

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

KEYLA MALACARNE

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA DO OESTE DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2014

KEYLA MALACARNE

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA
INDÚSTRIA METALÚRGICA DO OESTE DO PARANÁ**

Projeto de pesquisa apresentado como requisito parcial do Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Medianeira, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Edson
Hermenegildo Pereira Junior

MEDIANEIRA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Medianeira
Coordenação de Engenharia de Produção
Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA DO OESTE DO PARANÁ

por

KEYLA MALACARNE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 23 de julho de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharelem Engenharia de Produção. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Edson Hermenegildo Pereira Junior
Prof.(a) Orientador(a)

Vania Lionço
Membro titular

Carine Cristiane Machado Urbim Paza
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos. A minha família, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase e durante toda minha vida. Agradeço também a todos os meus amigos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

Ao meu orientador professor Me. Edson Hermenegildo Pereira Junior, pela paciência, dedicação e orientação ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Enfim a todos os professores do curso de Engenharia de Produção da UTFPR, Câmpus Medianeira, que contribuíram para minha formação.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e
persistência em se chegar a um objetivo.

Mesmo não atingindo o alvo,
quem busca e vence obstáculos,
no mínimo fará coisas admiráveis.”

(JOSÉ DE ALENCAR)

RESUMO

MALACARNE, Keyla. **Aplicação do mapeamento de fluxo de valor em uma indústria metalúrgica do oeste do Paraná.** Medianeira, 2014. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O presente estudo aborda a importância da aplicação da mentalidade enxuta nas organizações, utilizando como ferramenta o MFV (Mapeamento de fluxo de valor), onde se identificam as sete categorias de desperdícios na produção. O objetivo deste estudo é aplicar a análise do mapeamento de fluxo de valor para uma família de produtos, em uma indústria metalúrgica, do oeste do Paraná. Esta pesquisa classifica-se como descritiva, pois estabelece relação entre as variáveis e descreve as características de um fenômeno. Pode ser classificada também como bibliográfica e estudo de caso, por ser elaborada a partir de materiais já publicados e envolver um estudo detalhado. Na pesquisa bibliográfica aponta-se como base o PCP (Planejamento e controle da produção), Produção enxuta e MFV. Após a coleta de dados com o desenho do estado atual, foi verificado que a organização estava com a linha de produção desbalanceada. Alguns tempos de produção são superiores aos outros, o que gera desperdícios como: espera, estoques, movimentação e excesso de produção. Quanto ao excesso de produção, a organização produz peças a mais do que o solicitado pelo cliente e antes de ser solicitado pelo mesmo. Para melhorar o fluxo e reduzir os desperdícios identificados foi proposto à organização alterar o lote de transferência, e foi simulado com o gráfico de gantt, para verificar se ocorreriam melhorias. Assim, pode-se verificar que o lead time que era de dez dias, passou a ser de um dia e meio, reduzindo desperdícios. Desta forma se pode concluir, que com o MFV é possível identificar os desperdícios e enxergar melhorias simples que podem ser realizadas, sem gerar investimentos para a organização.

PALAVRAS CHAVES: Produção enxuta. Mapeamento de fluxo de valor. Desperdícios.

ABSTRACT

MALACARNE, Keyla. **Application of value stream mapping in a metallurgical industry in western Paraná.** Medianeira, 2014. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

This study addresses the importance of the application of lean thinking in organizations, using as a tool the VSM (Value Stream Mapping), where one can identify seven categories of waste in production. The aim of this study is to apply the analysis of mapping the value stream for a product family, in a metallurgical industry in western Paraná. This research is classified as descriptive, because it establishes the relationship between the variables and describes the characteristics of a phenomenon. Can also be classified as literature and case study, to be drawn from material already published and involve a detailed study. In literature it is pointed out based on the CFP (Planning and production control), Lean Production and MFV. After collecting data with the design of the current status if it can verify that the organization had the unbalanced production line. Some production times are superior to others, which generates waste as expected, inventory, handling and overproduction. As for excess production, the organization produces plays more than requested by the client, before being asked by the same. To improve the flow and reduce waste identified to propose that the organization changes the batch transfer, and was simulated with the Gantt chart to see if improvements occur. Thus, it can be seen that the lead time that was ten days, became a day and a half, reducing waste. Thus it can be concluded that with the MFV is possible to identify waste and to see simple improvements that can be performed without generating investments for the organization.

KEYWORDS: Lean production. Value stream mapping. Waste

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema dos Sistemas de Produção.	16
Figura 2: Desenvolvimento dos Planos Táticos.	17
Figura 3: Representação Esquemática do PCP.	18
Figura 4: Etapas do Modelo de Previsão de Demanda.	20
Figura 5: Alocação das operações ao longo do tempo.	26
Figura 6: Etapas do MFV.	38
Figura 7: Matriz da família de produtos.	39
Figura 8: mapa do fluxo de valor do estado atual.	39
Figura 9: Etapas da pesquisa.	44
Figura 10: Fluxograma do processo produtivo.	50
Figura 11: Desenho do estado atual	53
Figura 12: Gráfico de Gantt para o processo de limpeza.	55
Figura 13: Gráfico de Gantt para o processo de pintura.	56
Figura 14: Planilha para calcular as quantidades a serem produzidas.	57
Figura 15: Gráfico de Gantt do processo produtivo.	58
Figura 16: Desenho do estado futuro.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cálculo do tempo de fabricação. **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Plano de manutenção para a dobradeira.	62
Quadro 2: Plano de ações.....	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.1.1.	Objetivo Geral.....	14
1.1.2.	Objetivos Específicos	14
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	15
2.1	ORIGENS DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	15
2.2	DEFINIÇÕES E FUNÇÕES DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	16
2.3	FERRAMENTAS DO PCP.....	19
2.3.1	Previsão de Demanda	19
2.3.2	Planejamento Agregado da Produção	21
2.2.3	Planejamento Mestre da Produção.....	21
2.2.4	Planejamento da Capacidade	23
2.4	PRODUÇÃO ENXUTA	27
2.4.1	Origens da Produção Enxuta.....	27
2.4.2	Princípios da Produção Enxuta.....	29
2.4.3	As categorias de desperdício de produção.....	31
2.4.4	Ferramentas da Produção Enxuta	33
3	MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1	CARACTERIZAÇÕES DA EMPRESA	42
3.2	METODOLOGIAS DA PESQUISA	42
3.3	PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA.....	46
4.2	O DESENHO DO ESTADO ATUAL	50
4.3	AS MELHORIAS SUGERIDAS E O ESTADO FUTURO.....	56
5	CONCLUSÃO.....	63
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

As mudanças econômicas trouxeram novas dimensões para o sucesso empresarial. Fatores como agilidade no atendimento ao cliente, flexibilidade, confiabilidade e qualidade são diferenciais importantes na busca pela excelência. As constantes inovações e as exigências dos clientes fazem com que, o modo como as empresas organizam e coordenam seus processos se torne um diferencial (LOPES, LIMA, 2008).

Sendo o principal foco das organizações, os processos produtivos estão diretamente relacionados ao crescimento empresarial, através da racionalização dos processos. Neste contexto, surge na indústria da Toyota Motors a filosofia enxuta, que tem como foco a minimização dos recursos e a redução de desperdícios, para alcançar os melhores métodos de produção (CERYNO, POSSAMAI, 2008).

A Produção Enxuta introduziu nas organizações várias ferramentas auxiliares, a mais utilizada é o Mapeamento de Fluxo de Valor, que busca identificar desperdícios e a melhoria contínua dos processos produtivos. Com o desenho do estado atual, pode-se detectar pontos na produção que não agregam valor ao produto e eliminá-los, obtendo assim um mapa de estado futuro como o estado Ideal (WOMACK & JONES, 1999).

Com a aplicação do Mapeamento segundo Womack e Jones (1999), as organizações descrevem visualmente as principais etapas do processo, o que permite enxergar o fluxo de valor e assim promover melhorias que tornem os processos eficientes, rápidos, com maior qualidade e menor custo.

Desta forma, este trabalho utiliza as técnicas e ferramentas da produção enxuta, com o objetivo de aplicar o mapeamento de fluxo de valor para uma família de produtos, em uma indústria metalúrgica.

A partir deste estudo a organização poderá melhorar seu processo produtivo, transformando desperdícios em valor, tornando as tarefas satisfatórias, eficazes e sem interrupções. Assim a indústria terá seus produtos no tempo certo, com qualidade, e irá oferecer ao cliente o que ele procura.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em um mundo globalizado, o crescimento da concorrência nas organizações, trouxe a busca por novos métodos que proporcionam racionalização dos processos produtivos. A melhoria contínua é o grande desafio das empresas, partindo do princípio de que tudo pode ser melhorado, as empresas procuram alcançar um processo que seja ao mesmo tempo ágil, rentável e flexível (MENEZES, MARTINS, 2010).

Para manter a competitividade, as empresas almejam entender o que o cliente procura e o valor criado por ele para um determinado produto, assim o consumidor irá puxar a produção, trazendo vários benefícios para a organização. O Mapeamento de Fluxo de Valor auxilia as organizações nesta tarefa (WOMACK, JOMES, 1999).

Neste contexto, a indústria em estudo, percebeu a necessidade de se tornar mais competitiva frente aos seus concorrentes. Este trabalho, além de aprimorar os conhecimentos acadêmicos, dá a oportunidade para uma empresa de fogões industriais aplicar os conceitos, princípios e ferramentas da produção enxuta para melhorar seus processos.

Este estudo auxiliará a indústria nas decisões sobre o fluxo e na identificação de pontos que podem ser melhorados, através da representação visual de cada etapa da produção, e assim, eliminar etapas que não agregam valor, bem como, reduzir custos e diminuir desperdícios. Ainda desenvolverá melhorias na comunicação, planejamento e gerenciamento.

Os pontos de maior dificuldade desta organização estão em produzir mais em menos tempo e com menor custo. Com isso, este estudo se torna importante, pelo desenho do estado futuro que tem como objetivo principal inserir o fluxo enxuto.

Com a aplicação do fluxo enxuto, a organização pode se tornar mais competitiva, com uma produção mais ágil sem perder a qualidade e a flexibilidade dos processos, mantendo a confiança dos clientes.

1.2 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Aplicar a análise do mapeamento de fluxo de valor para uma família de produtos, em uma indústria metalúrgica, do oeste do Paraná.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Elaborar o mapa do estado atual, analisá-lo, e propor melhorias.
- b) Elaborar o mapa do estado futuro.
- c) Propor medidas para diminuir desperdícios.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 ORIGENS DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

As origens primárias do Planejamento e Controle da Produção (PCP) são difíceis de rastrear. Processos produtivos são identificados desde os primórdios, quando grandes obras foram realizadas, como a grande muralha da China, as pirâmides no Egito, estradas no império Romano ou as construções de grandes Catedrais (WILSON, 1995).

A origem dos artesões também marcou o início dos processos produtivos. Com uma produção organizada, os artesões produziam em pequena escala, definiam prazos de entregas, prioridades na produção e estabeleciam valores aos seus produtos. Com o passar do tempo os artesões foram evoluindo e precisaram contratar auxiliares, devido à alta quantidade de encomendas (ARAÚJO, 2010).

Sipper & Bulfin (1997) destacam também que, foi com o surgimento da revolução industrial e a descoberta das máquinas a vapor, que os processos produtivos evoluíram. Os artesões passaram a ser contratados para formar grupos nas primeiras fabricas e a partir daí começaram a surgir novas exigências.

Neste contexto, houve a necessidade de aplicação dos Sistemas de Produção (SP). Para Fernandes & Filho (2010, p.1) um sistema de produção “é um conjunto de elementos inter-relacionados que são projetados para gerar produtos finais cujo valor supere o total dos custos incorridos para obtê-los”. A Figura 1 apresenta um esquema com os principais elementos de um SP.

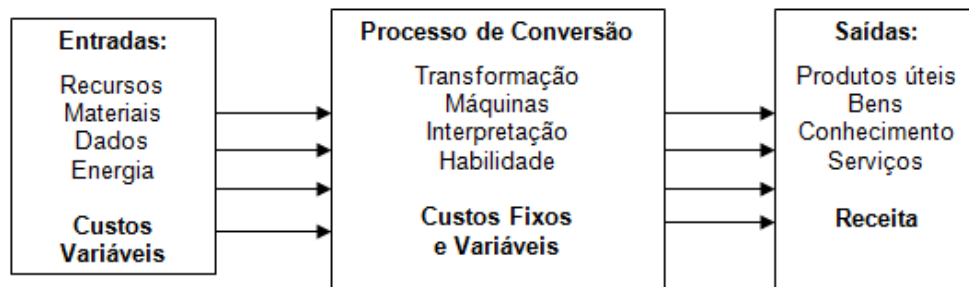


Figura 1: Esquema dos Sistemas de Produção.
Fonte: Adaptado de Fusco & Sacomano, 2007.

Com a aplicação dos sistemas produtivos, grupos de pessoas trabalhando em fábricas, e a substituição do homem pela máquina para acelerar e automatizar a produção surgiram medidas de planejamento, organização e controle da produção (SPRAKEL & FILHO, 1999).

2.2 DEFINIÇÕES E FUNÇÕES DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Para entender os conceitos e funções do PCP, precisa-se primeiro entender como ocorre a transformação de um produto em um SP. Para transformar insumos em produtos, deve-se pensar em prazos, onde planos são elaborados e suas ações são executadas (TUBINO, 2007).

Tubino (2009) destaca três níveis de planejamento: longo, médio e curto prazo. No planejamento de longo prazo (estratégico), o sistema fornece informações sobre a capacidade adequada de produção para atender seus clientes, e a partir da previsão de demanda montar um plano de produção. Já no planejamento de médio prazo (tático), com o plano de produção estruturado a empresa trabalha táticas para operar de maneira eficiente, planejando o uso da capacidade instalada.

O planejamento de curto prazo (operacional) é responsável pela execução das táticas e do plano de produção, para transformar os bens e serviços e entregá-los aos seus clientes no tempo justo. Dentro desses três

horizontes (Figura 2) o PCP surge como área de apoio e suporte para os gestores.

