. Além disso, deve haver um alinhamento entre as estratégias dos participantes visando um resultado positivo mútuo. Isso se consegue com a formação de parcerias e o relacionamento de longo prazo entre os participantes da cadeia.

Para que esses pressupostos sejam melhor utilizados, a gestão da cadeia de produção tem passado por várias mudanças. Uma das mais conhecidas é a filosofia de produção enxuta

que parte da premissa de atender aos clientes cada vez melhor, através da agregação de valor ao produto, durante toda a cadeia de produção (CUDNEY e ELROD, 2011).

A gestão da cadeia utilizando a manufatura enxuta pode ser aplicada a todos os processos de uma organização, bem como a um único produto ou serviço, de acordo com as necessidades de cada empresa. Dentro de um sistema que busca a manufatura enxuta, uma das ferramentas mais importantes é o mapeamento do fluxo de valor. Esse identifica os trabalhos com valores agregados ou não-agregados. Assim, visualizam-se desperdícios e ainda se contribui para a adequação dos processos da organização aos princípios *lean*, contribuindo para a melhoria do desempenho dos processos, dos fluxos e proporcionando maior integração entre todas as etapas do mesmo. A realização de trabalhos de melhoria de processo sem a realização do mapeamento do fluxo de valor, leva a resultados muito inferiores ao potencial existente, pois as melhorias são traçadas considerando-se somente uma parte do sistema organizacional, não o todo (ROTHER e SHOOK, 2003).

Outra ferramenta chave para alcançar a produção enxuta nas organizações é o JIT. A meta do JIT é a redução dos desperdícios através da minimização das perdas durante toda a cadeia produtiva, a fim de terem-se as peças certas, na quantidade correta, no momento e local onde serão utilizadas. Assim, consegue-se reduzir os estoques e os materiais em movimentação (LOW e SHOW, 2008; BOYLE e SCHERRER-RATHJE, 2009; RAHMAN, LAOSIRIHONGTHONG e SOHAL, 2010; CUDNEY e ELROD, 2011).

Um processo com características enxutas produz somente o necessário para o processo seguinte. Com isso, há redução de desperdícios relacionados à superprodução, como produtos defeituosos, espera e movimentação. Além disso, o processo enxuto auxilia na identificação das causas destes desperdícios, o que o torna ainda mais importante para as empresas. Para isso, busca-se interligar todos os processos – desde o consumidor final até a matéria-prima – em um fluxo regular sem retornos que gere o menor *lead-time*, e a mais alta qualidade e o custo mais baixo (ROTHER e SHOOK, 2003).

Rother e Shook (2003) relatam que para atingir um fluxo de valor enxuto podem-se seguir os seguintes passos:

- a. Produzir de acordo com o *takt-time*, que sincroniza o ritmo de trabalho da produção para acompanhar o ritmo de vendas;
- b. Desenvolver fluxos contínuos onde for possível e usar o *kanban* onde o fluxo contínuo não for possível;
- c. Enviar a programação para somente um processo de produção;

- d. Nivelar o *mix* de produtos. Deve-se distribuir a produção de diferentes produtos com uniformidade na ocupação da capacidade produtiva;
- e. Nivelar o volume de produção;
- f. Desenvolver a habilidade de produzir as mesmas peças todos os dias nos processos anteriores ao processo puxado.

Dentre os problemas encontrados para a aplicação do sistema de manufatura enxuta, Matson e Matson (2007) apontam em cada etapa do processo, os fatores mostrados no Quadro 1.

Quadro 1- Problemas encontrados na aplicação da manufatura enxuta

ELEMENTO DA CADEIA DE PRODUÇÃO	FATORES
Fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> - tempo de entrega - tempo de reação a alteração de demanda - qualidade das peças fornecidas - <i>lead-time</i> - falta de comunicação - problemas relacionados a produtos em atraso
Centro da cadeia de produção	<ul style="list-style-type: none"> - qualidade do produto - manuseio de material - treinamento - nível de habilidade empregado - trabalho em processo de inventário - disponibilidade de trabalho - capacidade de produção limitada - inventário de peças acabadas
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> - mudanças nos horários de necessidade de recebimento - previsões falhas - transportadores - falta de comunicação

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Matson e Matson (2007)

3 Metodologia

A aplicação do *just-in-time* para a otimização dos sistemas produtivos tem sido amplamente utilizada ao redor do mundo, como mostram os estudos de Matson e Matson (2007); Boyle e Scherrer-Rathje (2009); Meybodi (2009); Rahman, Laosirihongthong e Sohal (2010); Cudney e Elrod (2011); Gurumurthy e Kodali (2011). Esses estudos apresentam a utilização do sistema de manufatura enxuta para obter ganhos na flexibilidade dos processos, a integração entre fabricantes e fornecedores, a aplicação do mapeamento de fluxo de valor e estudos de caso que apresentam a metodologia para implantação do JIT.

Outros estudos mostram que a aplicação das técnicas de manufatura enxuta vai além das empresas industriais. Green Jr., Inman e Birou (2011) aplicam o JIT na estrutura

organizacional da gestão de negócios, voltada para ações de vendas. Pheng, Arain e Fang (2011) aplicam as técnicas de manufatura enxuta para melhorar a prestação de serviços de construção de terminais de aeroportos.

Assim, observa-se que a literatura apresenta várias aplicações e modos de implantação das técnicas de manufatura enxuta. Além disso, comprova-se que o modelo desenvolvido pela Toyota, na década de 1970, não pode ser apenas copiado e implantado nas organizações. Deve haver a avaliação da cultura organizacional e a preparação das pessoas para as mudanças que a aplicação do modelo de gestão da manufatura acarretará aos envolvidos no processo: fornecedores, colaboradores e clientes.

Para o desenvolvimento deste estudo foram seguidas as etapas metodológicas propostas por Richardson (1999), Malhotra (2006), Gil (2010) e Miguel (2010), trabalhando-se com pesquisa qualitativa e estudo de caso. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são a base do processo da pesquisa qualitativa, em que o pesquisador desenvolve conceitos, ideias e concluiu acerca de padrões encontrados nos dados. Nesse sentido o pesquisador trabalha com subjetividade, com possibilidades infinitas de exploração (RICHARDSON, 1999). Essa abordagem é utilizada principalmente para detectar as características de indivíduos, grupos ou organizações auxiliando na compreensão do contexto do problema (BLUHM, HARMAN, LEE e MITCHELL, 2011). Porém, mesmo trabalhando-se com dados subjetivos, o pesquisador deve conseguir transformar tais dados em algo que possa ser, de alguma forma, quantificado (GIL, 2010). Nesse sentido esse trabalho faz uso da pesquisa qualitativa para identificar, descrever, interpretar, analisar e buscar melhorias para os problemas detectados, com o objetivo de auxiliar na implantação da produção enxuta nas linhas de maior demanda da organização estudada.

Para melhor visualização das etapas da pesquisa, construiu-se um fluxograma, que demonstra a realização das atividades de análise, com as respectivas técnicas adotadas para a implantação do just-in-time em uma empresa fabricante de implementos agrícolas. Este modelo de condução das atividades é mostrado na Figura 2.

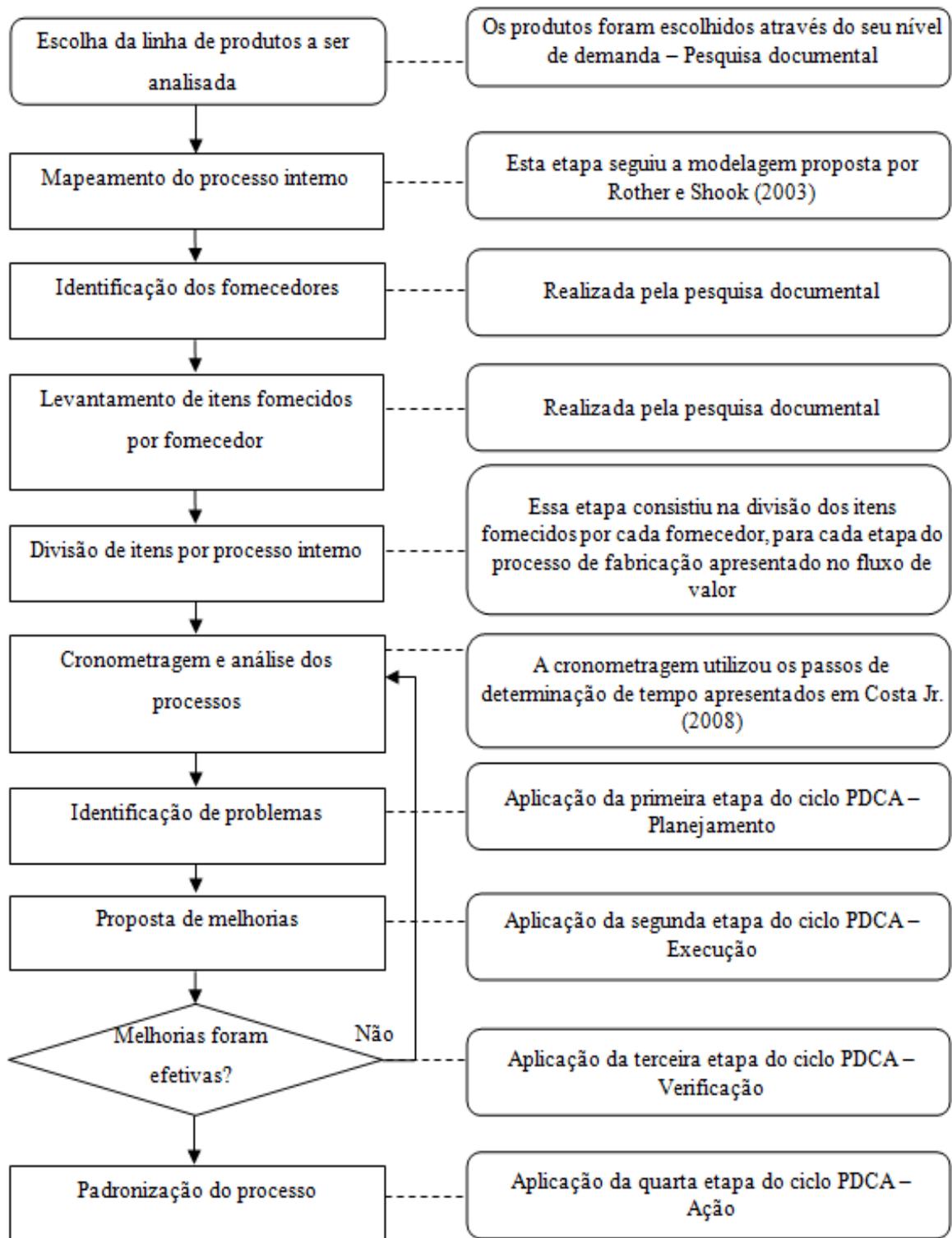


Figura 2: Metodologia de condução das atividades

A técnica de pesquisa utilizada foi o estudo de caso, que estuda profunda e exaustivamente um ou poucos objetos de estudo, de maneira a alcançar um amplo e detalhado conhecimento sobre os fenômenos estudados. O objetivo é investigar intensamente a situação atual, os antecedentes e as interações ambientais, de uma dada unidade social (GIL, 2010).

A coleta de dados desenvolveu-se através das técnicas de observação não estruturada e estruturada, pesquisa documental e cronoanálise. A observação não estruturada, técnica em que o observador realiza o monitoramento dos aspectos que parecem importantes, sem especificar antecipadamente os detalhes (MALHOTRA, 2006), foi utilizada no início da pesquisa buscando conhecer melhor o processo produtivo, a cultura, os procedimentos e as rotinas da organização. A observação estruturada, técnica em que o pesquisador define detalhadamente o que deve ser observado, registrado e medido (MALHOTRA, 2006), foi utilizada juntamente com o processo de cronoanálise e na aplicação do ciclo PDCA.

A pesquisa documental, técnica em que o pesquisador investiga documentos originais, que ainda não receberam tratamento analítico (GIL, 2010), foi utilizada durante todo o desenvolvimento da pesquisa, tanto para conhecer melhor o processo, normas e rotinas, bem como para auxiliar na detecção de possíveis falhas. Os principais documentos analisados foram: relatórios de produção, procedimentos operacionais, cadastros de peças, insumos e fornecedores, descrição de cargo, análise de notas fiscais recebidas e emitidas, histórico de vendas, histórico de entregas de matéria-prima dentro do prazo, histórico dos problemas e reclamações referentes a cada linha/produto.

