

Tese apresentada à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Produção.

**Fernando Reimberg Syrio**

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE APOIO AO  
PLANEJAMENTO DE PROJETOS KAIZEN: APLICAÇÃO NA  
INDÚSTRIA AERONÁUTICA**

Tese aprovada em sua versão final pelos abaixo assinados:

  
Prof. Dr. João Murta Alves  
Orientador

Celso Massaki Hirata  
Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Campo Montenegro  
São José dos Campos, SP – Brasil  
2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)****Divisão de Informação e Documentação**

Syrio, Fernando Reimberg

Proposta de um método de apoio ao planejamento de Projetos *Kaizen*: aplicação na indústria aeronáutica / Fernando Reimberg Syrio. São José dos Campos, 2010. 125f.

Tese de mestrado – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2010. Orientador: Dr. João Murta Alves.

1. Manufatura Enxuta. 2. *Kaizen*. 3. Indústria Aeronáutica. I. Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia Aeronáutica e Mecânica. II. Título.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

SYRIO, Fernando Reimberg. **Proposta de um método de apoio ao planejamento de Projetos *Kaizen*: aplicação na indústria aeronáutica.** 2010. 125f. Tese de mestrado em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

**CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Fernando Reimberg Syrio.

TÍTULO DO TRABALHO: Proposta de um método de apoio ao planejamento de projetos *kaizen*: aplicação na indústria aeronáutica.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Tese / 2010.

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias desta tese e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese pode ser reproduzida sem a sua autorização (do autor).

---

Fernando Reimberg Syrio  
Rua Uiramirins, 160  
CEP 12227-660 – São José dos Campos - SP

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE APOIO AO  
PLANEJAMENTO DE PROJETOS KAIZEN: APLICAÇÃO NA  
INDÚSTRIA AERONÁUTICA**

**Fernando Reimberg Syrio**

Composição da Banca Examinadora:

Prof.	Dr. Rodrigo Arnaldo Scarpel	Presidente – ITA
Prof.	Dr. João Murta Alves	Orientador – ITA
Prof.	Dr. Marcio Cardoso Machado	Membro Interno – ITA
Prof.	Dr. João Batista Turrioni	Membro Externo – UNIFEI

**ITA**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Marcos e Maria,  
por cada esforço despendido, com todo amor e carinho, em minha criação e educação.

À minha esposa Michele e filhos Renan e Lavínea,  
por todo amor e cumplicidade.

Aos meus segundos pais Januário e Ednéia,  
por todo apoio dado no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus grandes tutores Marcão, Valdacir, Jonathan, Astor e Elias.  
por todo incentivo, paciência e credibilidade.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me sustentar em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Murta Alves, por toda formação, ensinamentos e contribuições, em cada etapa de desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do ITA, pelos ensinamentos em todo programa de estudos.

Aos funcionários do ITA, pela ajuda e apoio.

Aos doutores, membros da banca examinadora, que colaboraram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos os amigos que estiveram ao meu lado me incentivando e apoiando em todos os momentos.

À organização Aeronáutica ABC, por permitir e cooperar com a realização do estudo de caso. Enfim, a todos que colaboraram de alguma forma na construção deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho propõe um método de apoio ao planejamento de projetos *kaizen*, priorizando-os em função das necessidades dos clientes e da empresa em questão, dos desperdícios identificados em seu fluxo de valor e das limitações de recursos para realizar todas as modificações necessárias simultaneamente. Para esta priorização dos projetos *kaizen*, o método proposto integra algumas ferramentas, conceitos e métodos já conhecidos como o Mapeamento do Fluxo de Valor, a Teoria das Restrições, o Método KT e Matriz GUT, apresentando-os de forma híbrida e numa sequência de passos pré-determinados. O método é estabelecido de forma prática e simples para facilitar sua aceitação na empresa na qual estiver sendo utilizado. Sua aplicação se dá num fluxo produtivo de uma grande empresa da indústria aeronáutica e seus resultados comparados à realização de projetos *kaizen* da forma tradicional, num outro fluxo produtivo da mesma empresa, porém sem a utilização do método proposto neste trabalho. O método contribui para a redução da subjetividade e dúvidas encontradas durante o planejamento dos projetos *kaizen*, e seus resultados mostram-se positivos para obtenção dos benefícios necessários à empresa e aos clientes de forma mais rápida e significativa.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta. *Kaizen*. Indústria Aeronáutica.