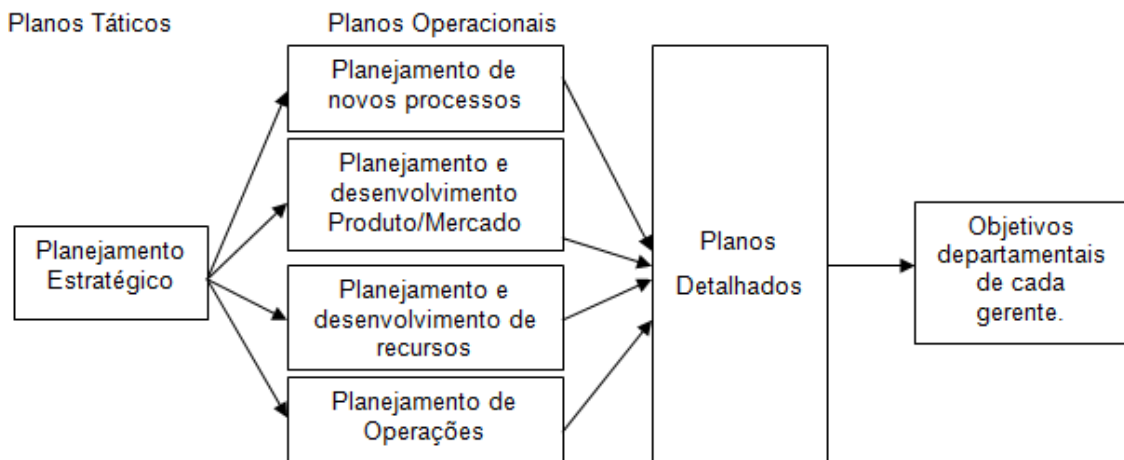


Figura 2: Desenvolvimento dos Planos Táticos.
Fonte: Adaptado de Chiavenato, 2003, p. 240

O PCP trabalha para atender da melhor maneira possível os planos traçados pelos níveis estratégico, tático e operacional, através da coordenação e aplicação dos recursos produtivos (TUBINO, 2009). Há vários conceitos que definem no que consiste o PCP.

Para Chiavenato (1991), o planejamento é um esquema daquilo que se pretende alcançar no futuro, porém nem sempre esse planejamento irá se concretizar, muitas vezes precisa ser refeito. As máquinas podem apresentar algum defeito produzindo peças fora do padrão, os fornecedores podem atrasar suas entregas e a produção parar por falta de produtos, os clientes podem mudar suas ambições, e então tudo aquilo que havia sido planejado sofrerá alterações.

Já o controle, é uma avaliação do que é realizado de modo a verificar a execução do planejado, e assim aplicar correções no processo com base nas metas estabelecidas. Analisando os conceitos de planejamento e controle, verifica-se que os mesmos estão relacionados, para controlar processos produtivos e atender as necessidades do consumidor (CHIAVENATO, 1991).

Partindo dessas premissas, Filho (2006, p.73) define PCP como “conjunto de funções necessárias para coordenar o processo de produção, de forma a ter-se os produtos produzidos nas quantidades e prazos certos”. Além de coordenar o processo produtivo o PCP preocupa-se com os prazos e quantidades que devem ser atendidos conforme o programado.

Segundo Corrêa e Pedrosa (1996) as atividades do PCP seguem essa estrutura hierárquica (Figura 2) com o objetivo de determinar o que, quando, quanto, como e onde produzir, bem como, comprar e entregar seus produtos. Estas decisões são fundamentais para definir: volume e *mix* de estoque, matéria-prima, produtos em processo e acabados; utilização e variação da capacidade produtiva; atendimento da demanda aos clientes (quantidades e prazos) e a flexibilidade da organização diante de mudanças não previstas (FUSCO & SACOMANO, 2007).

A Figura 3 mostra o esquema do PCP, assim pode-se verificar que o controle está sempre monitorando os processos e confrontando-os com o planejamento em um “*feedback*”.

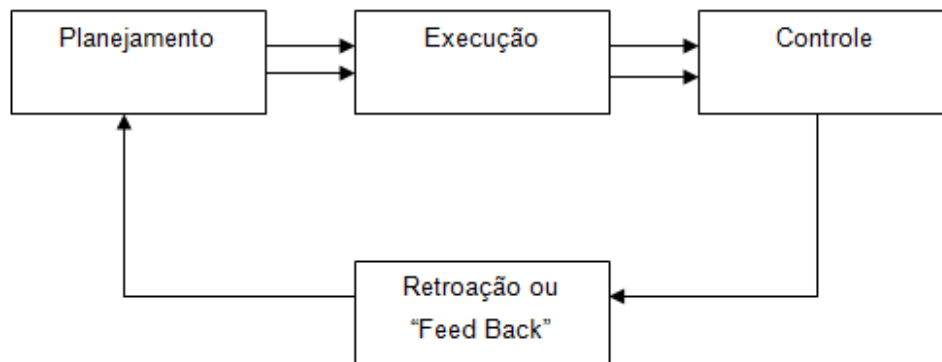


Figura 3: Representação Esquemática do PCP.
Fonte: Adaptado de Fusco & Sacomano, 2007, p.96

Para realizar suas tarefas, o PCP recebe informações de todas as áreas da organização, planeja, elabora e emite relatórios, bem como, ordens. Informações das listas de materiais e desenhos são fornecidas pela Engenharia do Produto, descrição dos processos de fabricação e os tempos padrões pela Engenharia de Processos, previsões de vendas de longo e médio prazo e pedidos pelo Marketing, planos de manutenção pela Manutenção, entradas e saídas por Compras e Suprimentos, plano de investimento e fluxo de caixa por Finanças (TUBINO, 2009; PRADO, *et al.* 2012).

Corrêa, Giansesi & Caon (2007) destacam como função do PCP, fornecer informações para tomadas de decisões como: planejar as necessidades futuras de capacidade de produção, planejar recebimento de fornecedores e níveis de estoque, programar a produção, informar a disposição dos recursos produtivos,

assim como, a ordem de produção, fazer cumprir prazos estabelecidos para os clientes, promover flexibilidade nos recursos, processos e demanda.

O PCP trabalha os recursos, insumos e todas as atividades que precedem a produção, para criar condições favoráveis ao aumento da eficiência e eficácia no processo produtivo, precisa dar respostas rápidas, o melhor controle, entrega e desempenho (BONNEY, 2000).

2.3 FERRAMENTAS DO PCP

2.3.1 Previsão de Demanda

As organizações direcionam suas atividades através de previsões, para planejar o sistema produtivo e o uso do mesmo. A previsão de demanda é a mais importante, pois é base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer organização (TUBINO, 2009).

Demanda pode ser definida como quantidade de um bem ou serviço que o consumidor está disposto a obter por um determinado preço (WERNER, 2004). Para Kotler & Armstrong (2009) o desejo de obter o bem ou serviço, passa a ser uma demanda, quando apoiado pelo poder de compra.

Já previsão é um prognóstico de eventos futuros, utilizada como base para planejamentos. A previsão é indispensável para planejar e programar os recursos necessários para a produção, bem como, vendas futuras (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2005).

Partindo destes conceitos, Russomano (2000), define previsão de demanda como um processo que objetiva definir dados futuros de vendas, do processo ou serviço, de uma organização. Stevenson (2001) completa afirmando que é necessária tolerância a cerca dessas previsões, pois nem sempre são perfeitas, há muitos fatores que influenciam como, alta aleatoriedade de dados. Ainda segundo o autor a previsão feita para produtos individuais não é tão eficiente quanto para uma família de produtos.

Tubino (2009) destaca que o processo de previsão de demanda pode ser dividido em cinco etapas, mostradas na Figura 4. Na primeira etapa precisa-se definir qual a necessidade de realizar a previsão e seus objetivos. Que produto ou família de produtos será prevista, os detalhes que serão trabalhados na previsão e quais os meios disponíveis para realização dessa previsão. O sucesso do modelo depende da importância dos produtos utilizados, pois produtos pouco significativos podem causar maior margem de erro.

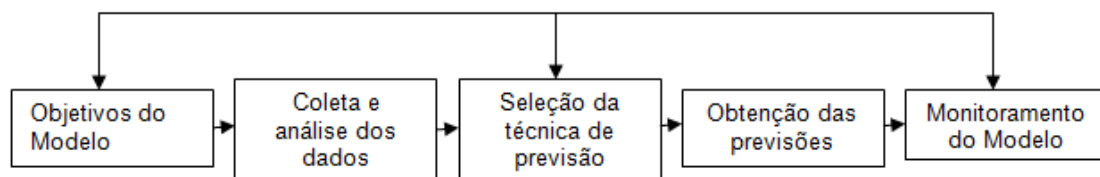


Figura 4: Etapas do Modelo de Previsão de Demanda.

Fonte: Adaptado de Tubino, 2009, p.16

O passo seguinte é a coleta e análise dos dados para identificar qual a melhor técnica de previsão a ser utilizada. Algumas considerações devem ser feitas consideradas nessa etapa, como: quanto mais dados históricos mais eficiente será a previsão; as vendas futuras não serão necessariamente iguais às vendas passadas, os dados devem buscar as características da demanda; quando há variações altas de demanda, por promoções, essas devem ser analisadas e substituídas por valores médios; o período de consolidação dos dados tem influência direta na previsão, bem como, na análise de altas variações (LUSTOSA, 2008; TUBINO, 2009).

Para decidir qual a melhor técnica de previsão (terceira etapa), deve ser analisado fatores como, custos e acuracidade; a disponibilidade dos dados; experiências passadas; disponibilidade de tempo para todos os processos de previsão; período para qual a previsão será necessária (LUSTOSA, 2008; TUBINO, 2009).

Após a seleção da técnica de previsão pode-se aplicar os dados e obter o prognóstico futuro. As previsões de longo prazo possuem menor confiabilidade. As previsões devem ser monitoradas quando começarem a alcançar a demanda real, para verificar a extensão do erro entre a real e a

prevista. Em casos de erros normais a previsão pode sofrer alterações para correção, mas em casos anormais pode ser necessário um “*feedback*” (LUSTOSA, 2008; TUBINO, 2009).

2.3.2 Planejamento Agregado da Produção

O Planejamento Agregado da Produção (PAP) tem como objetivo planejar a produção no médio prazo. Este faz a ligação entre o Planejamento Estratégico, às vendas e a produção, através de previsões de estoque, vendas e manufatura, agregadas as famílias de produtos (DONATO, 2008). Com essa ligação, ocorre a elaboração de uma estratégia de negócio integrada, e a parte que compete a produção é o planejamento agregado (LARA, 2003).

Freeland e Landel (1984) definem Planejamento Agregado como, processo de planejar e controlar os aspectos de produção, com intuito de atender as necessidades dos clientes de uma organização.

O planejamento é elaborado agregando todos os produtos com processos semelhantes, formando uma família de produtos. Com a família de produtos formada, busca-se um plano de produção para cada uma, que atenda a demanda prevista e minimize os custos de produção (JUNIOR, 1996).

Fernandes e Filho (2010) destacam as principais decisões que competem ao PAP: volume produzido por unidade de tempo, estoques e número de trabalhadores necessários, pedidos pendentes, necessidade de horas extras, utilização de bancos de horas, subcontratações, entre outras.

GAITHER (2005) cita as principais vantagens de se ter o PAP em uma organização: redução dos custos de produção com um plano de capacidade estruturado, capacidade adequada, balanceamento entre quantidade de produção e recursos.

2.2.3 Planejamento Mestre da Produção

O Planejamento Mestre da Produção (PMP) cuida dos planejamentos de curto prazo. O PMP faz a desagregação em produtos acabados do plano agregado, planeja com detalhes, buscando os recursos necessários para a produção (BOLSI, 2011; DONATO, 2008).

Sendo a primeira das atividades do controle da produção, o PMP tem como objetivo determinar os produtos que serão manufaturados em um determinado período de tempo (FERNANDES, FILHO, 2010). Segundo BINDEMANN (2012) o PMP decide o volume a ser produzido dentro de um mês em termos de quantidades e modelos.

O PMP pode ser visto como uma estratégia para atender as demandas previstas, onde dados são obtidos a partir do planejamento de vendas e operações. Esses dados são estruturados pelas principais táticas de todas as áreas da organização: produção, finanças, marketing e planejamento de produtos (FERNANDES & FILHO, 2010).

Para Vieira, Soares e Junior (2002) o PMP resulta de vários fatores, como: definição da data de entrega de suprimentos pelos fornecedores, capacidade do arranjo físico, estratégias e objetivos traçados e troca de informações entre os departamentos da organização.

O PMP possui registros em uma grandeza de tempo, que retém para cada produto final o estoque e a demanda atual. Para estabelecer os itens finais a serem produzidos, levam-se em conta as limitações de capacidade, que também são identificadas de forma agregada (ALVES, 2001).

Possebon (2013) considera o PMP como o planejamento mais importante de uma organização. É a base para determinar o que deve ser produzido, bem como, a quantidade e o momento certo em que deve ocorrer, direcionando as operações e tendo base para toda a mão de obra a ser utilizada, assim como, maquinários.

Fernandes e Filho (2010) destacam algumas variáveis importantes, a saber, para elaboração do PMP:

- a) Tamanho do Lote: Os cálculos do PMP devem ser compatíveis com essa variável, pois essas servem de entrada para as definições de quantidades a serem produzidas. Os mais utilizados são: Lote econômico, Lote mínimo, Lote múltiplo.

- b) *Estoque de Segurança*: é uma quantidade utilizada como seguro, uma reserva caso haja variação na demanda.
- c) *Time fence*: é um período onde as ordens de planejamento não são alteradas, chamado período congelado.

2.2.4 Planejamento da Capacidade

O Planejamento da Capacidade tem como objetivo prever se a organização terá capacidade para executar um Planejamento de produção determinado. Para isso, calcula-se a carga de todos os postos de trabalho para cada período futuro, verifica-se assim se a organização tem condições de suprir uma determinada demanda (NETO, CHAVES, SACOMANO, 2010).

Esse planejamento é de fundamental importância em uma organização e precisa estar inserido nos processos de planejamento e controle da produção. Após identificar a capacidade necessária para atender o planejamento da produção e demandas futuras, se faz importante identificar alternativas de suprimentos caso seja necessário (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

As decisões em relação ao aumento da capacidade são extremamente significativas, levando em conta o capital envolvido, pois se forem tomadas em momentos inoportunos podem abalar as finanças de uma organização. Assim como o aumento, a diminuição também deve ser pensada com cautela, podendo causar impactos elevados e diminuir a participação da organização frente às concorrentes (PROTO; MESQUITA, 2003).

Proto e Mesquita (2003) destacam as atividades ao Planejamento da Capacidade:

- a) Mapeamento da capacidade produtiva atual da organização.
- b) Previsão de demanda para futuros produtos e serviços: previsão do tamanho de mercado para o horizonte desejado, estimar mercados futuros, demanda estimada por segmento da organização, transformar a demanda estimada para necessidade de capacidade.