Também foi utilizada a cronoanálise. Essa técnica de coleta de dados é realizada através da observação da metodologia de trabalho, dos materiais, das ferramentas e das instalações utilizadas, juntamente com a cronometragem do tempo necessário para a realização de cada atividade. Busca-se através da cronoanálise, determinar o tempo necessário para que um funcionário realize o seu trabalho em ritmo normal, juntamente com as informações sobre a metodologia utilizada pela organização.

Após a coleta e análise dos dados, utilizou-se o ciclo PDCA para identificar os problemas, propor melhorias, controlar e padronizar os novos métodos de trabalho. Nessa etapa utilizaram-se ferramentas da qualidade, tais como: fluxograma, *brainstorming*, diagrama de causa e efeito, folha de verificação, gráfico de Pareto e 5W2H. Dentre essas ferramentas, destaca-se o uso do *brainstorming*. Essa técnica consiste em trabalho coletivo de geração de novas ideias, através da contribuição individual de cada participante, as quais são analisadas e debatidas por todo o grupo, composto pelo proprietário da organização, seus gerentes e supervisores dos setores de administração e produção. Assim, na etapa de planejamento das ações, os autores apresentam as informações coletadas e analisadas durante o desenvolvimento do estudo, juntamente com as sugestões de melhoria aos participantes do *brainstorming*, os quais após debate demonstraram sua concordância com as ideias

apresentadas pelos pesquisadores na busca pela manufatura enxuta nas linhas de maior demanda da organização.

4 Aplicação da manufatura enxuta nos processos de fabricação dos modelos “A” e “B”

A empresa estudada é do ramo metal-mecânico, de pequeno porte, que fabrica implementos agrícolas. Seu mercado abrange os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Possui duas linhas de produtos, focadas em áreas distintas da agricultura. Cada linha possui modelos específicos para utilização de acordo com o porte da propriedade rural.

Todos os modelos produzidos utilizam peças importadas. Essas fazem parte dos sistemas de alimentação e controle de pressão de trabalho. Os materiais importados são adquiridos de um revendedor localizado no Rio Grande do Sul. Já as demais peças, todas de fabricantes nacionais, são adquiridas de treze fornecedores, todos localizados na Região Sul do Brasil. As peças metálicas, confeccionadas por meio de corte a laser foram projetadas e desenvolvidas exclusivamente para adequarem-se aos produtos, fazendo com que o mesmo mantenha-se dentro do design desenvolvido para a marca. Isso foi realizado para que a marca da empresa apresentasse um visual mais moderno em relação aos concorrentes de marcas tradicionais no mercado agrícola.

O setor produtivo da organização é dividido em órgãos de linha e *staff*. Os órgãos de linha são estamparia, pintura, montagem e setor de testes. Já os órgãos *staff*, também conhecidos como setores de apoio são a manutenção, almoxarifado e área técnica. O setor de estamparia fabrica peças que são utilizadas na montagem de alguns modelos. A pintura é responsável pela aplicação dos revestimentos contra corrosão e tintas nas peças produzidas na estamparia. A montagem é dividida em quatro etapas, sendo que em cada uma dessas ocorre a montagem das peças recebidas dos diferentes fornecedores. E, na quarta etapa da montagem realizam-se os testes finais.

Esse estudo visa analisar a linha de produtos de maior demanda identificados através da análise dos relatórios de vendas dos últimos cinco anos. Esta análise delimitou o estudo em dois modelos, denominados A e B.

O modelo A foi desenvolvido para propriedades de médio e grande porte, com o objetivo de atender as funções básicas dos produtores rurais, sendo que os produtos

encontrados no mercado possuem características em comum. Como diferencial foram acrescentadas ao produto inovações no sistema de comando operacional e controle de pressão.

Os clientes possuem opção de solicitar acessórios que podem ser instalados no equipamento de acordo com suas necessidades e tamanho da área a ser cultivada. Esse modelo possui alta capacidade produtiva. Por isso é adquirido, principalmente, por proprietários de médias ou grandes extensões de terra. Isso faz com que a maioria dos clientes seja de regiões distantes da planta de fabricação. Essa distância faz com que o preço final do produto eleve-se em função de maior custo de frete. Além disso, o custo do serviço de pós-vendas e a assistência técnica tornam-se mais elevados.

Considerando a baixa procura pelo modelo A na região onde a planta de fabricação está instalada, a organização estudada buscou identificar as causas e quais características o produto deveria apresentar para ter maior aceitação no mercado local realizando uma pesquisa de mercado. A partir desta pesquisa, a empresa percebeu uma possibilidade de aumentar suas vendas, no mercado regional, desenvolvendo o projeto de um novo produto, denominado de modelo B, adequado à realidade da região, que é caracterizada por pequenas propriedades rurais. Esse produto possui dimensões menores, tanto de altura quanto de largura e profundidade. Apesar de possuir menor autonomia durante o trabalho de campo, satisfaz às necessidades de pequenas propriedades, por possuir a mesma funcionalidade e possibilidade de instalação de todos os acessórios disponibilizados ao modelo A.

4.1 Modelo A

O processo de fabricação do modelo A é dividido em quatro etapas. Para a fabricação são utilizados noventa e três itens, provenientes de quatorze fornecedores. Os Fornecedores 1 e 2 fabricam modelos específicos para a empresa estudada. Assim, para minimizar o custo unitário das peças, é confeccionado um lote mínimo de produção de vinte e cinco peças. Essas são mantidas em estoque e suprem a demanda da empresa por quatro meses, em situação normal do mercado consumidor. Os demais fornecedores são contatados conforme a demanda da empresa, visto que são distribuidores e fabricantes de peças comuns a outras empresas do ramo. Essa demanda é informada pelos revendedores dos produtos, visto que a empresa estudada não realiza venda direta de seus produtos ao cliente final.

Internamente, é lançada a programação semanal de produção para todos os processos de fabricação. Para a expedição se apresenta a listagem diária das entregas, para otimizar o

transporte e a emissão das notas fiscais. Os setores da empresa trabalham em turno único. Esse fluxo de informações pode ser observado na Figura 3.

Dos noventa e três itens e quatorze fornecedores envolvidos no processo, a distribuição de itens fornecidos por cada processo produtivo é mostrada no Quadro 2.

Quadro 2 - Relacionamento de fornecedores e processos internos – Modelo A

Fornecedor	Nº de itens fornecidos	Processo que usam os itens
1	1	Montagem 1
2	2	Montagem 2
3	1	Montagem 2
	3	Montagem 3
4	4	Montagem 3
5	4	Montagem 3
6	1	Montagem 3
7	2	Montagem 3
8	1	Montagem 3
9	2	Montagem 3
10	7	Montagem 3
11	48	Montagem 3
	9	Montagem 4
12	6	Montagem 3
13	1	Montagem 4
14	1	Montagem 4

No processo denominado de Montagem 1 são montados os *kits* de peças fornecidos pelo Fornecedor 1. Esse *kit* é composto por uma peça principal, em que são montadas as demais peças. Ainda, compõem esse *kit*, mais quatro ou seis peças, dependendo da solicitação dos clientes. No processo “Montagem 2” dois itens fornecidos pelo Fornecedor 2 e um pelo Fornecedor 3 são montados sobre a estrutura montada até o momento. O processo “Montagem 3” é o mais demorado e nele são utilizados os itens que agregam maior valor no produto, R\$ 7.161,28, pois são os itens de funcionalidade do equipamento. Nessa etapa, estando o produto com sua estrutura montada, são acoplados os demais itens, os quais garantem a funcionalidade do mesmo. O processo “Montagem 4” é responsável pela colocação de itens sensíveis e de acabamento. Este macro-fluxo é apresentado na Figura 3.

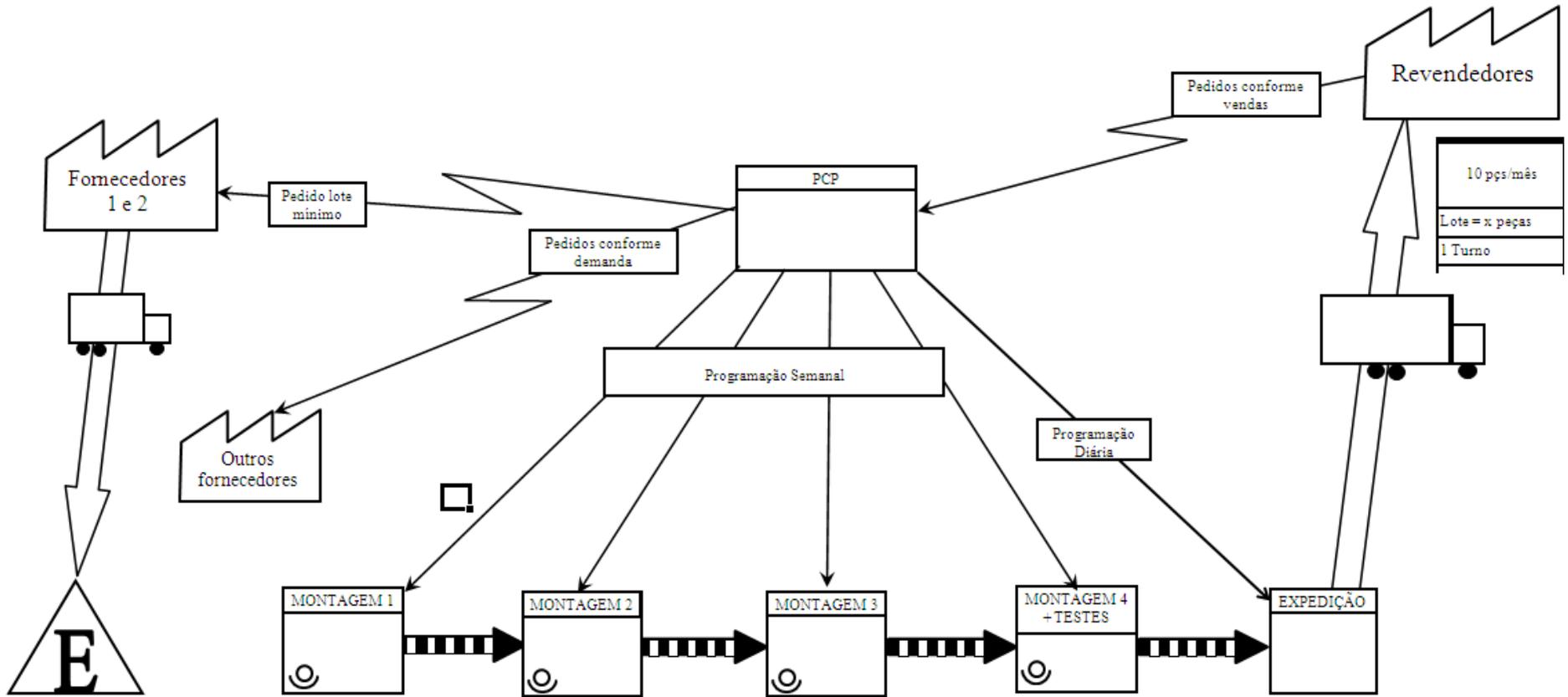


Figura 3: Macro-fluxo de fabricação do Modelo A

Para cada etapa do processo são utilizados materiais que apresentam valores e pesos, como mostra o Quadro 3. Esses dados foram retirados do sistema da empresa, que relaciona os insumos e matérias-primas utilizadas em cada equipamento com as notas fiscais de entrada desses na organização.

Quadro 3 - Materiais utilizados em cada processo de fabricação do Modelo A

Processo	kg	% de peso	Valor	% de valor
Montagem 1	336	54,05%	R\$ 4.500,00	31,88%
Montagem 2	53,9	8,67%	R\$ 1.767,06	12,52%
Montagem 3	140	22,52%	R\$ 7.161,28	50,74%
Montagem 4	91,8	14,77%	R\$ 685,51	4,86%
Total	621,7	100,00%	R\$ 14.113,85	100,00%

Assim, avaliando os dados de valor de peças utilizadas na montagem, construiu-se o diagrama de Pareto para priorizar as ações de melhoria na aquisição desses itens. Esse gráfico para o Modelo A é apresentado na Figura 4.