## ABSTRACT

This work proposes a method to support the planning of *kaizen* projects, prioritizing them according to the needs of customers and the company concerned, waste identified in its value stream and limitations of resources to perform all necessary changes simultaneously. For this prioritization of projects *kaizen*, the proposed method incorporates some tools, concepts and methods known as the Value Stream Mapping, the Theory of Constraints, Method KT and Matrix GUT, presenting them in a hybrid and a sequence of steps pre-determined. The method is established in a practical and simple to facilitate its acceptance in the enterprise in which it is being used. It is applied in a production flow of a large company in aviation industry and their outcomes compared to the achievement of project *kaizen* in the traditional way, in another productive flow of the same company, but without the use of the method proposed in this paper. The method helps to reduce subjectivity and uncertainties encountered during the planning of the project *kaizen*, and their results prove to be positive to obtain the necessary benefits to the company and customers more quickly and significantly.

**Keywords:** Lean Manufacturing. *Kaizen*. Aeronautic Industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do Fluxo de Valor do Estudo de Caso, Dividido em Duas Partes .....	20
Figura 2 - Etapas para Implantação da Manufatura Enxuta .....	33
Figura 3 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor .....	34
Figura 4 – Estrutura Conceitual do Método Proposto .....	57
Figura 5 - Fluxo Processual do Método Proposto .....	58
Figura 6 - Metodologia de Aplicação do Projeto <i>Kaizen</i> .....	77
Figura 7 - Mapa do Fluxo de Valor LG03 Dividido em Duas Partes .....	83
Figura 8 - Mapa do Fluxo de Valor “LG03” no Estado Atual .....	84
Figura 9 - Mapa do Fluxo de Valor “LG03” no Estado Ideal .....	87
Figura 10 - Mapa do Fluxo de Valor “LG03” no Estado Futuro .....	88
Figura 11 – Proposta de Melhoria Identificada no Projeto <i>Kaizen</i> do Processo 1 .....	98
Figura 12 - Medições de Tempos e Movimentos dos Operadores do Processo 2 .....	99
Figura 13 – Gráfico de Balanceamento dos Operadores .....	99
Figura 14 – Gráfico de Pareto dos Desperdícios .....	100
Figura 15 – Gráfico de Balanceamento após Eliminação de Alguns Desperdícios .....	101
Figura 16 – Eliminação das Movimentações Desnecessárias dos Operadores.....	101
Figura 17 – Desafio Proposto Para o Projeto <i>Kaizen</i> do Processo 1.....	102
Figura 18 – Exemplos de Ferramentas Aplicadas <i>Kaizen</i> no Processo 1.....	103
Figura 19 – Gráfico Espaguete Realizado Projeto <i>Kaizen</i> do Processo 1 .....	103
Figura 20 – Tempo de Ciclo no Processo 1, Antes e Após o <i>Kaizen</i> .....	104
Figura 21 – Introdução do Fluxo Contínuo Entre os Processos 2 e 1.....	105
Figura 22 – Gráfico Espaguete Realizado Projeto <i>Kaizen</i> do Processo 1.....	105
Figura 23 – Melhorias Entre os Fluxos dos Processos 5, 6, 7, 8 e Seus Subconjunto.....	106
Figura 24 – Resumo dos Resultados do <i>Kaizen</i> no Processo 16.....	107
Figura 25 - Estado Atual Indicando Possibilidade de Eliminações de Algumas Etapas.....	109
Figura 26 - Estado futuro após fusões e eliminações de algumas etapas.....	110