- c) Analisar as alternativas futuras para a capacidade da organização: expansão de capacidade, redução da capacidade.

Vollmann *et al* (1997) cita quatro técnicas para cálculo da capacidade: planejamento da capacidade com fatores globais, lista de capacidade, perfil dos recursos, planejamento das necessidades de capacidade.

O planejamento da capacidade com fatores globais é utilizado para uma pequena quantidade de dados, é simples, e pode ser calculado até manualmente. Geralmente o procedimento é baseado no planejamento de elementos derivados de dados históricos ou padrões de utilização da capacidade. Assim, esses elementos quando aplicados ao PMP definem os requisitos de capacidade global de mão-de-obra ou hora-máquina.

Os cálculos podem ser feitos em duas etapas, determina-se primeiramente a demanda total por capacidade (1), e em seguida, calcula-se a capacidade demandada por centro de trabalho (2).

$$C_{nt} = \sum_{i=1}^I P_{it} T_i \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

C_{nt} = demanda total por capacidade

P_{it} = produção do item i no período t

T_i = tempo padrão de fabricação do produto i

$$C_{nkt} = C_{nt} \times O_{ckt} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

C_{nkt} = capacidade demandada por centro de trabalho k em um período t

O_{ckt} = percentual de ocupação do centro de trabalho k em um período utilizado como base

Ao obter-se o resultado da equação 2, o mesmo deve ser comparado com a capacidade disponível. O resultado só será coerente se o *mix* de produtos e a divisão do trabalho mantiverem-se constantes ao longo do tempo.

Para utilizar o segundo método o primeiro passo é organizar os dados em uma lista de capacidade conforme ilustrado na tabela 1, onde i representa os produtos, c os componentes, L_i tamanho do lote de produção do produto final, L_c tamanho do lote de fabricação do componente c , Ts_{ik} tempo de setup do produto i no centro k , Tsi_{uk} pode ser obtido dividindo Ts_{ik} pelo L_i , tp_{ik} tempo unitário de processamento do produto i no centro k , t_{ik} ($ts_{ik} + tp_{ik}$) tempo total de processamento do produto i no centro de trabalho k . A lista de capacidade indica o tempo padrão necessário para produzir uma unidade do produto final em cada centro de trabalho, também possui informações importantes de cada operação como: lista de materiais, dados de rotas, mão de obra direta ou dados de horas-máquina.

Tabela 1: Cálculo do tempo de fabricação.

Produtos	L_i	CT	ts_{ik}	tsu_{ik}	tp_{ik}	t_{ik}
A	1 de 1	100				
B	1 de 1	100				
Componentes	L_c		ts_{ck}	tsu_{ck}	tp_{ck}	t_{ck}
C	1 de 2	200				
	2 de 2	300				
D	1 de 1	200				

Fonte: Adaptada de Vollmann 1997.

Com essas informações calcula-se a capacidade total demandada por unidade do produto i no centro de trabalho t (3), em seguida, calcula-se a capacidade total demandada por centro de trabalho k no tempo t (4).

$$C_{nik} = T_{ik} + \sum_{c=1}^c T_{ck} r_{ci} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

r_{ci} = quantidade do componente c necessária a fabricação de uma unidade de produto i .

$$C_{nkt} = \sum_{i=1}^i P_{it} C_{nik} \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

C_{nkt} = capacidade total demandada por centro de trabalho k no período t

Este método é mais preciso do que o anterior, pois considera variações no *mix* de produtos e a divisão do trabalho entre os centros.

Já o cálculo da capacidade por perfil dos recursos, além de utilizar as informações do planejamento da capacidade, ainda necessita do *lead time* para fornecer as projeções de capacidade no tempo por recurso individual de produção. Tendo o *lead time* de cada etapa do processo e considerando a estrutura de cada produto, alocam-se para todos os produtos os componentes e as operações necessárias ao longo do tempo, conforme ilustrado na Figura 5.

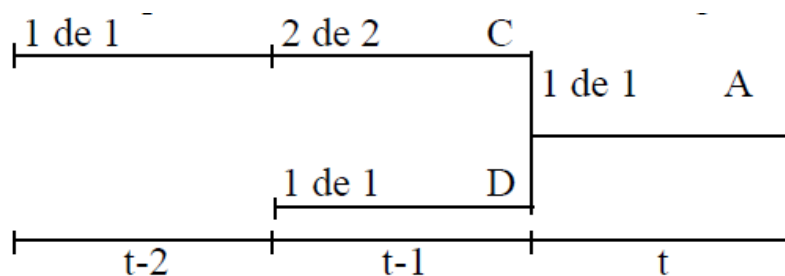


Figura 5: Alocação das operações ao longo do tempo.

Fonte: Adaptado de VollmanN (1997).

A partir dessas alocações consegue-se determinar o tempo em que as atividades devem ser iniciadas, e assim, a capacidade demandada de cada operação em seu respectivo posto de trabalho, que deve ser alocada no tempo certo. O último passo é calcular a capacidade total demandada (5), por posto de trabalho, para cada um dos períodos.

$$C_{nk,t-s} = \sum_{i=1}^i C_{nik} + \sum_{c=1}^c C_{nc k,t-s} \quad \text{Eq. (5)}$$

O último método citado por Vollmann (1997) é o Planejamento dos requisitos de capacidade que leva em consideração os recebimentos e as ordens programadas pelo PMP, para calcular a necessidade de capacidade de cada posto de trabalho. Esse método leva em consideração vários outros aspectos como: os registros básicos do MRP e assim o tamanho do lote e o *lead time* das ordens, o consumo da capacidade para produção de componentes em estoque e o estoque em processo. Como utiliza maior número de dados e recursos computacionais, esse método resulta em maiores custos.

2.4 PRODUÇÃO ENXUTA

2.4.1 Origens da Produção Enxuta

A produção artesanal foi um marco no início dos processos produtivos, em uma fábrica de automóveis os artesões altamente qualificados desenvolviam projetos, operações, ajustes e acabamentos, e faziam a montagem manual dos automóveis. Lentamente esses trabalhadores foram evoluindo, adquirindo prática, conhecimentos e habilidades que os levaram a abrir seus próprios negócios e vender seus produtos para empresas de montagem (SEPPALA; KLEMOLA, 2004; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Com várias desvantagens, a produção artesanal deu espaço para o surgimento da produção em massa, onde Henry Ford introduziu plataformas de montagens as indústrias automobilísticas e um automóvel inteiro era produzido por apenas um artesão que tinha como tarefa pegar as ferramentas e peças, ajustá-las e fixá-las (SEPPALA; KLEMOLA, 2004).

A produção em massa trouxe várias vantagens para as organizações, segundo Chandler (1977), a principal delas é a diminuição do tempo de produção, já que os materiais fluem com maior velocidade. Com isso os custos unitários dos produtos diminuíram e o *layout* das empresas teve que aumentar.

O mesmo autor cita ainda outras inovações da produção em massa, como o surgimento no chão de fábrica da produção em linha (*flowline*), a administração científica do trabalho (*scientific management*) e a linha de montagem móvel.

Antes da produção em linha as máquinas eram agrupadas no ambiente de trabalho de acordo com sua função. Com a movimentação em linha as máquinas passaram a ser dispostas na sequência do processo de produção, com isso, houve redução no tempo de movimentação e manuseio de materiais. Porém como as máquinas possuem tempos de produção diferentes logo surgiram os gargalos na produção (SANTOS, 2003).

Outra grande inovação que surgiu no século XX com Frederick Taylor foi a administração científica do trabalho, onde o trabalhador era treinado em um sistema que a gerência criava como sendo o melhor caminho para a produção, padronizava os procedimentos e os tempos necessários. Com isso surgiu ainda à produção de montagem móvel onde os trabalhadores ficavam fixos em seus postos de trabalho e o carro era movimentado por esteiras passando em cada posto, método que diminuía ainda mais os tempos de montagem dos automóveis (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Com a linha de montagem móvel Womack, Jones e Roos (2004) destacam que os trabalhadores não precisavam ser qualificados, pois sua tarefa era apenas fixar peças. Com essa divisão do trabalho, o tempo de treinamento desses trabalhadores se torna cada vez menor, assim Ford obteve o trabalhador intercambiável, alvo das principais críticas ao sistema de produção em massa.

Tais críticas e as velhas ideias da produção em massa abriram espaço para o surgimento de um novo paradigma, a Produção Enxuta. Essa filosofia se desenvolveu no Japão pós-guerra pelo engenheiro da Toyota, Taiichi Ohno, e ficou conhecida também por Sistema Toyota de Produção (TPS). O Sistema Toyota de Produção passou a ser destaque pela alta produtividade, flexibilidade, velocidade na produção e confiança dos consumidores (WOMACK, JONES, ROOS, 2004).

Para Liker (2004) essa filosofia surgiu com a necessidade que as montadoras Japonesas tinham em competir com as americanas após a guerra, e porque a produção em massa não supria as necessidades dessa produção que apresenta características diferentes da produção Americana. Na produção

Japonesa à demanda é de altas variedades de produtos e baixas quantidades, o que não é aplicável à produção em massa.

Ainda segundo o mesmo autor, no Sistema Americano conseguia-se baixos custos pelos lotes grandes de produção em massa, e no Japão pós-guerra isso não era possível, já que o crescimento econômico era lento.

A produção enxuta parte do princípio de que todas as tarefas que não agregam valor ao produto devem ser eliminadas do processo, e as tarefas que agregam devem ser realizadas com maior eficácia e no tempo certo (STEFANELLI, 2010). Segundo Ohno (1997), o sistema Toyota de Produção tem como objetivo reduzir o tempo de produção, eliminar desperdícios e operações que não agregam valor ao produto, observando a produção desde o início, onde o cliente faz o pedido até a entrega do produto final e seu pagamento. Com essa filosofia a Toyota pode aumentar sua margem de lucros, diminuindo os custos, sem aumentar seus preços.

2.4.2 Princípios da Produção Enxuta

Womack e Jones (1999) destacam os cinco princípios no qual a produção enxuta é baseada: Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, Puxar e Perfeição.

Definir o valor específico para um produto é o ponto inicial para a Manufatura Enxuta, ao contrário do que se pensava, é o cliente quem define o valor para o produto, e não a organização. Na medida em que o cliente necessita de um produto ele cria um valor para este, e a função dos produtores é identificar o que o cliente valoriza realmente.

Após entender o valor dos produtos o passo seguinte é traçar o fluxo de valor, ou seja, analisar o caminho que a matéria prima percorre até se transformar no produto final, avaliar operações, identificando melhorias para o

processo e eliminando atividades que não agregam valor ao produto final (WOMACK, JONES, 1999).

O fluxo pode ser entendido como o caminho lógico que os produtos percorrem em operações que agregam valor. A Produção enxuta estuda este caminho para definir o melhor fluxo estável e contínuo, para eliminar as atividades desnecessárias e melhorar as necessárias, para que o processo alcance maior eficiência e eficácia (WOMACK & JONES, 1999).

Para que esse fluxo funcione realmente a programação da produção deve ser puxada. Na programação puxada à produção deve ocorrer no tempo certo, ou seja, nada deve ser produzido sem ter necessidade. Este processo só é possível quando há um fluxo definido e é importante para diminuir filas de matérias em estoques (WOMACK & JONES, 1999; TUBINO, 2009). Segundo Araújo, Rentes e Queiroz (2004) para que um cliente necessite de um produto, este deve puxar a produção e o valor, caso contrário, o produto não despertará interesse e ficará parado em estoque.

O último princípio e não menos importante, é a perfeição. Esse princípio deve ser o objetivo de toda organização, é a busca pela perfeição que move os gestores e operadores para sempre buscarem os melhores métodos, sem se acomodar com os existentes, pois tudo pode ser melhorado.

Godinho (2004) considera ainda mais um princípio, o foco na qualidade. Este se preocupa em não permitir que um defeito avance no processo, ou seja, quando aparecer qualquer deformidade em um produto ou peça deve ser corrigido imediatamente sem que passe para o próximo processo. Esse princípio busca a prevenção e eliminação total de defeitos.

Para melhor entendimento dos princípios da Produção Enxuta Stefanelli (2010) explica os três tipos de atividades que podem ocorrer dentro de uma organização:

- a) Atividades que agregam valor: essas são as atividades que os clientes consideram preciosas para tornar o produto final uma necessidade.
- b) Atividades necessárias que não agregam valor: são atividades que os clientes não consideram preciosas, mas que são necessárias para chegar ao produto final, e só serão eliminadas se o processo mudar radicalmente.

- c) Atividades que não agregam valor: para o cliente final essas atividades não tornam o produto precioso e não são necessárias para chegar ao produto final. Essas devem ser eliminadas do processo.

Como já citado anteriormente o foco da produção enxuta é melhorar o processo produtivo de maneira eficaz e eliminar as atividades que não agregam valor, também chamadas de desperdícios de produção.

2.4.3 As categorias de desperdício de produção

Ceryno e Possamai (2008) definem desperdício como toda operação que não agrega valor, sendo que o valor é imposto pelo cliente. Há vários autores que destacam quais são as sete categorias de desperdício, Ohno (1997) e Guelbert (2002) citam sete categorias de desperdícios, já Dennis (2008) acrescenta a oitava categoria, sendo elas:

1. Defeitos nos Produtos: são produtos produzidos com defeitos e sem qualidade. Para que não ocorram desperdícios o produto deve ser processado corretamente logo na primeira vez, caso ocorra alguma imperfeição logo que detectada deve ser corrigida, sem que avance mais no processo com defeitos. Se o produto seguir no processo mesmo com defeito tarefas serão desperdiçadas, pois o produto dificilmente será ajustado quando acabado.
2. Excesso de Produção: essa categoria refere-se à produção em excesso, tudo deve ser produzido no tempo certo. A produção em excesso pode causar fluxo fraco de informações e estoques de produtos acabados, todos na organização podem ter impressão de que a produção está fluindo normalmente e que todos os recursos estão sendo utilizados, porém a produção em excesso eleva os níveis de inventário que cobrem problemas e ineficiências na produção. A produção em excesso é o pior de todos os desperdícios, pois é a que gera todos os outros. Ferreira (2004) cita outros desperdícios que surgem com a produção em excesso:

alta de estoques, imobilização de capital, despesas aumentam, necessidade de maior espaço, desmotivação, danos aos materiais e gastos de energia em excesso.