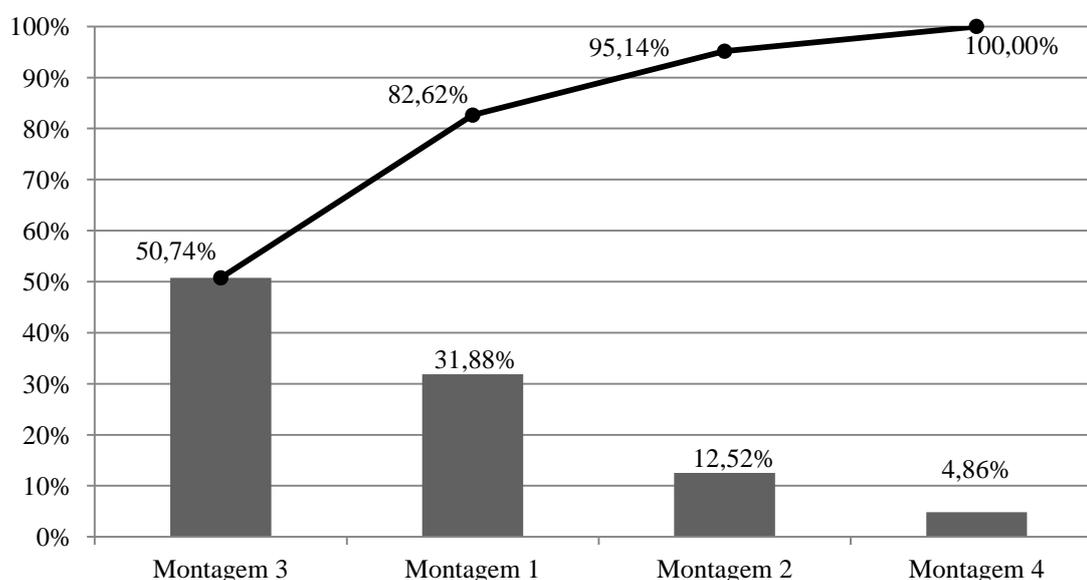


Figura 4: Pareto dos custos de aquisição de materiais para fabricação do Modelo A

Observa-se pela Figura 4 que os maiores custos de aquisição estão relacionados aos processos de montagem 1 e 3. Além de apresentarem custos altos, principalmente o fornecedor da Montagem 1 apresentava problemas, apesar de todos os investimentos realizados pela empresa estudada para aquisição de gabaritos para facilitar o processo do fornecedor.

Para tornar o processo de produção mais eficaz, com maior poder de competitividade com a concorrência, foram aplicadas técnicas de manufatura enxuta nos processos de montagem. Assim foram avaliados os tempos e os problemas de cada processo para apresentação de propostas de melhoria no *lead-time* do modelo. Os problemas encontrados foram divididos entre os processos de montagem, seguindo-se a sequência de prioridades identificada pelo Gráfico de Pareto apresentado na Figura 4.

Na Montagem 1 ocorriam muitos problemas de alinhamento dos produtos adquiridos. Isso causava retrabalho, onde eram necessários serviços de corte de peças, alinhamento, solda e retoque da pintura. Com isso, a qualidade do acabamento ficava prejudicada e havia um consumo de tempo não previsto na fabricação do produto. Essa perda com problemas de qualidade do fornecedor estava aumentando o tempo de passagem do produto pelo processo “Montagem 1” em uma hora. Além desse problema, a peça principal fornecida pelo Fornecedor 1 não estava sendo fabricada com a especificação correta de furações. Esse problema fazia com que um dos itens fornecidos pelo Fornecedor 3 não pudesse ser montado sem que as furações fossem refeitas. Isso demandava dez minutos de trabalho do montador no processo “Montagem 2”. Para solucionar esses problemas foram alterados os projetos e confeccionados gabaritos para a produção das peças. Todos esses investimentos foram realizados pela empresa estudada, com a finalidade de agilizar seu processo, sem a necessidade de operação de retrabalho, além de manter o padrão de qualidade planejado.

Na etapa de Montagem 2, os problemas encontrados eram causados pela montagem dos *kits* de peças no processo anterior e pelos problemas de qualidade do Fornecedor 1. Assim, o tempo estimado era extrapolado.

Já na Montagem 3 as maiores perdas estavam relacionadas à ergonomia, pois para montar as peças, em sua maioria de pequeno porte, os montadores deviam abaixar-se e/ou deitar-se sob o equipamento. Nessas posições, o rendimento estava abaixo do estimado, elevando o tempo de passagem pelo processo. Para eliminar esse problema foram construídos gabaritos de montagem com altura de trabalho regulável, que podem girar o produto em 360°, agilizando a montagem e eliminando os problemas de ergonomia. Além dessas perdas, também se identificou retrabalho na montagem 3. Nesta etapa os trabalhadores deveriam fazer marcações, uma a uma, das distâncias onde os itens do Fornecedor 4 deveriam ser furados. O tempo utilizado para realizar as trinta e seis marcações necessárias; era, em média, quinze minutos. Esse tempo era elevado para o nível de produção necessário. Com a construção do gabarito esse tempo foi reduzido para o tempo estimado. Também nesse processo, o montador não utilizava recursos auxiliares, como parafusadeiras pneumáticas com controle de torque. O

uso dessa ferramenta aumentou a produtividade e considerando que são utilizados 335 parafusos no produto, o tempo de montagem reduzia em uma hora.

O processo de Montagem 4 não apresentava perdas. No entanto, as mesmas poderiam ocorrer em função de etapas mal realizadas nos processos anteriores e seriam detectadas no momento do teste de funcionalidade do produto.

A partir da identificação desses problemas, o fluxo de materiais foi alterado e os problemas de qualidade de fornecimento foram minimizados. Para melhorar o fluxo de produção foi criado o processo de pré-montagem. Esse processo ficou responsável pelas marcações das distâncias que guiam a instalação dos trinta e seis componentes a serem montados no setor de Montagem 3. Assim, o *kit* de peças fornecido para o processo Montagem 1, passou a ser entregue na pré-montagem, eliminando-se o problema ergonômico, tanto da “Montagem 2” como da “Montagem 3”. Foram capacitados os montadores para que utilizassem o sistema de aperto dos elementos de fixação através das parafusadeiras pneumáticas, o que agilizou o processo de montagem.

Assim, o fluxo de materiais passou a ser iniciado pelo setor de pré-montagem, seguindo para a Montagem 1, que passou a realizar as atividades antes realizadas na segunda etapa de montagem. A montagem dos kits, antes realizada na Montagem 1, passou a ser realizada na Montagem 3, com todos os componentes já instalados sobre as peças maiores, o que agilizou o processo, sendo somente necessária a montagem sobre a peça principal. Para resolver os problemas de fornecimento foram realizadas reuniões com os fornecedores e evidenciados os problemas através de relatórios de recebimento de materiais, com registros fotográficos dos problemas encontrados e a solicitação formal das alterações nos lotes a serem entregues posteriormente.

Com as mudanças no fluxo e a minimização dos problemas externos, houve uma redução no tempo de fabricação dos implementos em 27%. Esse tempo representa um ganho em competitividade para a empresa, pois pode ser repassado ao cliente final de duas maneiras, como redução no tempo de mão-de-obra a ser contabilizado, reduzindo seu custo de fabricação; ou como flexibilização da produção para a montagem de outros modelos. O tempo total de mão-de-obra utilizada para a fabricação do Modelo A somou 52,5 horas. Para determinar o custo da mão de obra por processo, tomou-se o valor da folha de pagamento dos setores, acrescidos dos encargos legais, como depósito de Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, férias, décimo terceiro salário e benefícios oferecidos pela empresa. Esse valor total foi dividido pelo número de horas disponíveis para a fabricação do Modelo A. Em seguida,

multiplicou-se esse valor pelo tempo necessário para a fabricação em cada processo, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 - Tempo e custo de fabricação do Modelo A por processo

Processo	Custo hora da mão de obra	Horas utilizadas	Custo da atividade
Montagem 1	R\$ 9,20	10,5	R\$ 96,58
Montagem 2	R\$ 9,20	6,5	R\$ 59,79
Montagem 3	R\$ 9,20	33,7	R\$ 309,97
Montagem 4 + testes	R\$ 7,57	1,8	R\$ 13,63
Total			R\$ 479,97

Com a redução do tempo de mão-de-obra de fabricação, também se reduziu o valor dos rateios dos custos diretos, indiretos e de depreciação dos equipamentos da empresa. Esses dados são apresentados no Quadro 5. Considerando um total de mão-de-obra disponível para a produção desse produto como 993 horas mensais, o valor total dos custos de fabricação foi calculado a partir da Equação 1.

$$Valor\ total = \left(\frac{Total}{993} \right) * Horas\ trabalhadas \quad (1)$$

Quadro 5 - Outros custos de fabricação do Modelo A

Item	Total	Valor por hora trabalhada	Horas trabalhadas	Valor total
Custo fixo	R\$ 9.926,37	R\$ 10,00	52,5	R\$ 524,81
Custo variável	R\$ 11.294,23	R\$ 11,37	52,5	R\$ 597,13
Depreciação	R\$ 744,17	R\$ 0,75	52,5	R\$ 39,34
Outros custos do Modelo A				R\$ 1.161,28

Com a melhoria dos processos e a redução do tempo de fabricação, além da eliminação dos problemas causados pelos fornecedores, o Modelo A passou a ser mais competitivo em relação a seus concorrentes e teve um acréscimo de vendas de 42%, comparado-se o ano de 2011 em relação ao ano de 2010.

4.2 Modelo B

Esse modelo foi desenvolvido para aumentar a participação da empresa nas vendas de implementos agrícolas pré-plantio de lavouras, na região onde está instalada sua fábrica. O Modelo B possui menor porte, ideal para pequenos produtores rurais. Apesar de ser menor, possui as mesmas funcionalidades do Modelo A. Para a fabricação desse modelo, são

utilizados dois setores da empresa que haviam ficado com ociosidade de produção após a empresa passar a atuar como montadora, principalmente dos produtos do Modelo A. A empresa fabrica as peças e itens que possui capacidade, em função de seu parque de máquinas e adquire de terceiros os componentes específicos, como elementos de fixação, sistema de alimentação e acionamentos. Também, pode ser utilizada a mesma estrutura nos setores de montagem a partir da redução do tempo de fabricação do Modelo A.

Para a fabricação do Modelo B são utilizados 71 itens, adquiridos de quatorze fornecedores, alguns comuns ao Modelo A. A participação dos fornecedores no processo produtivo é mostrada no Quadro 6.

Quadro 6 - Relacionamento de fornecedores e processos internos – Modelo B

Fornecedor	Nº de itens fornecidos	Processo que utiliza o item
1	1	Montagem 1
2	1	Estamparia
3	1	Montagem 2
4	4	Montagem 2
	3	Montagem 4
5	2	Montagem 3
6	2	Montagem 4
7	3	Pintura
	42	Montagem 3
8	1	Montagem 4
9	1	Montagem 4
10	5	Montagem 3
11	1	Montagem 2
12	1	Montagem 3
13	1	Montagem 3
14	1	Montagem 3

A busca pela competitividade fez com que a empresa passasse a utilizar os setores de estamparia e de pintura, que estavam subutilizados. Além disso, o estoque para esse produto é menor do que para o Modelo A, visto que a negociação com os Fornecedores 1, 2 e 3 reduziu o tamanho de lotes mínimos para a aquisição desses materiais. Do Fornecedor 2 é adquirido o aço utilizado na fabricação.

Os Fornecedores 1 e 3 fornecem produtos desenvolvidos de acordo com o projeto do Modelo B. Para reduzir o volume de peças adquiridas, sem aumento no custo unitário, o estoque passou a ser mantido no fornecedor e o custo de produção faturado para a empresa, de acordo com a necessidade de atendimento à demanda de vendas.

A utilização desses itens é dividida entre os processos de estamparia, pintura e montagem 1, 2, 3 e 4. Na estamparia são confeccionadas as peças metálicas que serão utilizadas nas quatro etapas de montagem. Após a conformação dessas peças, segue a

aplicação de produtos anti-corrosão e pintura na cor padrão da empresa, ou de acordo com solicitação do cliente para pedidos especiais.

No processo de Montagem 1, as peças recebidas da pintura são montadas sobre a peça recebida do Fornecedor 1. Após, o produto passa ao processo Montagem 2, onde são montados os sistemas de reservatórios e alimentação. No processo 3 são realizadas todas as montagens relacionadas ao comando e à funcionalidade do produto. Por fim, na Montagem 4 são realizados o acabamento e o teste final de funcionamento do produto, com a colocação dos adesivos de identificação, de segurança, de utilização e de aprovação nos testes, além dos fechamentos do produto.

Apesar desse fluxo apresentar um maior número de etapas de fabricação, o tempo de montagem é menor, se comparado ao Modelo A. Isso pode ser atribuído ao menor número de itens a serem montados e pelo tamanho menor das peças, o que facilita o deslocamento e o manuseio das mesmas. Esse fluxo pode ser observado na Figura 5.