3. Estoque de matérias primas ou itens em processo: estoques em excesso resultam em custos excessivos e dificuldades no atendimento ao cliente. Ocorre quando a organização produz em excesso ou recebe peças em excesso pelos fornecedores. Estoques em excesso também causam aumento do inventário, quanto maior o inventário maior o desperdício, pois estes fazem com que a movimentação ocorra com deficiência, aumentam o custo de estocagem e ocupam maiores áreas da empresa, proporcionando a necessidade de aumento dessas áreas. Os estoques aumentam os custos da organização, devem ser reduzidos ou eliminados.
4. Operações desnecessárias: qualquer operação que não é percebida pelo cliente final, ou seja, que não agrega valor para o produto. Evitar a simplicidade, usar ferramentas e procedimentos errados, aumentar as tarefas e esforços sem necessidade são operações que causam desperdício. O valor do produto deve ser imposto pelo cliente e as organizações devem apenas percebê-los (FERREIRA, 2004).
5. Movimentação desnecessária de pessoas: desorganização no chão de fábrica é a principal causa de movimentações desnecessárias. O ideal para as movimentações é que elas sejam agrupadas e ocorram somente quando necessário, sem comprometer o ciclo produtivo. O *layout*, a ergonomia e a organização do chão de fábrica na ordem de produção são fatores importantes para evitar esse tipo de desperdício.
6. Transporte desnecessário de mercadorias: o desperdício por transporte ocorre quando há movimentação de matérias que consomem recursos, porém, não agregam valor (REIS et al, 2005). Na maioria das vezes esses processos são necessários por restrições do processo e das instalações. Assim busca-se a melhor adaptação do *layout* e a ordem do processo produtivo para evitar esse desperdício.
7. Espera dos funcionários pelo equipamento: este ocorre quando há funcionários ociosos, ou seja, quando um operário precisa esperar por uma peça que está em outro processo. Também ocorre quando há paradas não programadas por problemas em equipamentos, quando há

excesso de produção ou quando o fornecedor não consegue cumprir com os prazos.

8. Conhecimento sem ligação: esta categoria de desperdício citada por Dennis (2007) como a oitava categoria, ocorre pela falta de comunicação entre os setores de uma organização, entre a organização e os clientes e a organização e seus fornecedores. Segundo o autor sem essas comunicações a organização fica sem ideias criativas, sem fluxo de conhecimento, e perde várias oportunidades.

2.4.4 Ferramentas da Produção Enxuta

2.4.4.1 *Kaizen*

A ferramenta *Kaizen* foi elaborada pelo engenheiro Taichi Ohno e ficou mundialmente conhecida quando aplicada ao sistema Toyota de produção, com o objetivo de eliminar desperdícios na produção, aumentar a produção sem perder a qualidade e promover melhoria contínua (BRIALES, 2005).

A palavra *Kaizen* vem do japonês e significa mudar sempre para melhor, ou seja, melhoria contínua. Quando aplicado em uma organização envolve desde operários até a alta gerencia, todos devem promover *Kaizen* a fim de detectar melhorias na produção, alternativas de redução de custos, deixando o processo mais rápido e enxuto sem perder a qualidade (AMARAL, 2013).

Slack *et al.* (2002) destaca o *Kaizen* como uma ferramenta que tem por finalidade promover melhorias sucessivas e constantes. Segundo Sharma e Moody (2003) o *Kaizen* aplica questões estratégicas que são baseadas no tempo. Nestas estratégias, os pontos de destaque para a produção são: como melhorar a qualidade, como controlar e reduzir custos e como garantir pontualidade na entrega. Se fracassado algum desses pontos a organização irá perder competitividade e sustentabilidade nos mercados atuais.

Briales (2005) considera três pontos chaves nesta ferramenta:

- a) Após melhorar um processo, o mesmo deve ser estudado e analisado para melhorá-lo novamente, ou seja, é um processo que exige continuidade, processo cíclico.
- b) A melhoria contínua possui um aspecto cultural muito forte, pois é mais do que uma simples sequência de melhorias, é um modo de vida que permeia todas as esferas de uma organização desde a alta administração até os operários.
- c) O *Kaizen* dá ênfase ao processo, quando aumentada à eficiência, essa se deve estender a toda a organização e não apenas a uma área.

2.4.4.2 *Takt time*

O *Takt time* é baseado no ritmo de vendas, em quanto tempo deve ser produzido um produto para atender a demanda do cliente, ou seja, é utilizado para sincronizar o ritmo de venda com o ritmo de produção. Para obtenção do *Takt time* primeiramente calcula-se a demanda média diária, dividindo a demanda média mensal (unidades) pelo número de dias no mês, em seguida divide-se o tempo disponível diário pela demanda média diária (ROTHER &SHOOK,1999).

$$\text{Demanda Média Diária} = \frac{\text{Demanda Média Mensal}}{\text{Nº de dias no Mês}} \quad \text{Eq. (6)}$$

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo Disponível Diário}}{\text{Demanda Média Diária}} \quad \text{Eq.(7)}$$

Utilizado como referência para identificar a velocidade ideal da produção, o *Takt time*, também ajuda a enxergar como a produção está ocorrendo e a identificar melhorias que possam ser implantadas. Produzir abaixo

do *Takt time* causa excesso de produção, que gera desperdícios, estoques, custos de armazenagem e movimentações desnecessárias (PRADO, 2006).

2.4.4.3 *Poka yoke*

Poka yoke vem do Japonês e significa à prova de erros. São dispositivos instalados em máquinas, ferramentas ou postos de trabalho com o objetivo de identificar e prevenir possíveis erros na produção, mesmo que haja insistência no erro, esse dispositivo não deixará prosseguir (OHNO, 1997).

No caso de operações manuais que exigem muita atenção do operador o *Poka yoke* é uma ótima ferramenta de controle, pois pode haver mal posicionamento das peças, bem como, ajustes necessários (ALMEIDA, 2007).

Shingo (1996) destaca duas maneiras de utilização do sistema *Poka yoke*:

- a) Método de controle: quando utilizado para linha de produção e máquina.
- b) Método de advertência: quando ativado, identifica o problema e sinalizado através de um alarme ou uma luz, o operário deve parar a processo.

O método de controle evita a produção de itens defeituosos, sendo mais seguro, deve ser aplicado em locais onde há maior incidência de erros e a correção é mais difícil. A grande vantagem do sistema *Poka yoke* é a inspeção constante das peças, o que garante 100% qualidade (ALMEIDA, 2007).

2.4.4.4 Mapeamento do fluxo de valor

2.4.4.4.1 Definições e importância do MFV

A realização das tarefas por etapas ao longo de uma cadeia de valor é chamada de fluxo, o fluxo pode ser contínuo quando não há interrupções, é o ideal. Dentro de uma organização pode existir dois tipos: fluxo para projetar um produto, que vai desde o projeto até o lançamento do produto; e o fluxo de produção, que vai desde o pedido do consumidor até a entrega do produto final (MOREIRA & FERNANDES, 2001).

Segundo Moreira e Fernandes (2001) o MPF objetiva estudar o fluxo de produção. Os mesmos autores destacam ainda que o Mapeamento facilita a visão de todas as etapas do processo de um produto, do início, até a entrega para o cliente, permitindo assim visualizar os pontos de desperdícios.

Rother e Snook (1999, p.4) citam o MFV como “uma ferramenta que utiliza papel e lápis e o ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e de informações na medida em que o produto segue o fluxo de valor”. Os mesmos autores ainda destacam a simplicidade desta ferramenta, basta desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de materiais e informações, após analisa-se o caminho que o produto segue desde fornecedor até consumidor. Após análise dessa representação e de todas as questões envolvidas desenhe como o valor deveria fluir em um “estado futuro”.

Para Jones e Womack (2003, p.1) o MFV é um processo simples de “observação direta dos fluxos de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando em um estado futuro com um melhor desempenho”. O MFV pode ser desenhado para produtos já existentes e também para produtos em fase de desenvolvimento. Para produtos já existentes o mapeamento vai mostrar o “estado atual”, como ele está sendo produzido no presente. Já o mapeamento para um produto em desenvolvimento o mapa do “estado atual” vai mostrar a produção como de costume, e vai comparar com o “estado futuro” para chegar no “estado ideal”.

Guinato (1996) destaca as principais vantagens dessa ferramenta: auxilia na identificação das atividades que agregam e as que não agregam valor, facilita a identificação de desperdícios ao longo do fluxo de produção, permite a visualização das decisões sobre o fluxo para que sejam discutidas, reúne os conceitos e técnicas da produção enxuta, constitui a base para a implementação da produção enxuta, expressa a relação entre fluxo de material e fluxo de informações, demonstra como uma planta deve operar para criar fluxo.

O MFV é uma ferramenta que ajuda a desenvolver melhorias na comunicação, planejamento, gerenciamento dos processos e mudanças na organização. Para sua utilização é necessário seguir algumas etapas, onde a mais importante é a do “estado futuro”. O objetivo do desenho do estado futuro é inserir o fluxo enxuto de valor, para isso os seguintes princípios enxutos devem ser observados (QUEIROZ; RENTES; ARAUJO, 2004):

1. Produzir de acordo com o *Takt time*: É utilizado para que não haja excessos na produção, ou seja, para que haja sincronia no ritmo de vendas e produção.
2. Desenvolver fluxo contínuo onde for possível: Na produção contínua não há paradas, é produzida uma peça cada vez passando cada item de uma etapa para a outra, o que resulta em diminuição de desperdícios.
3. Onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores utilizar supermercados para controlar a produção: a lógica do controle da produção nos supermercados, é que o cliente retira os produtos que precisa somente quando necessário, cabendo ao fornecedor produzir apenas para reabastecer. Neste processo a produção é puxada pelo cliente e a fabricação em lotes, o que é necessário nos casos que não é possível a aplicação do fluxo contínuo.
4. Enviar a produção do cliente para somente um processo de produção: este ponto vai controlar o ritmo de produção de todos os outros processos anteriores, de acordo com a demanda, denominado processo puxador.
5. Nivelar o *mix* e o volume de produção: Ao invés de dividir os lotes de produção em períodos, é melhor distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante vários períodos de tempo. Para nivelar o volume cria-se uma puxada inicial com liberação e retirada de apenas um incremento de trabalho no processo puxador.

2.4.4.4.2 Etapas do Mapeamento de Fluxo de Valor

O MFV é inicialmente dividido em quatro etapas (Figura 6). Para melhor entendimento dessas etapas, os próximos parágrafos apresentaram um pouco mais sobre cada uma delas.

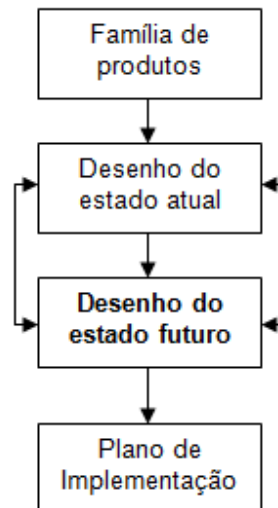


Figura 6: Etapas do MFV.
Fonte: Adaptado de Rother e Snook (1999, p.9)

A Família de produtos é o primeiro passo para o MFV, etapa de extrema importância, pois geralmente o consumidor se interessa por um produto específico e não por todos os itens de uma organização (KINOUCHITA, 2010). Rother e Snook (1999) definem família de produtos como um grupo de produtos que passam por processos semelhantes e equipamentos em comum, até se transformarem no produto final.

Em caso de produtos com *mix* mais complexos, a família de produtos pode ser identificada através de uma matriz (figura 7). Esta matriz deve conter os produtos fabricados pela organização na coluna da esquerda, e os passos dos processos de manufatura da matéria-prima ao consumidor na linha superior. Os produtos que formaram uma família são os que tiverem processos em comum, o que será analisado depois de marcado cada quadro em que um processo se aplica em um produto (ROTHER & SNOOK, 1999).

EQUIPAMENTOS E PROCESSOS									
P		1	2	3	4	5	6	7	8
R	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
U	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
O	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Figura 7: Matriz da família de produtos.
Fonte: Adaptado de Rother e Snook (1999).

O mapeamento do estado atual é extremamente necessário, pois é base para o mapeamento do estado futuro. Para iniciar o mapeamento do estado atual desenham-se os tipos de processo ao invés de cada etapa do processamento, no nível do fluxo “porta a porta”. Usam-se símbolos e ícones para representar o processo (Rother; Snook, 1999).

Liker e Meier (2007) destacam que a finalidade principal de mapear o estado atual (representado na Figura 8) é entender as características dos processos, para em seguida desenhar o mapa do estado futuro, durante o mapeamento do estado atual surgiram ideias para o mapa do estado futuro.

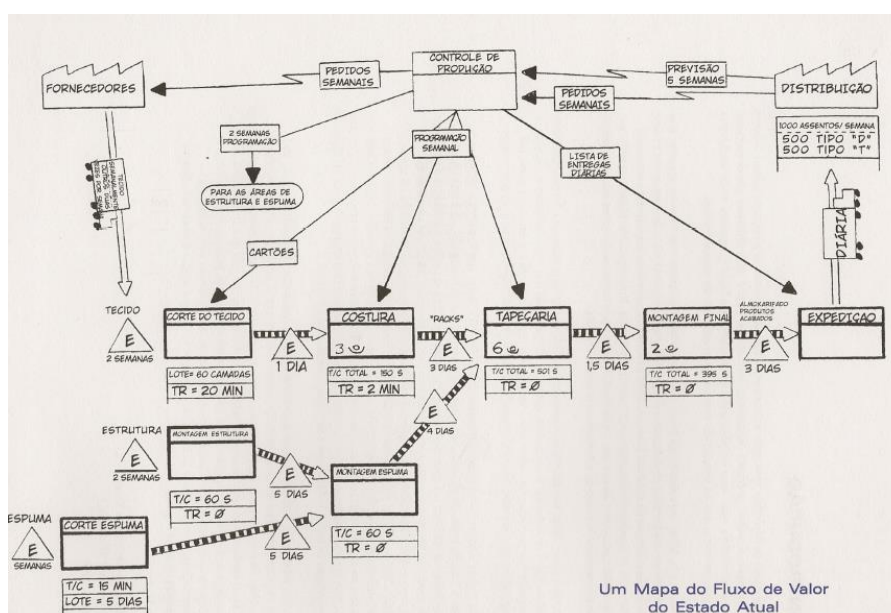


Figura 8: mapa do fluxo de valor do estado atual.
Fonte: Rother e Shook, 2003.

Rother e Snook (1999) dão algumas dicas para o mapeamento: as informações do estado atual devem ser coletadas pela mesma pessoa que está desenhando o mapa, enquanto caminha junto aos fluxos de materiais e de informações; o mapeamento inicia com uma longa caminhada por todo o fluxo de valor; comece pelos processos finais e após pelos processos anteriores; não se baseie em informações que outras pessoas obtiveram e sim nas que obteve, traga sempre o próprio cronometro; desenhe a mão e com lápis.

Como já citado anteriormente o mapeamento do fluxo de valor tem como objetivo indicar fontes de desperdícios e eliminá-las, com a implementação de um fluxo de valor em um estado futuro, que pode em um período de curto tempo ser real. O intuito é criar uma cadeia de produção em que os processos são puxados pelos clientes com fluxo contínuo, produzindo assim, apenas o que os clientes necessitam e no momento em que necessitam (ROTHER; SNOOK, 1999).

O primeiro passo para elaboração do estado futuro é verificar se cada etapa do processo do fluxo de valor está de fato criando valor. Em seguida o segundo passo é colocar todas as etapas possíveis em fluxo contínuo, pois este reduz o tempo de processamento e custos. O terceiro passo é fazer com que a produção seja puxada, utilizando supermercados, pois o fluxo contínuo não é possível neste caso (WOMACK, 2006).

A melhor maneira de implementação do estado futuro segundo Rother e Snook (1999), é dividi-lo em “*loops*”, como citado abaixo:

1. *Loop* puxador: este é o *loop* que mais se aproxima do final e a maneira como é conduzido abala todos os outros processos anteriores. O *loop* puxador compreende o fluxo de materiais e as informações entre os clientes e o processo puxador.
2. *Loops* adicionais: entre as puxadas existem os fluxos de informações e materiais, que ficam antes do *loop* puxador.

Podendo haver melhorias nos *loops*, segue-se o padrão descrito abaixo:

1. Elaborar um fluxo contínuo que opere de acordo com o *takt time*.
2. Trabalhar com sistema de produção puxado.
3. Inserir o nivelamento.

4. Praticar a melhoria contínua para eliminar desperdícios, selecionar supermercados, diminuir o tamanho dos lotes e alcançar o fluxo contínuo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÕES DA EMPRESA

A empresa em estudo é uma indústria de médio porte, que atua no segmento de fogões industriais e máquinas domésticas, se destaca com as mais variadas soluções para o ramo gastronômico, produzindo aproximadamente quatrocentas variedades de produtos. Atende ao varejo e agropecuárias de todo o Brasil, seu parque industrial é de 2000 m², onde abriga máquinas como guilhotina, para corte de material, prensas hidráulicas e excêntricas para modelagem e estampagem, dobradeira CLP, solda, lixadeira e torno CNC.

3.2 METODOLOGIAS DA PESQUISA

Segundo Silva e Menezes (2001) pesquisa significa de maneira simples “procurar respostas para indagações propostas”. Já Kauarak, Manhães e Medeiros (2010), definem pesquisa científica como a realização de uma busca planejada, desenvolvida e elaborada de acordo com as normas da metodologia científica criada pela ciência.

De acordo com a natureza esta pesquisa é definida como aplicada, pois os seus resultados serão utilizados tendo objetivo de analisar o fluxo do processo produtivo, identificando a origem dos desperdícios no seu percurso dentro da linha de produção.

Gil (2009) destaca, de acordo com o ponto de vista de seus objetivos, três tipos de pesquisa: exploratória, descritiva e explicativa. A pesquisa exploratória tem como objetivo a familiarização dos dados, tornando-o claro, ou construindo hipóteses. Já a pesquisa descritiva tem como finalidade explicar as características de uma população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre

variáveis. A pesquisa explicativa objetiva definir os fatores que determinam ou contribuem na causa dos fenômenos.

De acordo com os conceitos citados acima, essa pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois fará um levantamento de dados e informações em uma organização, com observações participantes para familiarização dos dados.

O mesmo autor ainda cita, de acordo com os procedimentos técnicos, outros tipos de pesquisa como: bibliográfica, experimental e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica é realizada a partir de materiais já publicados como: artigos, livros, dissertações e teses. Já a pesquisa experimental ocorre quando um objeto de estudo é determinado, e assim, selecionam-se as variáveis que podem influenciá-lo. O estudo de caso é amplo e detalhado, envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos.

Neste contexto esta pesquisa é classificada também como bibliográfica e estudo de caso, por ser elaborada a partir de materiais já publicados e envolver um estudo detalhado.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

A pesquisa foi realizada em três etapas, como ilustrado na Figura 9.

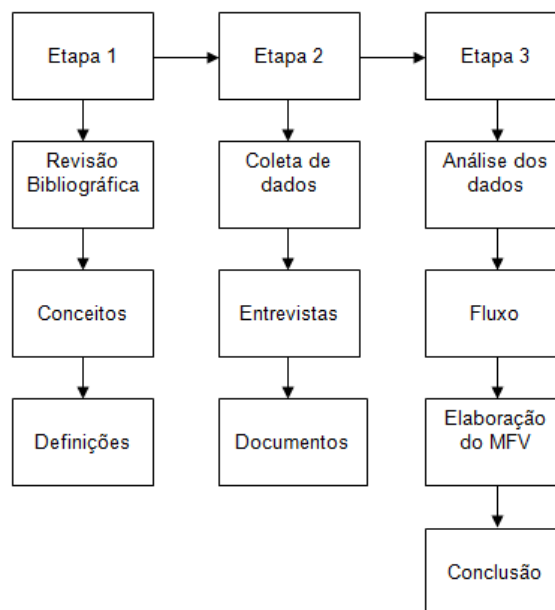


Figura 9: Etapas da pesquisa.
Fonte: o autor (a)

A primeira etapa foi a pesquisa em materiais já publicados sobre o assunto, com o intuito de propiciar conceitos relevantes para a realização do estudo. Nesta pesquisa foi abordado o surgimento, conceitos, funções e ferramentas do PCP, para em seguida citar os principais conceitos e princípios da mentalidade enxuta. Na produção enxuta foram definidas as sete categorias de desperdícios descritas por Ohno (1997). Em seguida foram abordadas algumas das ferramentas, onde teve maior ênfase o MFV, que será utilizado neste estudo.

Para a segunda etapa foram realizadas visitas na organização em estudo, e através de conversas com os proprietários foi escolhida a família de produtos que seria estudada. Como descrito por Kinochita (2010), geralmente o consumidor se interessa por um produto específico e não por todos os itens de uma organização, então o critério de escolha foi as vendas, ou seja, os produtos mais vendidos.

Em seguida o foco foi a coleta de dados. Como citado por Rother e Snook (1999), utilizou-se papel e lápis em anotações, para entender o fluxo de informações e matérias da organização. Foi observado o processo produtivo, onde o responsável pela produção e os funcionários auxiliavam, explicando o processo. Nessas observações foram cronometrados os tempos em cada etapa. Também foi observado o processo de preparação das máquinas.

Documentos com os pedidos semanais foram visualizados, para se obter o lote de produção, já que a empresa não tem um lote definido. Com todos os dados coletados, iniciou-se a terceira etapa.

Para análise dos dados foi utilizado como ferramenta o Microsoft Office Excel, onde foi ilustrado o processo de limpeza e pintura, através do gráfico de Gantt para verificar os tempos de processamento nestes dois setores.

O MFV foi ilustrado no Vison. Para o desenho do estado atual foi calculado o tempo que cada processo leva para produzir um lote, a capacidade de cada processo e a produção diária de cada posto de trabalho. Em seguida foi analisado o estado atual, identificando os desperdícios, para então propor melhorias.

Para simular as melhorias, também foi utilizado o Microsoft Office Excel, utilizando o gráfico de Gantt. A partir das melhorias foi elaborar um plano de ações, citando os benefícios que as mesmas trazem para a organização. As considerações finais foram obtidas através dos objetivos da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA

O processo produtivo da organização inicia no setor de vendas onde o cliente faz seu pedido. Após receber os pedidos o responsável pela produção faz o cálculo manualmente da quantidade a ser produzida, a seguir esta informação é repassada para o setor de corte em um cartão com as quantidades a serem cortadas. Não há cálculo de ocupação das posições de trabalho, como comenta Neto, Chaves, Sacomano (2010), que a carga dos postos de trabalho para cada período futuro, gera condições para a organização identificar a necessidade de suprir uma determinada demanda. Isto não acontece na empresa em estudo.

Não há um software específico para realizar os cálculos das quantidades a serem produzidas. Uma planilha contendo as quantidades necessárias de cada peça do fogão, onde insere-se o lote de produção e a mesma gera as quantidades, poderia ser adotada pela organização.

A organização também não possui um lote de produção definido. A programação da produção é feita semanalmente e são produzidos, além dos pedidos quinze peças a mais. A organização não segue o princípio da produção puxada, citada por Womack e Jones (1999), onde à produção deve ocorrer no tempo certo, ou seja, nada deve ser produzido sem ter sido solicitado pelo cliente.

Os fogões são constituídos por várias peças diferentes que passam por diferentes máquinas e processos. A primeira máquina utilizada é a guilhotina que faz o corte. A empresa possui duas guilhotinas uma grande que faz o primeiro corte e uma pequena, que faz os cortes de peças menores que saem da primeira etapa. A guilhotina não necessita de nenhum processo de preparação.

As chapas são fornecidas em um comprimento de 134 cm, após o primeiro corte as chapas ficam com 79 cm de comprimento e há 55,5 cm de sobra, essas sobras vão para a prensa e são utilizadas para fazer peças

menores. No segundo corte, as chapas que possuem 29 cm, são ajustadas para serem cortadas com 10,5 cm, gerando duas peças e há uma sobra de 8 cm. Para formar a estrutura do fogão são necessárias seis destas peças.

Depois do segundo corte os pedaços de perfis que sobram são utilizados para fazer peças menores como, arruelas. Esse processo ainda gera outras sobras de perfis furados, e esses são vendidos para a reciclagem onde são utilizados para a fabricação de cestos. A organização não tem problemas com desperdício desse material.

Em seguida, as chapas vão para a prensa excêntrica, onde são feitos recortes para melhor encaixe na hora da montagem. São feitos três tipos de recortes diferentes, duas que formam as laterais e a frente, e outras duas que formam as divisórias das bocas do fogão. A prensa excêntrica necessita de preparação para realizar os recortes que tem duração de dez minutos.

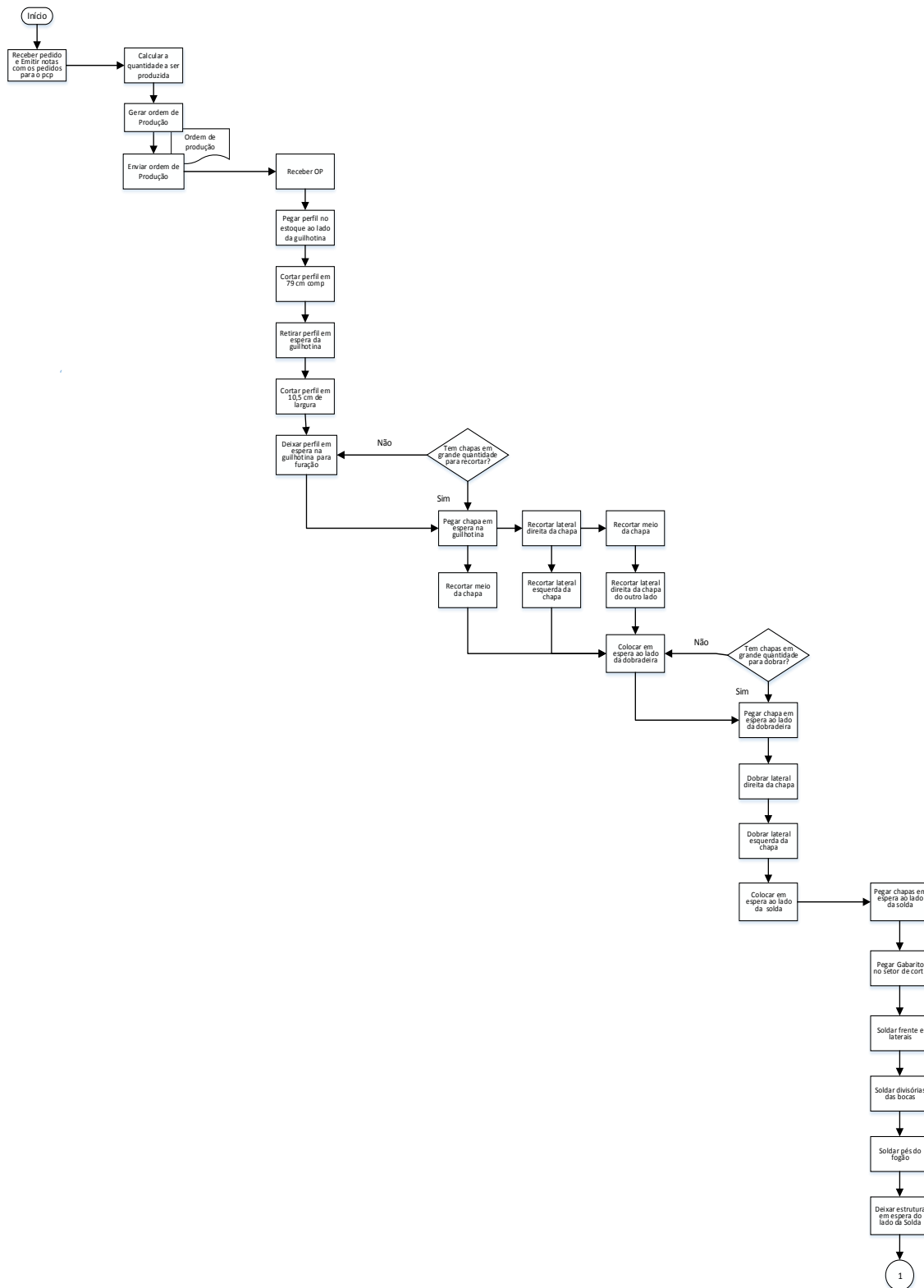
Na próxima etapa as chapas são dobradas nas laterais, esse processo ocorre na prensa hidráulica que tem um tempo de preparação de trinta minutos. Em seguida as peças dobradas são levadas para o setor de solda. Nesse setor são soldados primeiramente à frente, o fundo e as laterais, para isso é utilizado um gabarito com as medidas exatas. Depois são colocadas as divisórias das bocas e os pés do fogão.