Distribuindo o peso e o valor das matérias-primas e dos insumos utilizados em cada processo de fabricação do Modelo B, chega-se aos valores, apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Materiais utilizados em cada processo de fabricação do Modelo B

Processo	kg	% de peso	Valor	% de valor
Estamparia	67,76	37,67%	R\$ 241,12	4,72%
Pintura	5	2,78%	R\$ 315,00	6,16%
Montagem 1	60,07	33,40%	R\$ 1.653,14	32,34%
Montagem 2	17,25	9,59%	R\$ 544,03	10,64%
Montagem 3	24,41	13,57%	R\$ 2.019,87	39,52%
Montagem 4 + testes	5,37	2,99%	R\$ 338,35	6,62%
Total	179,86	100,00%	R\$ 5.111,51	100,00%

Construindo-se o gráfico de Pareto para o Modelo B, obtém-se a Figura 6.

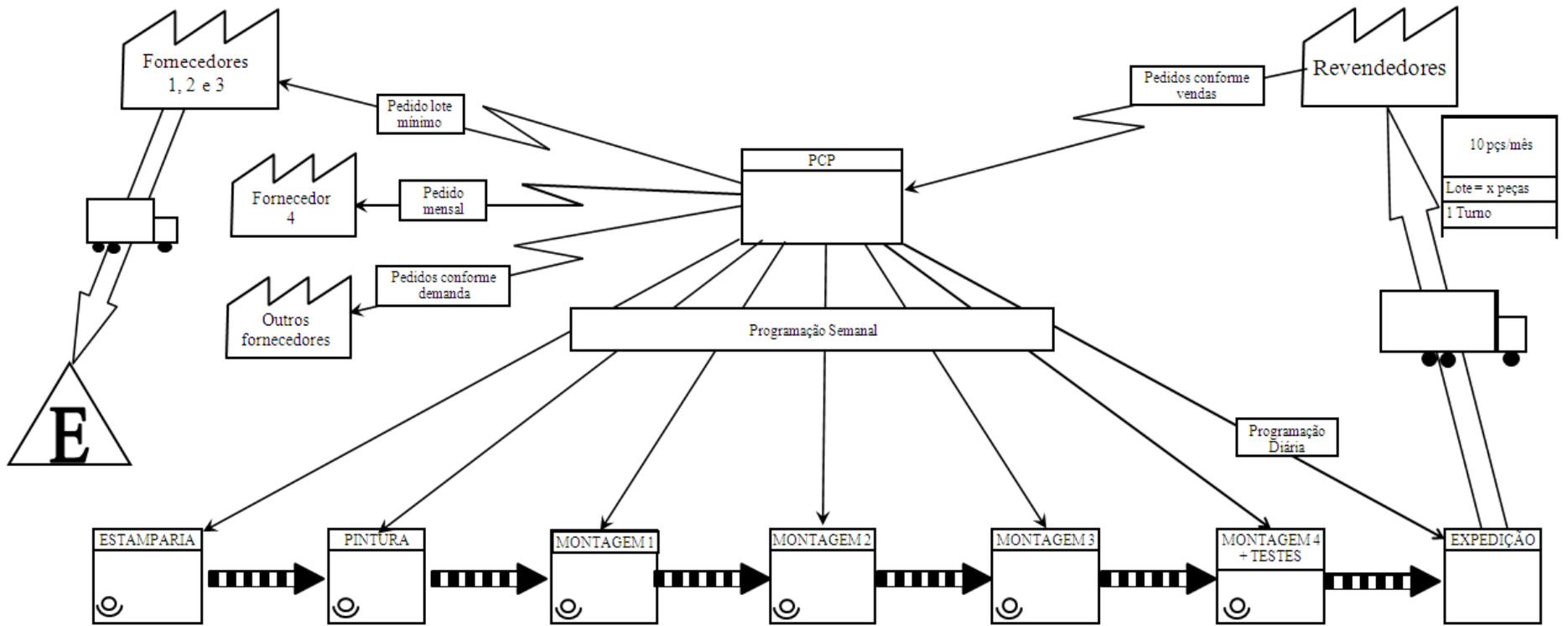


Figura 5: Macro-fluxo de fabricação do Modelo B

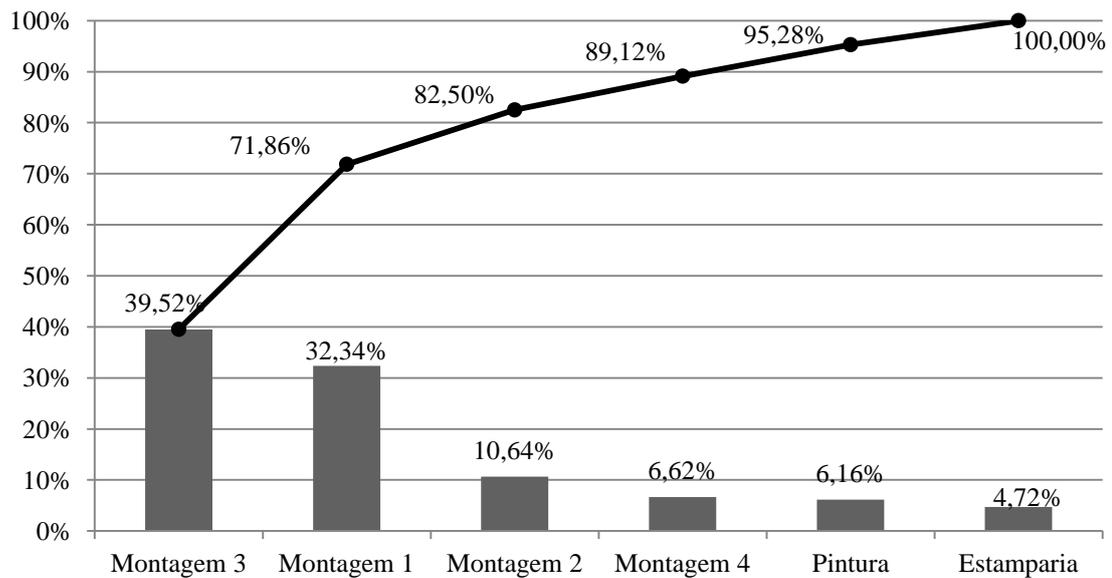


Figura 6: Pareto dos custos de aquisição de materiais para fabricação do Modelo B

Observa-se pela Figura 6 que os maiores custos de aquisição estão relacionados aos processos de montagem 3 e 1 respectivamente. Isso ocorre porque são esses processos que determinam as características de funcionalidade e de estrutura do produto.

Para tornar o processo de produção deste modelo mais eficaz, foram aplicadas técnicas de manufatura enxuta nos processos de montagem. Os problemas encontrados foram divididos entre os processos de montagem, seguindo-se a sequência de prioridades identificada pelo Gráfico de Pareto apresentado na Figura 6

Esse modelo foi desenvolvido tomando-se por base os problemas que já haviam sido enfrentados em outros modelos da empresa, como o Modelo A. Por isso, desde a fase de projeto tentou-se a redução do número de peças e a utilização de componentes comuns a outros produtos da empresa. Mesmo assim problemas surgiram e propostas melhorias foram agregadas em cada etapa do processo. Os problemas foram analisados e solucionados, seguindo-se a sequência de prioridades identificada pelo Gráfico de Pareto.

Os maiores problemas em relação ao tempo de fabricação no setor de Estamparia estavam relacionados à furação das peças, as quais necessitavam de duas ou três operações para que ficassem nas medidas necessárias para as montagens seguintes. Com a aquisição de um novo equipamento, com sistema múltiplo de furação, esse problema foi resolvido e o tempo de furação das peças foi reduzido em 35 minutos, ou 52% do tempo inicial. Na Pintura, os problemas estavam relacionados ao tempo de secagem das peças que foi reduzido com a instalação de refletores.

No setor de Montagem 1, como ocorria no Modelo A, as especificações de projeto não estavam sendo atendidas pelo fornecedor. Com a mudança desse projeto, adequando-o às capacidades do fornecedor e com duas modificações realizadas no projeto inicial reduziu-se o tempo dessa operação em 1,5 horas. Também ocorreu a redução de treze componentes de fixação.

Os problemas inicialmente encontrados durante a Montagem 2 foram eliminados com as ações tomadas para melhorar o processo de Montagem 1. Assim, o tempo de processamento nessa etapa foi reduzido em 15 minutos.

Na Montagem 3 foi reduzido o tempo em função da alteração do projeto, o que reduziu a instalação de treze componentes, se comparados com o projeto inicial. Com isso o tempo reduziu em dez minutos.

Da mesma forma como no Modelo A, a Montagem 4 não apresentava perdas. No acabamento não ocorriam problemas, porém os mesmos poderiam vir a aparecer na etapa de teste de funcionamento.

Com as melhorias implantadas nesse modelo, o tempo de ciclo desse produto foi reduzido em 2,5 horas. Com isso houve um aumento da produtividade e, conseqüentemente, melhores condições para atender a demanda. Essa demanda cresceu com a inclusão do Modelo B na linha de produtos da empresa, sendo que o mesmo representa aproximadamente 50% da produção da empresa.

Com o auxílio da Equação 2, determinou-se o custo da mão de obra de cada processo e do custo total para a fabricação do Modelo B. Esses dados são mostrados no Quadro 8.

$$\text{Custo da atividade} = \text{Custo hora da mão de obra} * \text{Horas utilizadas} \quad (2)$$

Quadro 8 - Tempo e custo de fabricação do Modelo B por processo

Processo	Custo hora da mão de obra	Horas utilizadas	Custo da atividade
Estamparia	R\$ 11,07	3,5	R\$ 38,73
Pintura	R\$ 11,07	6	R\$ 66,39
Montagem 1	R\$ 9,20	2,5	R\$ 23,00
Montagem 2	R\$ 9,20	6,3	R\$ 57,95
Montagem 3	R\$ 9,20	12,7	R\$ 116,81
Montagem 4 + testes	R\$ 7,57	0,5	R\$ 3,79
Total			R\$ 306,66

Observa-se que, mesmo realizando mais atividades na própria empresa, devido a peculiaridades do projeto do produto e por esse ser de menor porte, o Modelo B utiliza menor tempo de mão de obra e em conseqüência possui menor custo, se comparado ao Modelo A.

Analogamente ao cálculo dos outros custos realizados para o Modelo A, foi realizado o cálculo para o Modelo B, seguindo as mesmas métricas de determinação dos custos fixos, variáveis e de depreciação. Para tanto foi utilizada a Equação (1), sendo que os valores encontrados são mostrados no Quadro 9.

Quadro 9 - Outros custos de fabricação do Modelo B

Item	Total	Valor por hora trabalhada	Horas trabalhadas	Valor total
Custo fixo	R\$ 9.926,37	R\$ 10,00	31,5	R\$ 314,88
Custo variável	R\$ 11.294,23	R\$ 11,37	31,5	R\$ 358,28
Depreciação	R\$ 744,17	R\$ 0,75	31,5	R\$ 23,61
Outros custos do Modelo B				R\$ 696,77

Proporcionalmente à redução do tempo de fabricação em relação ao Modelo A, o Modelo B possui outros custos menores. Isso faz com que esse modelo seja bastante competitivo, alcançando volumes de venda superiores ao Modelo A, em termos de quantidade de produtos fabricados.

4.3 Resultados alcançados

Através do desenvolvimento das melhorias propostas, identificou-se uma redução no *lead-time* dos modelos analisados. Conforme demonstra o Quadro 10, para o Modelo A obteve-se uma redução no tempo de fabricação em 27%, onde o processo produtivo inicial estava em 71,9h e passou para 52,5h. Já o Modelo B, que possui um número maior de etapas no processo produtivo e utiliza um número menor de peças, tinha um processo produtivo de 34h. Com as melhorias desenvolvidas, esse modelo obteve uma redução de 7,5%, chegando a um ciclo de 31,5h.

Quadro 10 – Resultados das melhorias

Indicadores	Modelos	
	A	B
Redução do tempo de fabricação	27%	7,5%
Crescimento nas vendas	42%	100%

A redução deste tempo representa ganho de competitividade para a organização que teve condições de entregar seus produtos dentro dos prazos acordados com seus clientes. Isso influenciou diretamente no aumento da demanda, elevando consideravelmente sua taxas de venda como apresentado no Quadro 10.

Considerações finais

A elaboração do mapeamento de fluxo de valor é fundamental para que as organizações definam suas ações internas e externas. Para que haja um aumento da competitividade, entre os vários fatores que devem ser avaliados, ressaltam-se os valores agregados e não-agregados em cada etapa do processo produtivo. Com essas ações, pode-se concluir que este artigo contribuiu para a empresa identificar as melhorias necessárias tanto em seus produtos, nos processos e nas relações com os fornecedores. Dessa forma, conseguiu-se reduzir os tempos de fabricação dos Modelos A e B, fazendo com que a empresa pudesse repassar esse ganho para os clientes, através da redução do preço de venda, mas mantendo sua margem de lucro.