Toda a estrutura soldada passa por uma limpeza. Na primeira etapa a estrutura fica dez minutos mergulhada em um desengraxante, após é realizado um enxágue com água e é transferida para o refinador, onde permanece por três minutos. A seguir é mantida dez minutos no fosfato e após recebe um enxágue com água novamente. O último passo da limpeza é o passivador, essa etapa tem duração de três minutos e a sua função é melhorar a aderência da tinta à estrutura. E para finalizar, a estrutura permanece por dez minutos na secagem.

Posteriormente as peças são pintadas e depois de secas vão para a montagem, que ocorre em duas etapas. Na primeira etapa é feita a montagem da tubulação onde são colocados os registros, a segunda etapa é a montagem final que consiste em colocar o regulador na boca, colocar a boca no suporte e realizar os testes de qualidade. Na montagem a única preparação que precisa ser feita é na furadeira que tem duração de cinco minutos.

O teste de qualidade é realizado acionando cada boca, o fogo deve possuir cor azulada, caso contrário o regulado de ar é ajustado novamente.

Depois desses testes é feita a embalagem do produto final. Todo o processo de fabricação do fogão demanda um tempo de dez dias, a fluxograma do processo é apresentado na Figura 9.



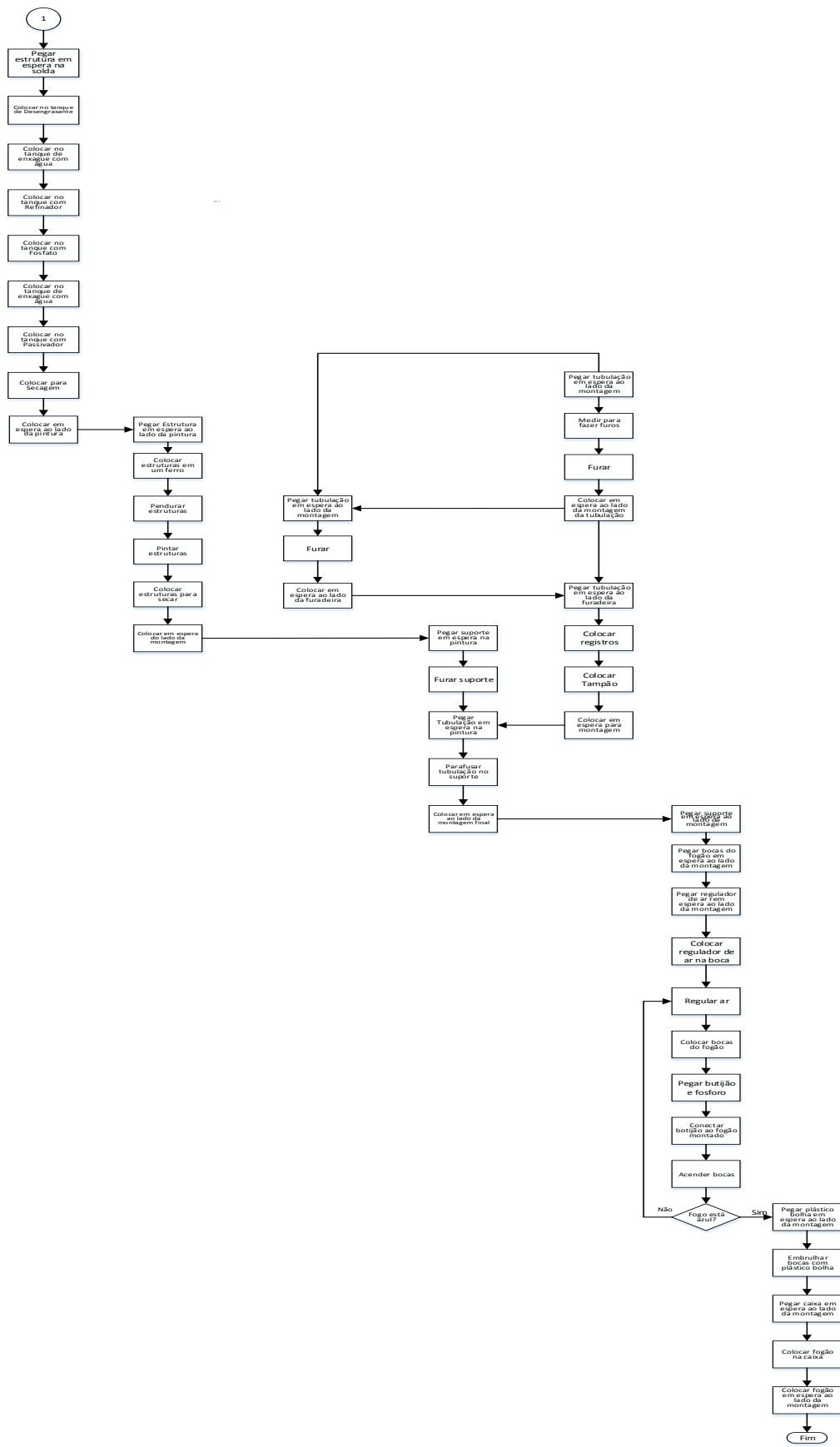


Figura 10: Fluxograma do processo produtivo.
Fonte: o autor (a)

4.2 O DESENHO DO ESTADO ATUAL

Para o desenho do estado atual foi escolhida a família de produtos mais vendidos, de fogões indústrias. Vendas foi o critério de escolha, ou seja, “o carro chefe” da organização. Selecionada a família, o foco foi à observação do fluxo produtivo e o levantamento de dados.

Através de observações do processo produtivo “porta a porta” foi elaborado o desenho do estado atual, mapeando seu processo, onde se enxergou dois fluxos que estão diretamente relacionados, o de materiais e de informações. Para iniciar o estado atual foram desenhados os tipos de processos ao invés de cada etapa do processamento, como destaca Rhoother e Snook (1999) na bibliografia consultada.

Acompanhando o processo produtivo foi percebido que o tempo de setup é curto para todas as máquinas, e que o mesmo não é desperdício na organização, sendo assim, esse tempo não foi considerado no estudo.

Os dados utilizados são tempos de produção em cada processo, que foram medidos durante as observações, o tamanho do lote de produção, *takt time*, produção diária e a capacidade. Para definir o lote de produção foi feita uma média semanal dos pedidos, já que sua programação é feita semanalmente. O desenho do estado atual está representado na Figura 11.

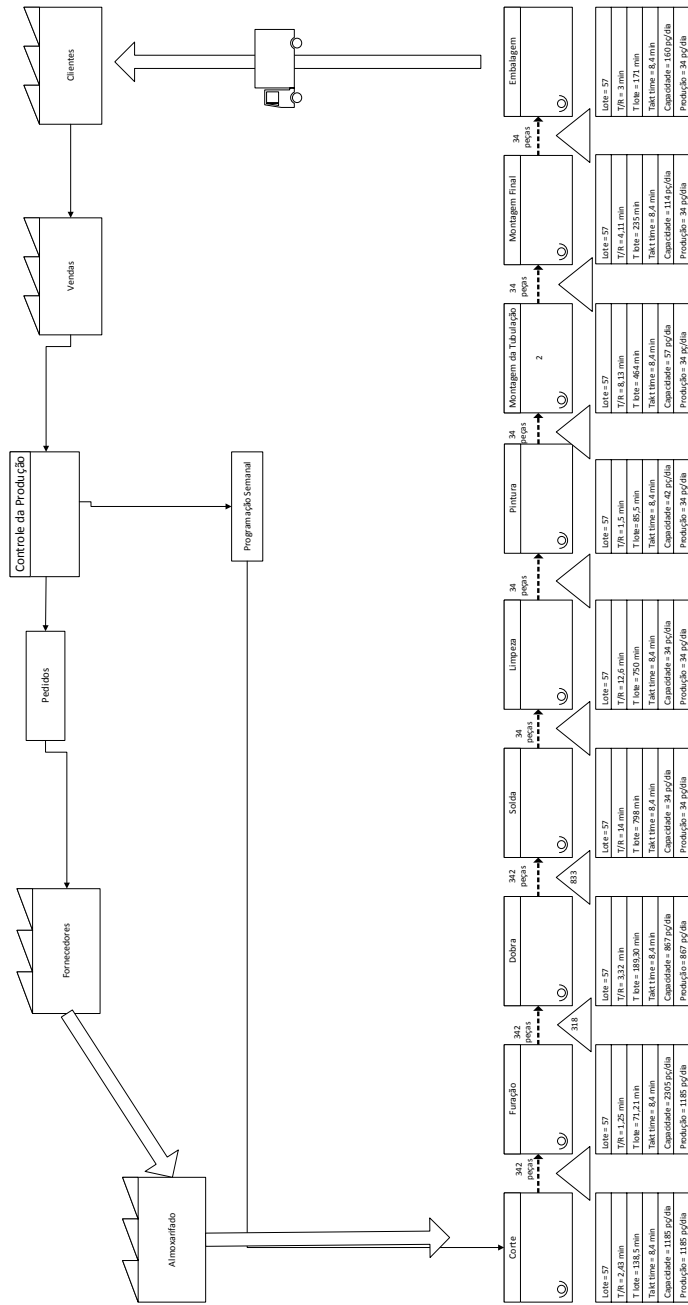


Figura 11: Desenho do estado atual
Fonte: o autor(a)

Tendo o tamanho do lote e o tempo de produção em cada etapa, pode-se calcular em quanto tempo a organização produz um lote em cada processo. O mapeamento iniciou no setor de vendas, onde o cliente faz o pedido. O responsável pelas vendas emite um documento com os pedidos para o setor de PCP, que faz o cálculo da quantidade a ser produzida, e envia para o setor de corte em um cartão com todas as operações que deverão ser executadas.

As quantidades a serem produzidas são feitas manualmente, sem nenhuma ferramenta auxiliar. Então, muitas vezes, ocorrem erros nesses cálculos e se produz menos peças do que o necessário, o que resulta em falta na montagem final. Sem peças para concluir as montagens, os funcionários ficam ociosos e os pedidos demoram a ser concluídos, aumentando o *lead time* e gerando estoques.

Para reduzir sua ociosidade, os funcionários optam por iniciar outras montagens das quais possuem peças disponíveis, porém produtos que não são necessários no momento. O que implica em estoque de produtos acabados consumindo espaços e dificultando a movimentação dos operários e o transporte de materiais.

A programação da produção é feita semanalmente, são produzidos quinze peças além dos pedidos, como comentado anteriormente, havendo excessos de produção. Sem nenhum cliente para consumir ou encomendar essas peças ficam em estoque, aumentando o fluxo de produção e consumindo mais espaço no chão de fábrica, deixando-o deficiente para a movimentação dos funcionários e transporte de matérias. A organização além de produzir a mais do que o solicitado pelo cliente, ainda produz antes de ser solicitado pelo mesmo.

O corte dos perfis, primeira etapa, é um processo demorado, pelo fato da máquina ser lenta e exigir vários cuidados do operador. Além disso, os perfis para o segundo corte e as sobras ficam armazenadas no mesmo local, exigindo que o operador pare o seu trabalho e separe os perfis, para então as peças passarem para a segunda etapa de corte. Nessa segunda etapa também há sobras, que ficam armazenadas junto com os perfis prontos, exigindo novamente uma separação.

Toda a produção é dependente desta operação, se neste processo há desperdícios toda a produção fica comprometida. O próximo processo fica esperando pelas peças, já que o corte possui um tempo bem elevado em relação ao mesmo, e assim, é obrigado a processar itens que não são necessárias no momento apenas para não ficar ocioso.

A ordem de produção para o processo seguinte, a furação, é feita verbalmente, quando o operador observar que há uma grande quantidade para processar inicia-se o processo. Obtendo o tempo de processamento de um lote na furação pode-se perceber que o corte tem um tempo significativamente superior ao da furação. Enquanto o corte pode produzir apenas três lotes e meio em um dia, a furação consegue processar o dobro, ou seja, em algum momento a furação fica sem peças para a produção.

A dobra também tem um tempo superior ao da furação, enquanto a furação produz seis lotes, a dobra consegue processar apenas um, gerando assim estoques entre esses dois processos.

As peças são dobradas em uma prensa, onde as regulagens das medidas da dobra são feitas manualmente, para isso as primeiras peças são medidas com uma trena para verificar se estão corretas, e assim sucessivamente até atingirem as medidas desejadas. Este processo é lento, não agrega valor ao produto e não é percebido pelo cliente.

A empresa possui uma dobradeira automática que está em manutenção há mais de dois meses. O processo nessa máquina é bem mais rápido e a etapa manual para medir as dobras, que não agrega valor ao produto, é eliminada já que o tamanho certo é programado. Desta forma, pode-se perceber uma deficiência na manutenção dos equipamentos da organização que geram desperdícios.

O processo seguinte é a solda que demanda um tempo elevado, não consegue produzir um lote em um dia, o que causa estoques de peça, já que a dobra tem um tempo de produção bem menor. A movimentação e o transporte são excessivos, neste setor. O soldador ao iniciar a soldagem utiliza um gabarito, porém esse gabarito não está próximo do setor, além disso, é pesado para ser transportado por apenas uma pessoa. Assim, outro funcionário para o seu trabalho para ajudar a transportar o gabarito até o local de solda. Além do desperdício de tempo dos dois funcionários, a espera das peças pelo próximo processo aumenta, assim como o lead time.

Na limpeza os tempos são cronometrados no processo, pois as estruturas devem permanecer em cada tanque durante um tempo específico. As estruturas são colocadas continuamente no processo, então, para calcular de quanto em quanto tempo sai uma estrutura limpa foi utilizado o gráfico de Gantt (Figura 12). Utilizando esse gráfico foi possível ilustrar, e assim enxergar cada etapa avançando no processo. A primeira estrutura sai em quarenta minutos a partir desta, como pode ser visualizado na Figura 12, a cada onze minutos sai uma estrutura limpa.