Percebe-se, com esse estudo de caso que a aplicação da manufatura enxuta pode ser utilizada com sucesso, mesmo por empresas de pequeno porte, como a empresa estudada nesse trabalho. A utilização da técnica de manufatura enxuta, aliada aos estudos para conhecimento da cultura e processo da empresa facilitou a aplicação da técnica e obtenção de resultados positivos, durante a implantação no processo produtivo. Além disso, a análise criteriosa dos dados de aquisição, produção e perdas pode ser considerada de extrema importância para que empresas de todos os portes tornem-se mais competitivas. Assim, considera-se fundamental proceder uma análise de dados de todos os setores, visto que a adoção da filosofia de manufatura enxuta e de fluxo de valor apresentadas valem para todos os setores das organizações.

Com isso, conclui-se que a aplicação da manufatura enxuta trouxe os resultados esperados inicialmente e auxiliou a empresa a melhorar sua competitividade no mercado. Por isso, recomenda-se a aplicação da metodologia utilizada nesse estudo para as demais linhas de produtos da empresa e considera-se que essa mesma metodologia possa ser aplicada a empresas de outros ramos de negócios.

Referências

ALVES Fº, A. G.; CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; NETO, M. S.; BONADIO, P. V. G. Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 3, p. 275-288, 2004.

BLUHM, D. J; HARMAN, W; LEE, T. W; MITCHELL, T. R. Qualitative Research in Management: A Decade of Progress. **Journal of Management Studies**, v. 48, n. 8, p. 1866-1894, 2011.

BOYLE, T. A.; SCHERRER-RATHJE, M. An empirical examination of the best practices to ensure manufacturing flexibility: Lean alignment. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 3, p. 348-366, 2009.

BRYSON, J. Dominant, emergent, and residual culture: the dynamics of organizational change. **Journal of Organizational Change Management**, v. 21, n. 6, p. 743-757, 2008.

CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. **XXII Simpósio de Gestão e Inovação Tecnológica**. Salvador, 2002.

COSTA JR., E. L. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: IBPEX, 2008.

CUDNEY, E.; ELROD, C. A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 5-22, 2011.

ETI, M. C., OGAJI, S. O. T.; PROBERT, S. D. Impact of corporate culture on plant maintenance in the Nigerian electric-power industry. **Applied Energy**, v. 83, n. 4, p. 299–310, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GREEN JR., K. W.; INMAN R. A.; BIROU L. M. Impact of JIT-selling strategy on organizational structure. **Industrial Management & Data Systems**, v. 111, n. 1, p. 63-83, 2011.

GURUMURTHY, A.; KODALI, R. Design of lean manufacturing systems using value stream mapping with simulation: A case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 4, p. 444-473, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI M. A. **Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LACEY, D. Understanding and transforming organizational security culture. **Information Management & Computer Security**, v. 18, n. 1, p. 4-13, 2010.

LINN, M. Organizational culture: an important factor to consider. **The Bottom Line: Managing Library Finances**, v. 21, n. 3, p. 88-93, 2008.

LOLLAR, J. G.; BEHESHTI, H. M.; WHITLOW, B. J. The role of integrative technology in competitiveness. **Competitiveness Review: An International Business Journal**, v. 20, n. 5, p. 423-433, 2010.

LOW, S. P.; SHOW, M. Y. Facilities design incorporating just-in-time principles for ramp-up light factories in Singapore. **Facilities**, v. 26, n. 7/8, p. 321-342, 2008.

MALHOTRA. N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARKSBERRY, P.; BADURDEEN, F.; GREGORY, B. & KREAFLE, K. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 6, p. 670-686, 2010.

MATSON, J. E.; MATSON, J. O. Just-in-time implementation issues among automotive suppliers in the southern USA. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 12, n. 6, p. 432-443, 2007.

MEYBODI, M. Z. Benchmarking performance measures in traditional and just-in-time companies. **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, n. 1, p. 88-102, 2009.

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

MOREIRA, A. C.; PAIS, G. C. S. Single minute exchange of die: a case study implementation. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 6, n. 1, p. 129-146, 2011.

PERES, C. R. C.; LIMA, G. B. A. Proposta de modelo para controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados. **Gest. Prod.**, v. 15, n. 1, p. 149-158, 2008.

PHENG, L.S.; ARAIN, F.M.; FANG, J. W.Y. Applying just-in-time principles in the delivery and management of airport terminal buildings. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 1, n. 1, p. 104-121, 2011.

PHUSAVAT, K.; KANCHANA, R. Future competitiveness: viewpoints from manufacturers and service providers. **Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n. 2, p. 191-207, 2008.

PIRES, S. R. I.; NETO, M. S. Características estruturais, relacionais e gerenciais na cadeia de suprimentos de um condomínio industrial na indústria automobilística. **Produção**, v. 20, n. 2, p. 172-185, 2010.

RAHMAN, S.; LAOSIRIHONGTHONG, T.; SOHAL, A. S. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 7, p. 839-852, 2010.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

RUGMAN, A. M.; OH, C. H. The international competitiveness of Asian firms. **Journal of Strategy and Management**, v. 1, n. 1, p. 57-71, 2008.

SHAH, R.; WARD, P.T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

TAJ, S. Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 2, p. 217-234, 2008.

YANG, C. L.; LIN, S. P.; CHAN, Y. H.; SHEU, C. Mediated effect of environmental management on manufacturing competitiveness: An empirical study. **Int. J. Production Economics**, v. 123, n. 1, p. 210–220, 2010.

ARTIGO 2 – INTEGRAÇÃO DE FORNECEDORES PARA IMPLANTAÇÃO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS ENXUTA

INTEGRATION OF SUPPLIERS TO IMPLEMENT LEAN SUPPLY CHAIN

LA INTEGRACIÓN DE LOS PROVEEDORES PARA PONER EN PRÁCTICA LA CADENA DE ABASTECIMIENTO LEAN

ANA PAULA BARTH BARTZ

Administradora de Empresas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, anabartz@gmail.com

JANIS ELISA RUPPENTHAL

Doutora em Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, profjanis@gmail.com

Recibido para revisar D-M-A, aceptado D-M-A, versión final D-M-A.

ABSTRACT: This paper presents a study conducted with the aim of integrating suppliers manufacturer of agricultural implements, in order to implement a lean supply chain. The methodology was based on qualitative research and action research. Data collection was performed with the use of questionnaires and desk research. After the questionnaires we used the technique of operations research to quantify the minimization of transport costs with the replacement of parts from suppliers who were not interested in continuing to provide for the company. After identification of potential suppliers was applied a questionnaire to qualify them. Based on the data collected was selected a new supplier for supply chain planning. After the adoption of this new supplier was no improvement in product quality and reduce costs.

KEYWORDS: Lean supply chain. Suppliers. Lean manufacturing.

RESUMEN: Este artículo presenta un estudio llevado a cabo con el objetivo de integrar a los proveedores del fabricante de implementos agrícolas, con el fin de implementar una cadena de abastecimiento lean. La metodología se basó en la investigación cualitativa e investigación-acción. La recolección de datos se realizó con el uso de cuestionarios y trabajos de documentación. Después de que los cuestionarios se utilizó la técnica de la investigación operativa para cuantificar la minimización de los costes de transporte de las piezas con la sustitución de los proveedores que no estaban interesados en seguir prestando a la empresa. Después de la identificación de posibles proveedores se aplicó un cuestionario para calificar. Sobre la base de los datos recogidos se ha seleccionado un nuevo proveedor para la cadena de abastecimiento previsto. Después de la aprobación de este nuevo proveedor hubo mejoría en la calidad del producto y reducir costos.

PALABRAS CLAVE: Cadena de abastecimiento lean. Proveedores. Producción lean.

1. INTRODUÇÃO

As empresas buscam, continuamente, alcançar melhores níveis de excelência e competitividade. A manufatura enxuta é um modelo de produção que auxilia as empresas neste objetivo, tanto pela redução de custos quanto pelo atendimento das variações da demanda do mercado [1].

A manufatura enxuta teve início com o desenvolvimento do sistema de produção da Toyota, sendo que no ocidente esse sistema passou a ser chamado de Lean Manufacturing. A adoção do sistema de manufatura enxuta faz com que as empresas trabalhem com fluxo contínuo de peças, reduzam os tempos de ciclo de produto e de preparação de máquinas, qualifiquem fornecedores e funcionários e elevem seus níveis de qualidade [2], [3], [4] e [5]. Os japoneses iniciaram o desenvolvimento desse sistema porque perceberam que sua indústria automobilística não era competitiva, se comparada à americana [6].

Essa desigualdade competitiva estava relacionada ao tamanho do mercado consumidor. Enquanto nos Estados Unidos o mercado era grande, no Japão a demanda era por menor quantidade, porém com maior variedade. Para conseguir atender a esse mercado, foram propostas ferramentas de operação do sistema de produção japonês, como o Just-in-time e a autonomia. O primeiro é uma estratégia produtiva com a finalidade de reduzir custos e estoques. Implantar o Just-in-time significa produzir as peças certas, na quantidade necessária, no momento exato, com a qualidade requerida e entregá-las no local determinado. Já a autonomia trata de uma automação do processo com toque humano. Com essa ferramenta foi possível que um operar cuidasse de vários equipamentos de produção [7].

Uma definição simplificada, partindo do princípio de redução de desperdícios, é que a manufatura enxuta é um modelo que busca a redução do tempo entre o pedido do cliente e a entrega do produto, pela eliminação dos desperdícios e busca da melhoria contínua dos processos internos da empresa [6].

A implantação de um modelo de manufatura enxuta necessita, primeiramente, de uma adaptação do modelo à cultura organizacional da

empresa [6], [8] e [9]. A manufatura enxuta pode ser aplicada em todo o processo produtivo ou em uma linha específica de produtos de uma empresa, bem como em outros processos internos, como compras e setores administrativos [10] e [11].

Após se implantar a manufatura enxuta internamente, propõe-se que as empresas passem a aplicá-la externamente. Assim, transferem-se conhecimentos e experiência na implantação interna para os demais membros da cadeia produtiva, como meio de vantagem competitiva de diferenciação dos processos de entrega de produtos, onde a relação entre comprador e vendedor torna-se fundamental para o sucesso do sistema [11].

Uma cadeia produtiva pode ser caracterizada como o envolvimento de todos os processos que participam da fabricação de um produto específico, partindo dos fornecedores e chegando ao cliente final. Isso liga à matéria-prima à utilização do produto [12]. Assim, torna-se cada vez mais importante a formação de parcerias entre todos os envolvidos na cadeia produtiva, para que o atendimento ao cliente seja eficaz e que os princípios da manufatura enxuta sejam atendidos, com a entrega ocorrendo no prazo, na quantidade correta e na qualidade esperada pelo cliente [13].

O objetivo deste artigo é implantar a manufatura enxuta na cadeia produtiva de uma empresa fabricante de implementos agrícolas. Para tanto avalia o conhecimento e dificuldades que os fornecedores atuais possuem no sistema e o interesse desses em participar de uma cadeia de fornecimento no modelo proposto. Também busca desenvolver fornecedores potenciais para atender o modelo de fornecimento, seguindo o princípio de manufatura enxuta.

O artigo está organizado em seções. A seção seguinte apresenta a metodologia utilizada para desenvolvimento da pesquisa. A terceira seção mostra os resultados obtidos e a quarta seção apresenta as conclusões desse estudo.

2. METODOLOGIA

Esse estudo foi realizado em uma empresa metalúrgica, fabricante de implementos agrícolas destinados a pré-plantio e cultivo de grãos. Para

a montagem destes produtos, a empresa conta com quatorze fornecedores.

Esta seção apresenta como foi desenvolvida a pesquisa, desde o método utilizado, a coleta de dados e a análise dos mesmos.

Para esse estudo, em função de sua utilização, a pesquisa classifica-se como aplicada, visto que busca a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos dos pesquisadores para a solução de um problema na empresa em questão [14]. Quanto à natureza da pesquisa, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois a interpretação dos dados busca identificar características e interesses do grupo de fornecedores da empresa. A coleta de dados será realizada através de um método quantitativo, com uso de questionários fechados, que posteriormente serão tratados por técnicas estatísticas, evitando distorções em sua análise e interpretação [15].

A técnica de pesquisa utilizada será o levantamento, a partir da aplicação dos questionários para todos os fornecedores que compõem a cadeia de suprimentos dos produtos em estudo. As principais vantagens desse método são o conhecimento direto da realidade, a economia e rapidez de execução e a quantificação dos dados [14]. A partir da Equação (1), disponível em [16], determina-se que o tamanho da amostra a ser pesquisada deve ser igual à população. Assim, os quatorze fornecedores participaram do levantamento.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Onde:

n = tamanho da amostra

N = população

Z ($\alpha/2$) = 1,96; valor tabelado para a distribuição normal padrão

p = 0,9 (percentual estimado)

q = 1 - p (valor complementar de p)

e = 0,04 (4%)

α = 0,05 (nível de significância)

O valor de e = 0,04 ocorre em função de haver uma população de quatorze fornecedores.

Quanto à participação dos pesquisadores, trata-se de uma pesquisa-ação, em que os pesquisadores e representantes da empresa atuam integrados na avaliação e estudo do problema [17] e [18]. A condução de uma pesquisa-ação é realizada de forma cíclica em cinco passos [17]. Esses passos são observados na Figura 1.

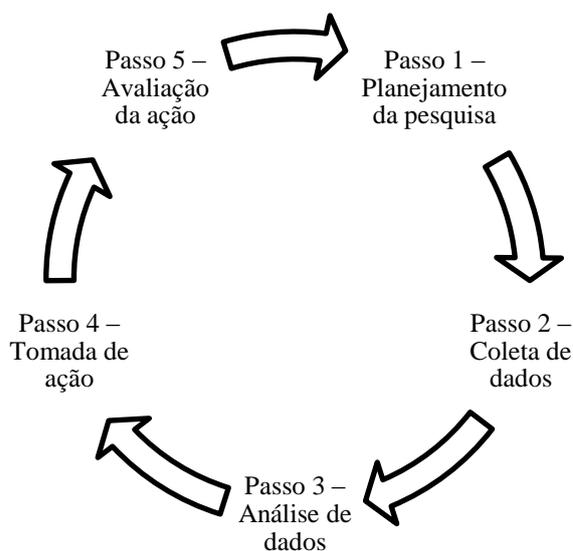


Figura 1. Etapas de condução da pesquisa

O planejamento da pesquisa foi realizado inicialmente com dados primários, que foram coletados nos relatórios internos da organização. Com base nesses dados foi definida a amostra da pesquisa e o tipo de questionários a serem utilizados. Para tanto, definiu-se a realização da pesquisa em três etapas. A primeira etapa constitui a aplicação de um questionário de escala nominal do tipo “Sim” ou “Não”. Esse questionário tem como objetivo identificar o nível de conhecimento e as dificuldades que os fornecedores encontram em aplicar o sistema de manufatura enxuta, bem como a intenção de adotar esse sistema produtivo. A segunda etapa busca identificar, através da utilização da pesquisa operacional, uma localização geográfica de potenciais fornecedores para suprir eventual necessidade de substituição de fornecedores não interessados em participar de uma cadeia de produção enxuta. A terceira etapa do planejamento foi elaborar o questionário de escala contínua, para identificar o interesse de novos fornecedores em participar na formação de parceria para fornecimento, nas condições propostas pela empresa.

A coleta de dados foi realizada através de visita do comprador da empresa aos fornecedores. Com os questionários respondidos, realizou-se a análise dos dados, com auxílio de técnicas estatísticas.

A tomada de ação foi realizada inicialmente com o desenvolvimento de novos fornecedores para substituir os fornecedores que não aceitaram participar da cadeia de fornecimento enxuta.

A avaliação das ações foi realizada com a comparação dos dados primários coletados antes e após o desenvolvimento do estudo, relativos a atendimento nos prazos de entrega, número de problemas de qualidade e atendimento às especificações de itens adquiridos.

2.1 Desenvolvimento dos questionários

Os questionários foram desenvolvidos tomando por base pesquisas de autores clássicos sobre o tema de manufatura enxuta [6] e [19].

O primeiro questionário buscou identificar o nível de conhecimento e a experiência da empresa na aplicação das ferramentas de produção enxuta. Para isso foram elaboradas vinte questões, que abrangem seis áreas de interesse:

- a) Conhecimento do sistema de organização da empresa, avaliando se a empresa conhece a produção enxuta; se utiliza as ferramentas kanban, kaisen, Just-in-time; se a empresa adota o fluxo de valor e se possui indicadores de desempenho;
- b) Apoio da política de recursos humanos para a implantação da manufatura enxuta. As questões buscaram identificar se a empresa incentiva a adoção das ferramentas de melhoria contínua;
- c) Sistema de informações. Nessa etapa, o questionário buscou identificar se a empresa divulga seus índices de desempenho a todos os níveis da organização;
- d) Outra área avaliada foi a relação entre fornecedores e clientes, onde duas questões avaliaram se clientes e

fornecedores atuam em todas as fases do desenvolvimento dos Processos / Produtos e Projetos e se clientes e fornecedores que auxiliam na busca por melhorias de desempenho e redução de custos têm benefícios;

- e) A gestão do produto fornecido foi avaliada com a introdução de uma questão avaliando se o projeto do produto e o desenvolvimento dos processos são realizados por equipes de trabalho com representantes de todas as áreas da empresa e dos clientes e fornecedores. Outra questão foi para identificar se o lead-time ou tempo de entrega, é levado em consideração no desenvolvimento do produto e constantemente avaliado e ainda constantemente reduzido;
- f) O último bloco de questões observou a gestão de processos e seus fluxos. Para isso as questões buscaram identificar se a empresa possui um plano de manutenção preventiva; se utiliza lista de materiais e codificação de peças, utilizando fichas de; se o sequenciamento das ordens de produção obedece aos pedidos dos clientes e a demanda é analisada para cada período produtivo; se utiliza ações preventivas para prevenção e resolução de problemas que possam ocorrer com produtos ou processos; se a produção somente inicia a partir de uma ordem de fabricação que é feita a partir da solicitação dos clientes; e, se empresa aplica a produção enxuta nos setores produtivo, logístico e administrativo.

O segundo questionário avalia o interesse em novos parceiros integrar-se ao grupo de fornecedores da empresa, formando uma cadeia de produção enxuta.

Foram elaboradas dez questões, algumas semelhantes ao primeiro questionário e outras relacionadas à formação de uma parceria comercial. As questões avaliaram se a empresa tem conhecimento do que seja produção enxuta; se possui interesse em participar de uma cadeia de produção enxuta; se está disposta a receber auxílio do cliente no desenvolvimento de

produtos e de processos; se iria se comprometer em atender às especificações de projeto e os prazos de entrega do cliente; se tem condições de priorizar a operação do sistema Just-in-time; se está disposta a bonificar o cliente, se esse auxiliar na melhoria contínua do processo / produto; e, se aplica a Produção Enxuta no setor produtivo, logístico e administrativo.

2.2 Aplicação dos questionários

Os questionários foram aplicados pelo comprador da empresa, em visita aos fornecedores. Ambos os questionários foram elaborados somente com questões fechadas.

O primeiro questionário teve população de quatorze fornecedores, selecionados a partir dos itens fornecidos para a montagem dos equipamentos da empresa. Esses fornecedores são responsáveis por todas as partes dos equipamentos que não são fabricadas na empresa estudada. A coleta dos dados se estendeu durante o mês de março de 2012, onde o comprador apresentou a ideia de criação de uma cadeia de fornecimento enxuta e disponibilizou trinta minutos para os respondentes preencherem o questionário.

O segundo questionário foi aplicado de maneira semelhante, porém com a finalidade de desenvolver novos fornecedores, habituados a trabalharem com cadeia de produção enxuta ou interessados em implantar essa ferramenta em suas empresas. As visitas foram agendadas e o comprador da empresa, além de apresentar a estrutura e os produtos fabricados, disponibilizou o projeto elaborado para a formação de novos parceiros.

3. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa, identificando as dificuldades encontradas pelos fornecedores atuais em aplicar a manufatura enxuta, a localização ideal de fornecedores potenciais e a avaliação do interesse destes em participar de uma cadeia de fornecimento enxuta.

3.1 Respostas ao primeiro questionário

As respostas dadas pelos fornecedores ao primeiro questionário são apresentadas em forma de porcentagem de sim e de não. Essa porcentagem pode ser observada na Figura 2.

Observa-se que 57,14% dos fornecedores conheciam o sistema de manufatura enxuta – Questão 1. Também, se observa que 100% dos mesmos aplicam indicadores de desempenho e incentivam a melhoria contínua em suas empresas – Questões 5 e 7, respectivamente.

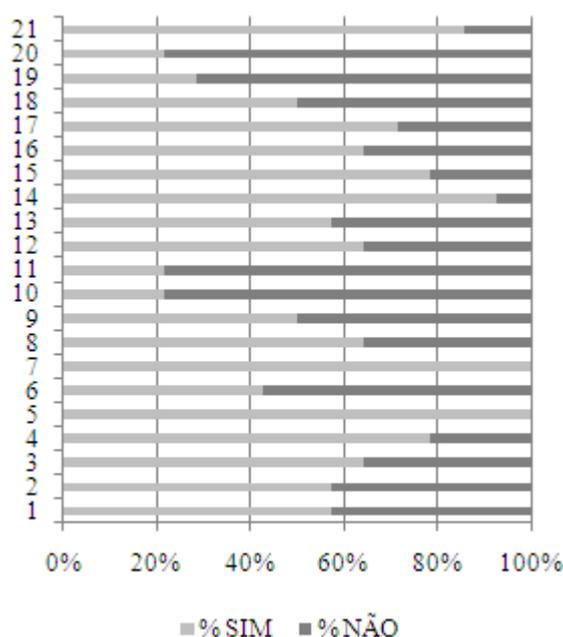


Figura 2. Respostas ao Questionário 1

As questões que tiveram o menor índice de respostas “SIM” foram: a Questão 10, que tratava da oferta de benefícios para clientes que auxiliavam na melhoria dos produtos e processos, na qual 21,43% dos entrevistados oferecem benefícios; a Questão 11, que identificou se o projeto do produto e o desenvolvimento dos processos são realizados por equipes integradas dos clientes e fornecedores, e que apontou 21,43% das empresas adotando essa prática; a Questão 20, que mostrou que 21,43% das empresas aplicam a manufatura enxuta no setor administrativo; e, a Questão 19, que mostra que 28,57% das empresas aplicam a manufatura enxuta no sistema logístico da empresa.

A última pergunta do questionário buscou identificar o interesse dos atuais fornecedores em participarem de uma cadeia de fornecimento enxuta. 85,71% dos entrevistados aceitam, sendo que os fornecedores “F 1” e “F 6” não têm interesse em manter o fornecimento para a empresa cliente nestas condições.

3.2 Localização de potenciais fornecedores

Para a identificação da localização ideal de novos fornecedores foi utilizada a técnica de pesquisa operacional. Para tanto foram determinadas as coordenadas dos fornecedores atuais, para em seguida aplicar a solução de programação não-linear, com a utilização das distâncias euclidianas. Os fornecedores atuais localizam-se nas seguintes coordenadas, considerando latitude e longitude, em notação decimal, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Localização dos fornecedores

Fornecedor	Latitude	Longitude
F 1	-27,86°	-54,47°
F 2	-28,28°	-52,78°
F 3	-28,50°	-52,58°
F 4	-29,17°	-51,18°
F 5	-30,02°	-51,23°
F 6	-29,47°	-51,97°
F 7	-29,62°	-52,18°
F 8	-29,47°	-51,97°
F 9	-29,95°	-51,65°
F 10	-29,50°	-51,97°
F 11	-29,47°	-51,97°
F 12	-28,63°	-53,61°
F 13	-29,47°	-51,97°
F 14	-29,50°	-51,97°

Com a utilização da equação de Weber – Equação 2 – são minimizadas as duas variáveis, que são as coordenadas “x” e “y”. O objetivo é minimizar a distância percorrida para coleta de materiais utilizados na montagem dos implementos agrícolas.

$$\min_{x,y} \left\{ W_{x,y} = \sum_{i=1}^n w_i d_i(x,y) \right\} \quad (2)$$

Onde:

w_i = total fornecido pelo fornecedor i ;

d_i = distância euclidiana no plano cartesiano entre o ponto i , de coordenadas (a_i, b_i) e as variáveis (x, y) .

Utilizando a ferramenta Solver do Excel®, o valor inicial de $W_{x,y}$ para os fornecedores atuais é igual a 810,598.

Considerando que a empresa pesquisada coleta as peças com transporte próprio, determinou-se a solução ideal, seguindo o modelo proposto por [20], e apresentado na Equação 3, para minimizar as distâncias percorridas.

$$(x, y) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \quad (3)$$

Onde:

w_i = total fornecido pelo fornecedor i ;

x_i e y_i = coordenadas de cada fornecedor.