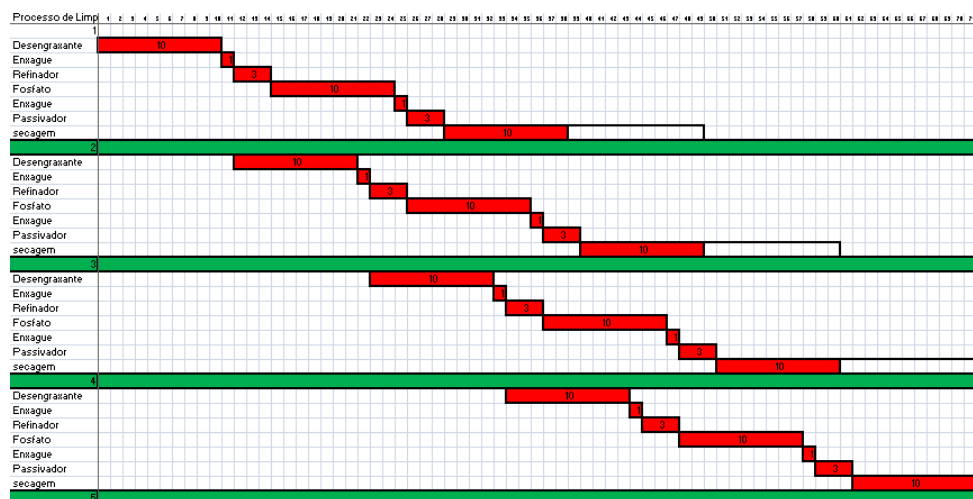


Figura 12: Gráfico de Gantt para o processo de limpeza.
Fonte: o autor (a)

No processo de pintura também foi utilizado o gráfico de gantt para simulação (Figura 13), a primeira estrutura leva trinta minutos para ser concluída, e a partir deste tempo de três em três minutos sai uma estrutura finalizada.

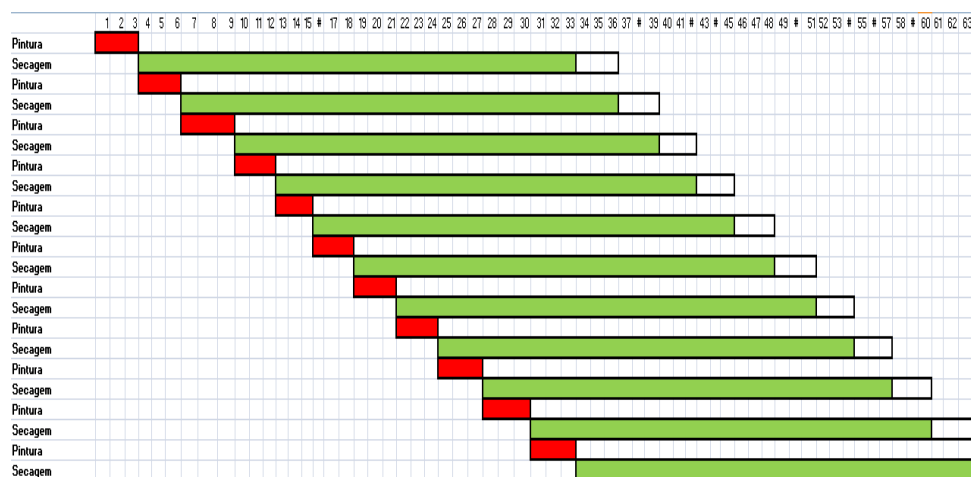


Figura 13: Gráfico de Gantt para o processo de pintura.
Fonte: o autor (a)

Nos processos seguintes, pode-se verificar que não há estoques, porém assim como na furação, não estão utilizando sua capacidade total. Isso ocorre por que a solda não consegue passar mais peças prontas para o processo seguinte e acaba atrasando todos os outros.

Outra informação importante é o *takt time*, usado como referência para identificar a velocidade ideal da produção. Analisando este estudo pode-se perceber que alguns processos como, solda, limpeza e pintura ultrapassam o *takt*, ou seja, não há sincronia no ritmo de vendas e produção.

Todos esses desperdícios identificados fazem com que o *lead time* fique longo. A partir da análise do estado atual, é possível identificar as fontes de desperdícios e os pontos que devem ser estudados, buscando a eliminação desses desperdícios e a melhoria do fluxo de valor.

4.3 AS MELHORIAS SUGERIDAS E O ESTADO FUTURO

Diante dos desperdícios identificados com a representação do estado atual e conversas informais com os funcionários da organização, primeiramente sugere-se uma ferramenta para calcular as quantidades a serem produzidas. Com essa ferramenta não haverá erros nos cálculos e diminuirá desperdícios

como: espera dos funcionários pelos materiais, produzir antes de ser solicitado pelo cliente e estoque de materiais em espera.

A ferramenta foi elaborada no Excel, utilizando a quantidade necessária de cada peça para produzir um fogão e o tamanho do lote de produção. A planilha (Figura 14) contém a descrição e o código dos materiais, o que facilita para outra planilha utilizada pela organização, para calcular o ponto de pedido das peças fornecidas. Para calcular basta colocar o tamanho do lote no local indicado e automaticamente a planilha fornece a quantidade a ser produzida de cada material.

#	A	B	C	D
1	Descrição	Código	Qtidade	Lote
2				50
3	Quadro Laterais	P3000-09	100	
4	Quadro Intermediaria	P3000-10	50	
5	Quadro fundo	P3000-46	50	
6	Quadro frente	P3000-47	50	
7	Divisória das bocas	P3000-13	150	
8	Apoio e Sustentação anti-inverdura frente	P3000-48	100	
9	Apoio e Sustentação anti-inverdura lateral	P3000-14	200	
10	Pé da mesa	P3000-15	200	
11	Suporte bandeija	P3000-16	300	
12	Suporte para queimadores traseiro	P2000-16	50	
13	Suporte para queimadores	P3000-17	50	
14	Barras de de apoio e Sustentação	P3000-18	100	
15	Chapa fixação queim traseiro	P2000-19	100	
16	Grade Panelreira: Arco frontal	P3000-49	100	
17	Grade Panelreira: Arco lateral	P3000-20	200	
18	Grade Panelreira: Travessas	P3000-21	300	
19	Grade Panelreira: Encaixe Pés	P3000-22	200	
20	Pé gogão	P3000-23	200	
21	Bandeija coletora de residuos	P3000-24	200	
22	Queimador Tubular grande	P80-1	50	
23	Cantoneira de apoio	P3000-58	100	
24	Supor queimador	P3000-59	50	
25	Orelheinha para tubulação	P0202-21	50	
26	Banho Maria	ACF-801	50	
27	Queimador Tubular grande	P80-1	50	
28	Cantoneira de apoio	P3000-60	100	

Figura 14: Planilha para calcular as quantidades a serem produzidas.
Fonte: o autor (a)

Pode-se perceber analisando o estado atual que a organização está com sua linha de produção desbalanceada. Alguns processos estão com tempo muito superior aos outros, causando estoques e fazendo com que o lead time da organização fique longo.

Para reduzir lead time e balancear a linha de produção, propõe-se que a organização diminua o lote de transferência em cada etapa. O processo foi representado através do gráfico de Gantt (Figura 15), onde se pode enxergar a produção em andamento. O gráfico foi representado em 480 minutos, um dia de

produção, as barras horizontais representam os processos. Foi simulado um dia e meio de produção (Figura 15), o tempo para produzir um lote depois da mudança na transferência.

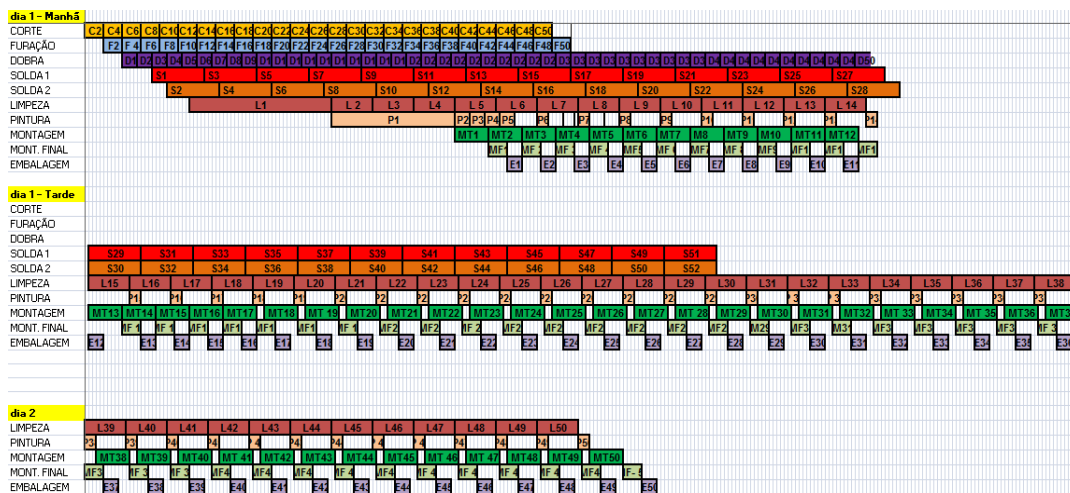


Figura 15: Gráfico de Gantt do processo produtivo.
Fonte: o autor (a)

A mudança na transferência inicia no corte, o operador processa dois perfis e passa para o próximo processo, o tempo para produzir esses dois perfis são de cinco minutos. A furação é mais rápida e o operador fica alguns instantes ociosos. No gráfico foi simulado o tempo de furação de duas peças em cinco minutos, pois se sugere que o mesmo vá separar os perfis e leva-los para furar. Depois de furar duas peças os operadores da solda podem ir pegar os perfis.

O próximo processo, a solda, tem um tempo maior que os outros e só possui um operador. Como a empresa possui vários outros soldadores que soldam outras peças de outros produtos, sugere-se que tenha mais um soldador para esse produto, já que é o mais vendido. Com dois soldadores não haverá mais estoques entre o processo de dobra e solda. Sugere-se também que tenha dois gabaritos, e que os dois fiquem do lado do processo, para que não haja transportes e movimentação desnecessária dos operadores. A partir deste processo a transferência será de um em um.

Como o *lead time* irá reduzir propõe-se também que o lote de produção seja reduzido para diminuir a produção em excesso, ao invés de produzir quinze a mais, produziria apenas oito. O corte, furação processam o lote apenas em meio dia, assim podem produzir outros produtos no tempo restante.

Para a limpeza a única alteração será no lote de transferência. Como a limpeza tem um tempo maior que a pintura, sugere-se que os operadores processem outros produtos, ou realizem alguma preparação necessária, enquanto as estruturas não são transferidas.

Para as montagens e embalagem do produto só terá alteração na transferência, que também será de um em um. Assim, o *lead time* de dez dias diminuirá para apenas um dia e meio, como pode ser observado na Figura 14.

Para que essa mudança no lote de transferência funcione corretamente, os operadores precisam estar conscientizados e treinados da importância desta mudança. Então, sugere-se que a organização faça um treinamento *on the job* para que os funcionários fiquem atentos e façam a transferência corretamente. Esse treinamento pode ser realizado pelo responsável pela produção.

Depois das sugestões de melhoria, apresenta-se abaixo, o desenho do estado futuro, Figura 16.

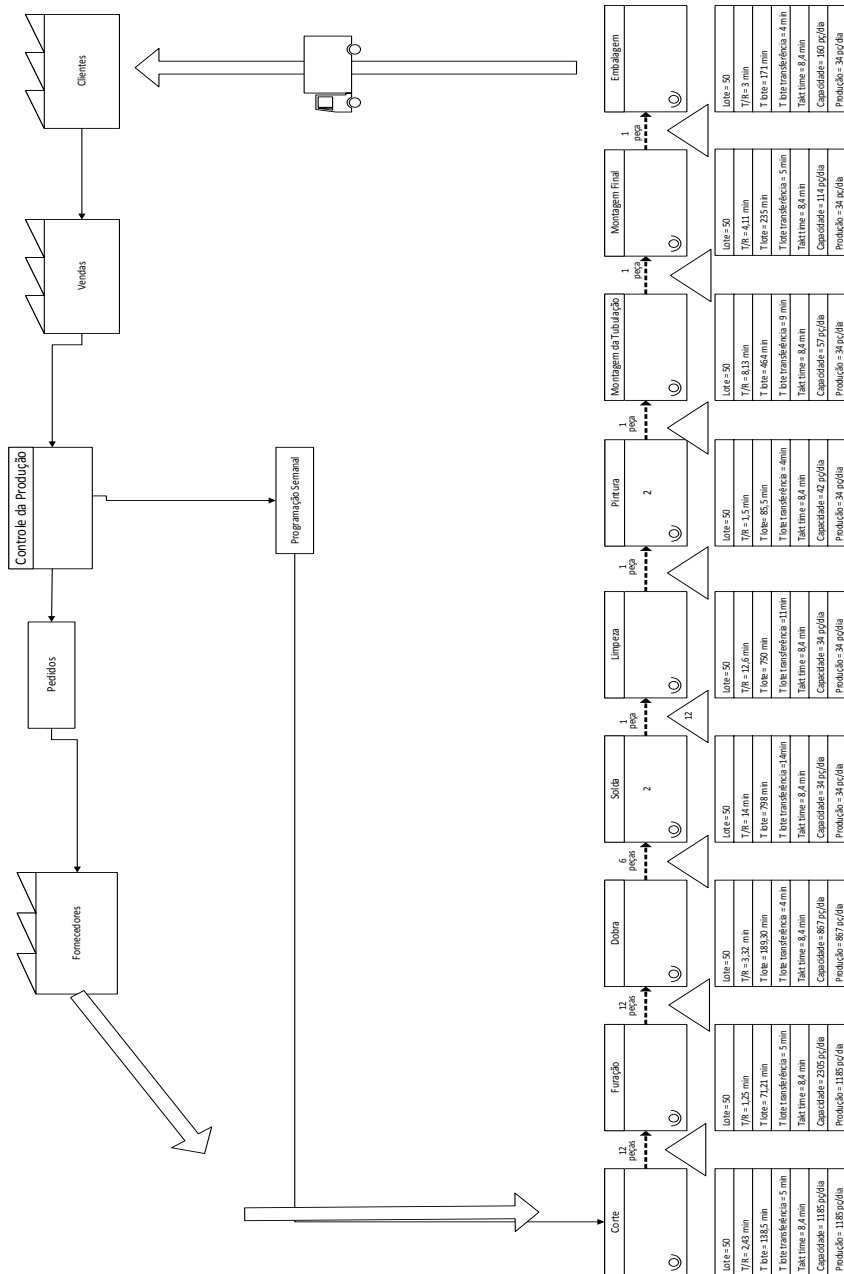


Figura 16: Desenho do estado futuro.
Fonte: o autor (a)

Outra sugestão é para a dobra, onde o processo está sendo improvisado, já que a dobradeira automática está em manutenção, tornando o processo mais longo. Este tempo não foi analisado no trabalho porque nos dias de coleta a máquina já estava em manutenção. Assim, foi elaborado um plano de manutenção para a dobradeira apresentado no Quadro 1, e sugere-se que a organização adote-o para agilizar os reparados.