Com a resolução da Equação 3, obteve-se uma coordenada ideal de $(-28,26; -53,11)$. Isso significa que a empresa deveria localizar-se nessa coordenada, mas como não se trabalha com essa hipótese, passou-se a buscar uma localização para substituir os fornecedores “F 1” e “F 6”.

Partindo-se da hipótese de concentrar o fornecimento em cidades localizadas em um raio máximo de 100 quilômetros da sede da empresa, foi realizado o levantamento de possíveis fornecedores. Para substituir o fornecedor “F 6”, a empresa selecionou um novo parceiro localizado na mesma cidade, visto que o mesmo fornecia apenas um item. O novo fornecedor possuía o item em seu mix de produtos e mantinha estoque do mesmo.

A maior dificuldade foi encontrar potenciais fornecedores para substituir o fornecedor “F 1”, visto a necessidade de equipamentos específicos, como uma máquina de corte a laser.

Contudo, foram identificados quatro possíveis fornecedores nas condições determinadas, em duas cidades diferentes, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Localização dos potenciais fornecedores

Fornecedor	Latitude	Longitude
PF 1 e PF 2	-29,17°	-51,18°
PF 3 e PF 4	-30,02°	-51,23°

Esta escolha considerou o modelo proposto por [21], que trabalha com coordenadas cartesianas e distâncias entre os pontos, para minimizar o valor de $W_{x,y}$.

Se houvesse um fornecedor qualificado e com os equipamentos necessários na cidade sede da empresa, esse valor de $W_{x,y}$ seria de 126,57. Para a primeira cidade avaliada, $W_{x,y} = 294,24$ e para a segunda $W_{x,y} = 314,50$.

Assim, mostrou-se que a localização do fornecedor “F 1” contribuía para o aumento do custo de transporte das peças, visto que fornecia as peças de aço, representando maior peso percentual na composição do custo dos implementos.

Com a redução do valor de $W_{x,y}$, independente da localização do novo fornecedor, partiu-se para a aplicação do segundo questionário. Este teve o objetivo de identificar o melhor fornecedor em potencial para fazer parte da cadeia de produção enxuta.

3.3 Avaliação dos potenciais fornecedores

Em função da resposta negativa dos fornecedores “F 1” e “F 6” à questão 21 do questionário, a qual abordava o interesse dos mesmos em participar de uma cadeia de fornecimento enxuta, partiu-se para a identificação de fornecedores em potencial.

O desenvolvimento destes fornecedores foi realizado baseado na atuação e fornecimento de peças semelhantes às adquiridas pela empresa estudada e pela resposta ao questionário descrito no item 2.1.

Foram avaliados os quatro potenciais fornecedores: “PF 1”, “PF 2”, “PF 3” e “PF 4”. Estes responderam às dez questões, e o percentual relativo a cada questões é mostrado no gráfico da Figura 3.

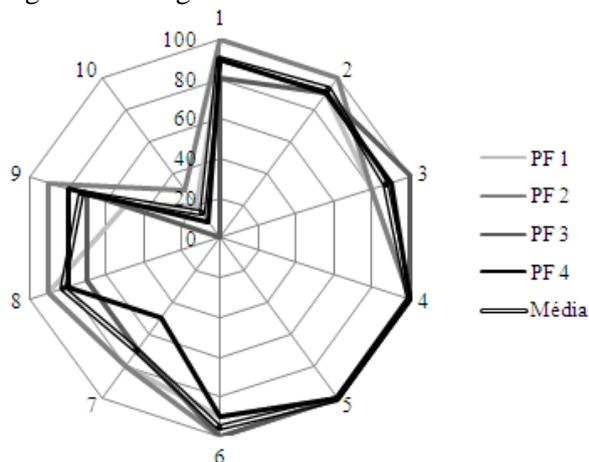


Figura 3. Respostas ao Questionário 2

Observa-se no gráfico da Figura 3 que o comportamento da curva para os quatro potenciais fornecedores apresenta uma forma semelhante. As variações nas respostas foram pequenas, mas importantes para levar a seleção do melhor fornecedor.

O fornecedor “PF 1” apresentou seis respostas com índices iguais ou acima da média. As demais questões, de números 2, 3, 6 e 9 tiveram avaliação abaixo da média. Já o fornecedor “PF 2” teve nove questões com índice igual ou acima da média, sendo que apenas na questão 3, seu índice foi menor que a média dos fornecedores entrevistados.

O fornecedor “PF 4” teve desempenho similar para respostas acima/igual e abaixo da média, com cinco questões em cada categoria. Com desempenho menor esteve o fornecedor “PF 3”, que apresentou quatro respostas com notas iguais ou acima da média e outras seis abaixo da média.

Comparando as respostas com a média dos quatro fornecedores, constatou-se que o fornecedor “PF 2” apresenta condições de melhor atender as necessidades de uma cadeia de fornecimento enxuta. Ainda, o fornecedor salientou que já participa de programas de fornecimento nesse sistema e que mantém em operação o sistema kanban para entrega de peças aos clientes.

Assim, o fornecedor com maior pontuação média foi o “PF 2”, o qual foi selecionado e qualificado para fornecer um lote experimental para a empresa. O primeiro lote entregue atendeu às necessidades e não houve não-conformidades com o fornecimento.

4. CONCLUSÕES

O uso de ferramentas para seleção e qualificação de fornecedores é uma técnica que auxilia a tomada de decisão de forma quantificada. Esses elementos de tomada de decisão fazem com que as organizações minimizem seus custos de produção e logísticos, maximizando o resultado.

Este artigo procurou identificar dificuldades que fornecedores atuais poderiam estar vivenciando em seu processo produtivo. Isso foi realizado para adotar o fornecimento de peças em cadeia de produção enxuta. Nesse sistema produtivo os

clientes auxiliam os fornecedores a melhorarem seus processos para garantia melhoria na qualidade e na entrega das peças e componentes.

Observou-se que em uma população de quatorze fornecedores, dois não estavam dispostos a participar de uma cadeia de produção enxuta. Com isso, pode-se concluir que esses fornecedores não conhecem os benefícios que esse sistema de fornecimento poderia trazer-lhe em médio prazo.

Da mesma forma, a avaliação da localização geográfica dos fornecedores e o estudo da rota logística possibilitaram à empresa identificar que o fornecedor “F 1” contribuía para o aumento dos custos de coleta de peças. Isso ocorria porque este fornecedor era o que fornecia a maior parte, em peso, das peças para montagem dos implementos agrícolas fabricados pela empresa estudada.

A partir destas constatações, pode-se observar que havia disponibilidade de fornecedores das peças fabricadas por “F 1” em uma região que já concentrava outros fornecedores da empresa. Além disso, estes novos fornecedores desenvolvidos se adaptavam melhor às necessidades e aos planos de implantar uma cadeia enxuta.

Os questionários aplicados junto aos fornecedores, para identificar o interesse de fornecedores em apoiar a iniciativa da empresa, e a adoção de modelos de pesquisa operacional na minimização do transporte da coleta de peças, foram importantes para que a empresa possa adotar a manufatura enxuta em toda sua cadeia de produção.

Assim, se conclui que o artigo alcançou os objetivos propostos e trouxe os resultados esperados, mostrando que o uso das técnicas de quantificação de dados é fundamental para que se tomem decisões eficazes.

REFERÊNCIAS

[1] **Baudin, C.** Criterios de transferibilidad del enfoque concurrente en los procesos de diseño y desarrollo de productos de las pequeñas y medianas empresas chilenas. *Ingeniare, Revista Chilena de Ingeniería*, 19, 146-161, 2011.

[2] **Hallgren, M. and Olhager, J.** Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes, *International Journal of Operations & Production Management*, 29, 976-999, 2009.

[3] **Marksberry, P., Badurdeen, F., Gregory, B. and Kreaflle, K.** Management directed kaizen: Toyota’s Jishuken process for management development, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21, 670-686, 2010.

[4] **Taj, S.** Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19, 217-234, 2008.

[5] **Klippel, A. F., Petter, C. O. and Antunes Jr., J. A. V.** Lean management implementation in mining industries, *Dyna*, 75, 81-89, 2008.

[6] **Liker, J. K.** O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo, Bookman, Porto Alegre, 2005.

[7] **Shingo, S.** O sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção, Artes Médicas, Porto Alegre, 1996.

[8] **Rodrigues, M. and Hatakeyama, K.** Analysis of the fall of TPM in companies, *Journal of Materials Processing Technology*, 179, 276-279, 2006.

[9] **Arca, J. G. and Prado, J. C.** Personnel participation as a key factor for success in maintenance program implementation, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 57, 247-258, 2008.

[10] **Cudney, E. and Elrod, C.** A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries, *International Journal of Lean Six Sigma*, 2, 5-22, 2011.

[11] **Green Jr., K. W., Inman, R. A. and Birou, L. M.** Impact of JIT-selling strategy on organizational structure, *Industrial Management & Data Systems*, 111, 63-83, 2011.

[12] **Pires, S. R. I. and Neto, M. S.** Características estruturais, relacionais e gerenciais na cadeia de suprimentos de um condomínio industrial na indústria automobilística, *Produção*, 20, 172-185, 2010.

[13] **Alves F^o, A. G., Cerra, A. L., Maia, J. L., Neto, M. S. and Bonadio, P. V. G.** Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística, *Gestão & Produção*, 11, 275-288, 2004.

[14] **Gil, A. C.** Métodos e técnicas de pesquisa social, Atlas, São Paulo, 2010.

[15] **Richardson, R. J.** Pesquisa social: métodos e técnicas, Atlas, São Paulo, 1999.

[16] **Lopes, L. F. D.** Cálculo do tamanho da amostra de pesquisa. Disponível em <<http://felipelopes.com/CalculoAmostra.php>>.

[17] **Miguel, P. A. C.** Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações, Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.

[18] **Thiolent, M.** Metodologia da pesquisa-ação, Cortez, São Paulo, 2008.

[19] **Ohno, T.** O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala, Artes Médicas, Porto Alegre, 1997.

[20] **Ballou, R. H.** Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial, Bookman, Porto Alegre, 2006.

[21] **Colin, E. C.** Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas, LTC, Rio de Janeiro, 2007.

DISCUSSÃO

Este capítulo tem a finalidade de integrar e discutir os resultados apresentados nos artigos 1 e 2 desta dissertação. O primeiro artigo teve como objetivo implantar a manufatura enxuta em uma empresa de fabricantes de implementos agrícolas. Como sequência das atividades de implantação de um sistema de manufatura enxuta, passou-se a trabalhar a aplicação desse modelo de produção aos fornecedores da empresa. Com isso, o segundo artigo teve como objetivo propor a adoção desse sistema de manufatura na cadeia de suprimentos da empresa.

Observa-se que a decisão por adotar um sistema de manufatura enxuta deve partir de dentro de uma organização. Essa, por sua vez, não pode exigir que seus fornecedores e parceiros adotem um modelo de produção enxuto antes de aplicá-lo internamente. Assim, a disseminação do conhecimento e aplicação interna das ferramentas e técnicas de manufatura enxuta criam um aprendizado organizacional capaz de tornar a empresa que utiliza a manufatura enxuta a auxiliar seus parceiros na aplicação do sistema. Assim foi conduzido este trabalho, primeiramente aplicando os conhecimentos internamente e após passando a externá-los aos fornecedores da empresa para criar a integração da cadeia produtiva, de forma a alcançar maiores níveis de competitividade e formar parcerias sólidas e duradouras.

A aplicação da manufatura enxuta no ambiente interno da organização estudada trouxe benefícios para os dois modelos de produtos avaliados. Tanto o modelo “A” quanto o modelo “B” possuem quatorze fornecedores de peças, materiais e componentes que são utilizados na montagem dos produtos. A realização do mapeamento dos processos internos, a identificação das perdas e as melhorias propostas no processo produtivo da empresa proporcionaram significativa redução de tempo de fabricação de um produto. A redução no modelo “A” foi de 27%, enquanto que no modelo “B”, foi de 7,35%.

Com a identificação das perdas, utilizando-se o modelo das sete perdas tradicionais no processo produtivo, foi possível determinar as causas reais de cada uma das perdas encontradas. Quando a causa era interna, os procedimentos e métodos de fabricação eram avaliados e melhorados. Se a causa das perdas fosse externa, o fornecedor responsável era comunicado e convidado a conhecer o processo de fabricação dos produtos. A participação do fornecedor no processo é fundamental para que as peças e componentes fornecidos adequem-se da melhor forma ao produto, pois sua utilização final é visualizada.