Serviços Executados	Sema	Anual	Seme	Obs
Lubrificação dos pinos de graxa	X			
Limpeza dos patins e guias lineares	X			
Aperto de parafusos das guias e patins	X			
Lubrificação de patins ISO 68	X			
Check up visual vazamentos componentes soltos	X			
Limpeza com ar comprimido	X			
Verificação da saturação dos filtros	X			
Reaperto das porcas avarias	X			
Reaperto de parafusos em geral	X			
Verificação do Nível do óleo ISO GV (tanques)	X			
Verificação da tensão das correias	X			
Inspeções das ferramentas: viras, trincas, desgastes, quebras	X			
Check up visual chicote, reles, disjuntores, drives e iluminação	X			
Limpeza do painel com ar comprimido	X			
Reabertos dos componentes de comando	X			
Inspeção dos botões bi manual e emergência	X			
Verificar tensão de entrada e saída	X			
Tensão do painel CNC 24 V	X			
Corrente de trabalho em vazio	X			
Corrente de trabalho c/ carga	X			

Troca de óleo do tange ISO GV 46			X	
Troca dos elementos filtrantes			X	
Check up geral técnico especializado "UNISTAMP"			X	
Repetição da manutenção preventiva semestral		X		

Quadro 1: Plano de manutenção para a dobradeira.

Fonte: autor (a)

Por último sugere-se ainda que a organização utilize a ferramenta *Kaizen*. Como citado por Rhoother e Sonook (1999), quando o processo for melhorado estudá-lo novamente e continuar melhorando-o, estendendo as melhorias a toda a organização, desde alta administração até os operários.

Para isso, propõe-se que a empresa monte uma equipe multifuncional para analisar as melhorias que podem ser realizadas. Essa equipe vai elaborar estratégias com os pontos de destaque: como melhorar a qualidade, controlar e reduzir custos e garantir pontualidade na entrega.

Em síntese apresenta-se no Quadro 2 as ações de melhorias sugeridas, e os ações para implementação destas melhorias. Não foram estudados os custos para implementação dessas melhorias, porém acredita-se que não haverá.

Ações de melhoria	Benefícios	Ações para Implementação
Elaborar uma planilha para calcular as quantidades a serem produzidas	- Não haverá mais erros nos cálculos. - Eliminação de desperdícios como: espera e estoques - Diminuição o <i>lead time</i>	
Reduzir lote de transferência	- Diminuição do <i>lead time</i> . - Eliminação de desperdícios como: estoque, espera, produção em excesso, operações desnecessárias, movimentação.	- Treinamento <i>on the job</i>
Alocar mais um operador na solda	- Diminuição do <i>lead time</i> . Eliminação de desperdícios como: estoque e espera.	
Colocar dois gabaritos na mesa de solda	Diminuição do <i>lead time</i> . Eliminação de desperdícios como: movimentação, espera e estoques.	
Elaborar um plano de manutenção preventiva para a dobradeira	- Diminuição do <i>lead time</i> . - Eliminação de desperdícios como: estoque e espera.	

Aplicar <i>Kaizen</i> em todos os processos	- Redução dos desperdícios. - Aumenta a eficiência dos processos.	- Treinamento <i>on the job</i> - Criar equipe multifuncional
---	--	--

Quadro 2: Plano de ações.
Fonte: o autor (a)

5 CONCLUSÃO

O MFV é uma ferramenta fundamental para implementação da produção enxuta nas organizações, uma vez que define características essenciais e métodos simples de implementação. Além disso, o MFV representa um direcionamento para a melhoria do fluxo de valor e facilita a identificação dos desperdícios na produção.

No estudo realizado e apresentado neste trabalho, foi possível perceber que os ganhos com a implementação da mentalidade enxuta resultaram em melhorias significativas para a organização.

Com base nos objetivos pretendidos, através da observação do processo produtivo foi ilustrado o desenho do estado atual. Analisando esta representação foi proposto que a organização alterasse o lote de transferência, o que diminuiu o lead time de dez dias para um dia e meio. Além disso, foram eliminados desperdícios como, estoque, excesso de produção, espera e operações desnecessárias.

Outras melhorias também foram propostas como, o uso de uma ferramenta auxiliar para realizar os cálculos das quantidades a serem produzidas, o que reduziu desperdícios de espera. Sugeriu-se também que a organização adote um plano de manutenção preventiva para a dobradeira, já que o processo de dobra está sendo improvisado porque a mesma está em

manutenção. Porém é necessário que esse processo seja analisado quando estiver em funcionamento, já que não pode ser analisado neste trabalho.

Essas mudanças não eram visíveis sem o mapeamento. Através da análise dos tempos cronometrados se pode enxergar que alguns processos estavam com esperas muito longas, como a furação, e outros como a solda e corte, resultando em um tempo de processamento muito longo.

Para que surjam efeitos, todos os funcionários precisam estar conscientes da importância destas mudanças, e dos benefícios que a mesma trás para a organização. O treinamento *on the job* possibilita a qualificação dos funcionários sem investimentos, já que pode ser feito pelo responsável pela produção da organização.

Além disso, para que a organização continue melhorando o fluxo e diminuindo os desperdícios é importante aplicar a melhoria contínua, que todos os funcionários e a alta gerencia devem promover. Assim, com as melhorias citadas acima, o objetivo geral, aplicar a análise do mapeamento de fluxo de valor para uma família de produtos foi atingido.

Como sugestão para trabalhos futuros, quando a dobradeira automática voltar a trabalhar, o tempo de processamento da mesma deve ser analisado antes da implementação das propostas. Também deve ser analisado o layout do chão de fábrica, já que o fluxo será contínuo, todos os processos devem estar próximos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. de. **Implantação da manufatura enxuta em uma célula de produção**. 2007. 78f. TCC. Departamento de Engenharia de produção e Sistemas, Universidade do oeste de Santa Catarina, Santa Catarina, 2008.

ALVES, J. M. **MRP II e Manufatura Enxuta: Vantagens, Limitações e Integração**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Campinas – SP, 2001.

AMARAL, L. D. do. **Ganhos ambientais e econômicos na redução de consumo de aço em uma indústria de autopeças pela aplicação da ferramenta Kaizen**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado Profissionalizante em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2013.

ARAÚJO, C. A. C.; RENTES, A. F.; QUEIROZ, J. A. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. Encontro nacional de engenharia de produção - ENEGEP, 2004.

ARAÚJO, L. O. de. **O processo de controle e planejamento da produção**. 2010. 33 f. Monografia. (Pós-Graduação “Lato Senso” Projeto a vez do Mestre)– Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2010.

BINDEMANN, F. **Proposta de Planejamento Mestre da Produção para empresa de fundição de grande porte**. f. 47. Trabalho de Conclusão de Curso. (Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade do Estado de Santa Catarina. Santa Catarina, 2012.

BOLSI, P. F. de. **Diagnóstico: Planejamento e Controle da Produção nas pequenas e médias indústrias de alimentos do extremo oeste de Santa Catarina**. F. 60. Monografia. Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Chapecó, SC, 2011.

BONNEY, M. **ReflectionsonProduction Planning andControl (PPC)**. Gestão & Produção. Vol.7, nº. 3, dez. 2000, p. 181 a 207.

BRIALES, Julio Aragon. **Melhoria Contínua através do Kaizen: estudo de caso Daimlerchrysler do Brasil**. 156f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão da Qualidade Total) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II/ ERP: conceitos, usos e implementação**. São Paulo: Atlas, 2007.

CERYNO, P.; POSSAMAI, O. **Como considerar os princípios do Lean Manufacturing no processo de desenvolvimento de produtos**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP. Rio de Janeiro, 2008.

CHANDLER, A. D. **TheVisible Hand: the american revolution in american business**. Cambridge, Mass./London: The Belknap Press, 1977.

CHIAVENATO, I. **Introdução a Teoria Geral da Administração**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CHIAVENATO, I. **Iniciação à Administração da Produção**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DONATO, F. A. S. **Otimização do mix de produtos e clientes em uma Planejamento Agregado de Produção – estudo de caso Embraco**.F.116. Dissertação. (Programa de Pós graduação em Engenharia de Produção). Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

FERREIRA, Fernando P. **Análise da implantação de um sistema de manufatura enxuta em uma empresa de autopeças**. 178 f. Dissertação. [Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional]. Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. D. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010, p.1.

- FILHO, J. S. **Administração de Logística integrada: materiais, PCP e marketing**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.
- FUSCO, J. P. A.; SACOMANO, J. B. **Operações e Gestão Estratégica da Produção**. São Paulo: Arte & Ciência, 2007.
- FREELAND, J. R.; LANDEL, R. D. **Aggregate production planning-text and cases**. Virginia: Reston Publishing, 1984.
- GAITHER, N & FRAZIER, G., **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed. Pioneira, São Paulo, 2005.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: atlas, 2009.
- GODINHO, F. M. **Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: configurações, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados**. Tese. [Departamento de Engenharia de produção]. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2004.
- GUELBERT, Marcelo. **Estudo de Caso em Uma Fábrica de Amortecedores na Busca da Eliminação do Defeito**. Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias. P. 79 – 89. Ponta Grossa, 2002.
- GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: UCS, 1996.
- JONES, D.; WOMACK, J. **Enxergando o todo: mapeando o fluxo de valor estendido**. LeanInstitute Brasil: São Paulo, 2003.
- JÚNIOR, A. N. C., **Novas Tecnologias e Sistemas de Administração da Produção – Análise do grau de integração e informatização nas empresas Catarinenses**, Dissertação de Pósgraduação, UFSC, Florianópolis, (98p.), 1996.
- KAUARAK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H.; **Metodologia da pesquisa: um guia pratico**. Bahia: Litterarum, 2010.
- KINOSHITA, K. **Elaboração do mapa de fluxo de valor em uma empresa de transformação de termoplásticos: a base para aplicação das técnicas do Sistema de Manufatura Enxuta**. f103. TCC. Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, 2010.
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2009.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Operations management: processes and value Chains**. 8. ed. New Jersey Pearson: Prentice Hall, 2005.

- LARA, V. R. **Desenvolvimento de um plano Agregado de Produção para um sistema agroindustrial.** f.146. Dissertação.(Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio grande do Sul. Porto Alegre, 2003.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2004.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota: manual de aplicação, um guia prático para a implementação dos 4 PS da Toyota.** Porto Alegre: Bookman, 2007.
- LOPES, R. A.; LIMA, J. F. **Planejamento e Controle da Produção: Um estudo de caso no setor de artigos esportivos de uma indústria manufatureira.** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008.
- LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Elsevier, 2008.
- MENEZES, T. M.; MARTINS, J. C. **Mapeamento do fluxo de valor: Uma análise da sua utilização e resultados em uma empresa do ramo de ar condicionado.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, São Paulo, 2010.
- MOREIRA, M. P.; FERNANDES, F. C. F. **Avaliação do Mapeamento do Fluxo de Valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP. São Carlos, SP, 2001.
- NETO, G. C. O. de.; CHAVES, L. E. C. de. SACOMANO, J. B. **Planejamento e Controle da Produção na Indústria de Borracha voltada para a mineração: Um estudo de caso.** VI Encontro Nacional de Excelência em Gestão. Niterói, 2010.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PEDROSO, M. C.; CORRÊA, H. L. **Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica?** Revista de Administração de Empresas, v. 36, n.4, Out./Nov./Dez., 1996.
- POSSEBON, A. P. **Uma análise comparativa do Planejamento, Programação e Controle da Produção e dos materiais em empresas do tipo MTO e MTS: um estudo de caso múltiplo.** f. 117. Dissertação. (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2013.
- PRADO, C. S. **Proposta de um modelo de desenvolvimento de Produção Enxuta com utilização da ferramenta Visioneering.** 2006. 138f. Dissertação

(Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

PRADO, E. C.; MOREIRA, E. J.; BRAGA, W. L. M.; RICCI, G. L. **PCP: Utilização do MS Proect no auxílio à programação da produção em uma indústria de caldeiraria.** Bento Gonçalves (RS), 2012.

PROTO, L. O. Z.; MESQUITA, M. A. de. **Previsão de demanda para planejamento da capacidade de empresa do setor cimenteiro.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP. Ouro Preto, MG, 2003.

QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; ARAUJO, C. A. C. **Transformação Enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real.** Hominiss Consulting, 2004.

REIS, A dos.; SYDOW, G.; LEONI, M.; SILVA, M. **Minimização dos estoques – uma análise estratégica baseada no Sistema Toyota de Produção.** XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP. Porto Alegre, 2005.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios.** LeanInstitute Brasil: São Paulo, 1999.

RUSSOMANO, V. H. Planejamento e controle da produção. 6. ed. rev. São Paulo: Pioneira, 2000. 320 p.

SANTOS, C. A. **Produção enxuta: Uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil.** f. 238. Dissertação. (Departamento de Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Paraná, 2003.

SEPPALA, P.; KLEMOLA, S. **How do employees perceive their organization and job when companies adopt principle of lean production?** Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, v. 14, n. 2, p. 157-180, 2004.

SHARMA, A. MOODY, P. E. **A máquina Perfeita: Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos.** 1 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Trad. Eduardo Schaan. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2001.

SIPPER, D.; BULFIN, JR., R. L. **Production planning, control, and integration.** New York: McGraw-Hill, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SPRAKEL, E.B.; FILHO, C.S. **A evolução dos sistemas de PCP sob a ótica da Engenharia de Produção**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. João Pessoa, 1999.

STEFANELLI, P. **Modelo de Programação da Produção nivelada para a produção enxuta em ambiente ETO com alta variedade de produtos e alta variação de tempo de ciclo**. f. 133. Dissertação. [Escola de Engenharia de São Carlos]. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2001. 701 p.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.

_____. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2009.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C. **Manufacturing planning and control system**. 4.ed. New York: Irwin/McGraw-Hill, 1997.

VIEIRA, G. E.; SOARES, M. M.; JUNIOR, O. G. **Otimização do Planejamento mestre da produção através de algoritmos genéticos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, Curitiba, 2002.

WENER, L. **Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado na opinião**. 2004, 166f. Tese de Doutorado. (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, 2004.

WILSON, J. M. **An historical perspective on operations management: Production and Inventory Management Journal**. APICS, 1995.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. M.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1999.

WOMACK, J. P. **Manufacturing Engineering**. Deabordon, 2006.