Além da redução dos tempos de fabricação, houve melhoria na qualidade do produto, visto que foram realizadas alterações no projeto dos mesmos, com a finalidade de adequar o produto à capacidade tecnológica dos fornecedores. Isso proporcionou redução nos retrabalhos realizados na empresa, contribuindo diretamente para a redução do tempo de fabricação e na qualidade final. Também foram identificados os setores que representaram o maior custo de aquisição de peças e componentes e os custos de mão-de-obra utilizada para a fabricação de cada produto.

Com isso, mapeou-se o processo e a participação de cada fornecedor, tanto no custo de produção quanto na quantidade de itens fornecidos a cada etapa da montagem. Esse procedimento foi importante para identificar quais parceiros deveriam ser priorizados nas negociações e no tratamento das não-conformidades encontradas.

Conhecendo-se todas as causas e a importância de cada fornecedor para a empresa foi realizada a segunda etapa da implantação da manufatura enxuta na cadeia produtiva. Dessa forma, as ações implantadas internamente foram externalizadas para que os fornecedores passassem a participar de um sistema enxuto de fornecimento. Com a intenção de manter os parceiros da empresa, todos foram questionados sobre o interesse em participar de uma cadeia de produção enxuta, além das possibilidades e condições de atender às necessidades da empresa, bem como na disposição em receber auxílio para a implantação do sistema.

Percebeu-se, ao final da análise dos dados dos questionários respondidos pelos quatorze fornecedores, que os maiores problemas encontrados no processo de fabricação da empresa provinham de dois fornecedores. Um deles conhecia o sistema de manufatura enxuta, aplicava algumas ferramentas em sua área de produção, mas não demonstrou interesse em participar de uma cadeia produtiva enxuta. O segundo fornecedor não possuía nenhum conhecimento e não quis auxílio para conhecer e aplicar em sua organização. Assim, os dois fornecedores foram desqualificados e a empresa passou a desenvolver potenciais substitutos.

O desenvolvimento dos novos fornecedores levou em consideração dois aspectos: localização e interesse em atuar em uma cadeia enxuta de produção. O primeiro passo foi identificar possíveis fornecedores a uma distância máxima a ser considerada, com a finalidade de reduzir custos de transporte. Isso porque um dos fornecedores desqualificados estava localizado a 410 quilômetros da sede da empresa. Após identificar quatro potenciais fornecedores em um raio de 100 quilômetros, estes foram questionados sobre o interesse em fornecer nas condições de sistema enxuto. Como um dos potenciais fornecedores já atuava em parceria com outras empresas nessas condições, o mesmo foi qualificado e iniciou o fornecimento das peças e componentes.

Com a substituição desses fornecedores, a empresa teve uma redução no custo de transporte das peças e componentes, bem como ganhos em qualidade e planejamento. O ganho em qualidade ocorreu em função das alterações propostas no projeto. Já o ganho no planejamento ocorreu devido ao novo fornecedor operar com sistema kanban de fabricação de peças e componentes, não havendo atrasos na entrega das mesmas.

CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as conclusões deste estudo, resgatando seu objetivo geral e os objetivos específicos, bem como relacionando as conclusões dos dois artigos propostos.

O objetivo geral da pesquisa de proporcionar a integração da cadeia de suprimentos de uma indústria fabricante de implementos agrícolas visando a melhoria da competitividade da empresa, através da implantação da manufatura enxuta foi atingido. Pode-se afirmar isso devido a participação dos fornecedores na adoção de um sistema enxuto de fornecimento, que elevou a competitividade da empresa. Esse aumento de competitividade ocorreu em duas áreas importantes, com a melhoria do processo produtivo e a redução de estoques.

Com relação ao primeiro objetivo específico do trabalho: “Mapear o fluxo de valor da cadeia de suprimentos, desde o fornecedor até o revendedor do produto acabado”, conclui-se que foi alcançado com a identificação de todas as etapas do processo de fabricação dos produtos estudados, a alocação de itens e fornecedores em cada etapa, além da determinação do custo de aquisição de materiais, peças e componentes utilizados em cada etapa.

Com a realização do mapeamento dos processos, identificaram-se as perdas nos processos produtivos, minimizando as atividades que não agregam valor ao produto. Esse era o segundo objetivo específico, o qual foi realizado em cada setor, analisando os problemas e buscando a causa raiz destes, com a finalidade de alterar os procedimentos internos de fabricação, bem como notificar aos fornecedores dos seus problemas. Após a identificação das perdas foram implementadas melhorias internas para eliminá-las, de modo que o terceiro objetivo específico foi atendido.

Com as atividades de implantação de manufatura enxuta internas concluídas, partiu-se para as ações nos fornecedores, com a finalidade de atender ao quarto e quinto objetivos específicos, avaliar as condições e auxiliar os fornecedores na adoção da manufatura enxuta; e, avaliar a localização geográfica e desenvolver fornecedores para substituir fornecedores não interessados em participar da rede de suprimentos da empresa. Esses objetivos foram atendidos, sendo que com a melhor localização geográfica de um novo fornecedor em relação ao antigo, houve uma redução de 600 quilômetros por coleta de peças e componentes.

Os resultados apresentados nos artigos 1 e 2 demonstram a importância da adoção da manufatura enxuta nos ambientes industriais. Problemas encontrados em um ambiente produtivo possuem diferentes causas. As ferramentas utilizadas para a implantação da manufatura enxuta auxiliam a identificar a verdadeira causa dos problemas e atacar a raiz

destes. Isso se torna determinante no sucesso das ações propostas e na tomada de decisão para os gestores. A redução dos tempos de fabricação dos modelos “A” e “B” foi possível porque as ações envolveram todas as áreas envolvidas, desde o projeto do produto, passando pelo setor de produção até os fornecedores.

É importante salientar que medidas de melhoria não podem ser cobradas dos fornecedores sem que internamente a organização busque a evolução de seus processos. Por isso, a aplicação do modelo de manufatura enxuta deve ser realizada internamente e quando a empresa aplicar corretamente as ferramentas e obter os resultados planejados, pode-se passar a adoção do mesmo sistema aos fornecedores e demais parceiros.

Assim, conclui-se que a manufatura enxuta auxilia as organizações a melhorarem seus processos, sejam esses produtivos ou administrativos, de forma a promover um ganho de produtividade, qualidade e competitividade. Salienta-se, ainda, que não basta implantar o sistema, mas promover a integração dos envolvidos e fomentar a busca por melhoria contínua de todos os processos como forma de refinar as atividades e alcançar cada vez mais, melhores resultados.

Como recomendação para a empresa, sugere-se a realização do mapeamento do processo dos demais produtos fabricados e dos processos administrativos. Também, para os demais produtos, sugere-se o desenvolvimento de novos fornecedores, de forma que a empresa possa, no momento da compra, avaliar as melhores condições de entrega e custos de cada um destes. Isso é importante, pois alguns prazos de entrega são pequenos e com a existência de multa por atraso. Assim, qualquer falha por parte dos fornecedores pode ocasionar perdas e prejuízos para a empresa.

REFERÊNCIAS

- BRYSON, J. Dominant, emergent, and residual culture: the dynamics of organizational change. **Journal of Organizational Change Management**, v. 21, n. 6, p. 743-757, 2008.
- CUDNEY, E.; ELROD, C. A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 5-22, 2011.
- ETI, M. C.; OGAJI, S. O. T.; PROBERT, S. D. Impact of corporate culture on plant maintenance in the Nigerian electric-power industry. **Applied Energy**, v. 83, n. 4, p. 299–310, 2006.
- JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Cengage, 2009, 558p
- LACEY, D. Understanding and transforming organizational security culture. **Information Management & Computer Security**, v. 18, n. 1, p. 4-13, 2010.
- LINN, M. Organizational culture: an important factor to consider. **The Bottom Line: Managing Library Finances**, v. 21, n. 3, p. 88-93, 2008.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LOLLAR, J. G.; BEHESHTI, H. M.; WHITLOW, B. J. The role of integrative technology in competitiveness. **Competitiveness Review: An International Business Journal**, v. 20, n. 5, p. 423-433, 2010.
- MARKSBERRY, P.; BADURDEEN, F.; GREGORY, B. & KREAFLE, K. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 6, p. 670-686, 2010.
- MEYBODI, M. Z. Benchmarking performance measures in traditional and just-in-time companies. **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, n. 1, p. 88-102, 2009.
- MOREIRA, A. C.; PAIS, G. C. S. Single minute exchange of die: a case study implementation. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 6, n. 1, p. 129-146, 2011.
- PHENG, L. S.; ARAIN, F. M.; FANG, J. W. Y. Applying just-in-time principles in the delivery and management of airport terminal buildings. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 1, n. 1, p. 104-121, 2011.
- PHUSAVAT, K.; KANCHANA, R. Future competitiveness: viewpoints from manufacturers and service providers. **Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n. 2, p. 191-207, 2008.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

TAJ, S. Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 2, p. 217-234, 2008.

APÊNDICE

Apêndice A – Primeiro Questionário

UFSM – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
QUESTIONÁRIO

Este questionário tem por objetivo identificar o nível de conhecimento e de utilização das ferramentas da Produção Enxuta pela sua empresa.

Pergunta	Sim	Não
1) A empresa tem conhecimento do que seja Produção Enxuta?		
2) A empresa tem conhecimento do sistema Kaizen?		
3) A empresa tem conhecimento do sistema Kanban?		
4) A empresa tem conhecimento do Just in Time?		
5) A empresa utiliza indicadores de desempenho?		
6) A empresa tem conhecimento do que seja Fluxo de Valor?		
7) A empresa dá apoio aos programas de melhoria contínua?		
8) A empresa divulga em todos os níveis hierárquicos indicadores de desempenho e financeiros?		
9) Os Clientes e Fornecedores atuam em todas as fases do desenvolvimento dos Processos / Produtos e Projetos ?		
10) Clientes e fornecedores que auxiliam na busca por melhorias de desempenho e redução de custos têm benefícios?		
11) O projeto do produto e o desenvolvimento dos processos são realizados por equipes de trabalho com representantes de todas as áreas da empresa e dos clientes e fornecedores?		
12) O Lead time ou tempo de entrega, é levado em consideração no desenvolvimento do produto e constantemente avaliado e ainda constantemente reduzido?		
13) A empresa possui um plano de manutenção preventiva?		
14) A empresa utiliza lista de materiais, com códigos de peças, utilizando fichas de produção com o roteiro de fabricação e tempos padrões para cada operação?		
15) O sequenciamento das ordens de produção obedece aos pedidos dos clientes e a demanda é analisada para cada período produtivo?		
16) A empresa se utiliza de ações preventivas para prevenção e resolução de problemas que possam ocorrer com produtos ou processos?		
17) A Produção somente se inicia a partir de uma ordem de fabricação que é feito a partir da solicitação dos clientes e é analisado continuamente por meio de programas de melhoria continua?		
18) A empresa aplica a Produção Enxuta no setor produtivo?		
19) A empresa aplica a Produção Enxuta no setor logístico?		
20) A empresa aplica a Produção Enxuta no setor administrativo?		
21) A empresa tem interesse em participar de uma cadeia de produção enxuta?		

Apêndice B – Segundo Questionário

**UFSM – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
QUESTIONÁRIO**

Com base na escala de 0 a 100%, marque o nível de interesse / capacidade que sua empresa possui em atender às questões propostas.

- 1) A empresa tem conhecimento do que seja Produção Enxuta?

Não possuo conhecimento 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Conheço totalmente**

- 2) A empresa tem interesse em participar de uma cadeia de produção enxuta?

Não existe nenhum interesse 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Existe total interesse**

- 3) A empresa está disposta a receber auxílio do cliente no desenvolvimento de produtos e de processos?

Totalmente indisposta 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Totalmente disposta**

- 4) A empresa compromete-se em atender às especificações de projeto do cliente?

Não me comprometo 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Me comprometo totalmente**

- 5) A empresa compromete-se em atender aos prazos de entrega do cliente?

Não me comprometo 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Me comprometo totalmente**

- 6) A empresa tem condições de priorizar a operação do sistema Just-in-time?

Não possuo condições 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Possuo totais condições**

- 7) A empresa está disposta a bonificar o cliente que auxiliar na melhoria contínua do processo / produto?

Não estou disposta 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Estou totalmente disposta**

- 8) A empresa aplica a Produção Enxuta no setor produtivo?

Não aplico 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 **Aplico totalmente**

9) A empresa aplica a Produção Enxuta no setor logístico?

Não aplico **Aplico totalmente**
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

10) A empresa aplica a Produção Enxuta no setor administrativo?

Não aplico **Aplico totalmente**
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100