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Proposta Metodológica para o Trabalho .....	19
Quadro 2 - Exemplo de Definição de Famílias por Similaridade de Processos.....	61
Quadro 3 - Exemplo de Quadro de Metas e Resultados.....	65
Quadro 4 - Exemplo de Cronograma de Projetos <i>Kaizen</i> Interno e de Fornecedores.....	76
Quadro 5 - Exemplo de Quadro de Metas e Resultados.....	79
Quadro 6 - Quadro de metas estabelecidas para o fluxo LG03.....	89
Quadro 7 - Cronograma de Projetos <i>Kaizen</i> Internos LG03 .....	97
Quadro 8 - Cronograma de Projetos <i>Kaizen</i> nos Fornecedores.....	98
Quadro 9 - Quadro de Metas e Resultados LG03 com a Realização dos Projetos <i>Kaizen</i> .....	107
Quadro 10 - Quadro de Metas estabelecidas para o segundo ciclo de aplicação do método..	111
Quadro 11 - Cronograma de Projetos <i>Kaizen</i> .....	116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelo de Formulário para Aplicação da Matriz GUT.....	49
Tabela 2 - Exemplo de Aplicação da Matriz GUT.....	50
Tabela 3 - Quesitos e Peso para o Critério 1.....	53
Tabela 4 - Quesitos e Peso para o Critério 2.....	53
Tabela 5 - Quesitos e Peso para o Critério 3.....	53
Tabela 6 - Exemplo de Aplicação do Método KT.....	54
Tabela 7 - Modelo de Tabela de Capacidade.....	66
Tabela 8 - Exemplo de Aplicação da Tabela de Capacidade.....	69
Tabela 9 - Modelo de Tabela da Qualidade.....	69
Tabela 10 - Modelo de Tabela de Recursos.....	70
Tabela 11 - Modelo da Matriz GUT Aplicado aos Processos Fornecedores.....	71
Tabela 12 - Tabela adicional para lead time.....	72
Tabela 13 - Exemplo de Matriz de Comparação dos Critérios.....	73
Tabela 14 - Exemplo de Aplicação da Matriz de Priorização.....	74
Tabela 15 - Tabela de Capacidade LG03.....	89
Tabela 16 - Qualidade LG03.....	91
Tabela 17 - Tabela de Recursos LG03.....	92
Tabela 18 - Matriz de Riscos dos Fornecedores.....	93
Tabela 19 - Tabela Adicional para Lead Time dos Processos.....	94
Tabela 20 - Matriz de Comparação dos Critérios.....	95
Tabela 21 - Matriz de Priorização dos Processos.....	95
Tabela 22 - Resultados Obtidos na Realização do <i>Kaizen</i> do Processo 2.....	101
Tabela 23 - Resultados Obtidos na Realização do <i>Kaizen</i> do Processo 1.....	106
Tabela 24 - Tabela de Capacidade.....	111
Tabela 25 - Tabela da Qualidade.....	112
Tabela 26 - Tabela de Recursos.....	113
Tabela 27 - Tabela de Lead Time.....	114
Tabela 28 - Matriz de Comparação dos Critérios.....	114
Tabela 29 - Tabela de Priorização.....	115
Tabela 30 - Análise Comparativa dos Resultados Obtidos.....	117

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>Av/mês -</b>	Aviões por mês
<b>Capac. -</b>	Capacidade
<b>CP -</b>	Capacidade Produtiva
<b>Dem. -</b>	Demanda
<b>DR -</b>	Dedicação do recurso à família
<b>GUT -</b>	Gravidade, Urgência e Tendência
<b>H -</b>	Total de horas pagas
<b>HE -</b>	Horas Extras
<b>KT -</b>	Método Kepner e Tregoe
<b>MIT -</b>	<i>Massachussets Institute Tecnology</i>
<b>PDCA -</b>	<i>Plan, Do, Check and Act</i>
<b>Pr -</b>	Produtividade
<b>Q -</b>	Quantidade de peças boas que foram produzidas
<b>QP -</b>	Quantidade de recursos para o mesmo processo
<b>Qtde -</b>	Quantidade
<b>t -</b>	Tempo padrão cronometrado para a execução de uma determinada operação
<b>TC -</b>	Tempo de Ciclo
<b>TD -</b>	Tempo disponível do recurso
<b>TPS -</b>	<i>Toyota Production System</i>
<b>WIP -</b>	<i>Work In Process</i>

## SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE QUADROS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Apresentação do Problema.....	13
1.2 Relevância e Contexto .....	17
1.3 Objetivos do Trabalho .....	18
1.4 Proposta Metodológica.....	19
1.5 Delimitação do Trabalho.....	19
1.6 Estruturação do Trabalho.....	20
2 O SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA.....	22
2.1 Princípios da Manufatura Enxuta.....	23
2.2 Os Desperdícios da Produção .....	29
2.3 Etapas de Implantação do Sistema de Manufatura Enxuta.....	31
2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor.....	33
2.4.1 Seleção da Família de Produtos.....	34
2.4.2 Desenho do Estado Atual.....	34
2.4.3 Desenho do Estado Futuro.....	35
2.4.4 Plano de Implantação.....	36
2.5 Projetos <i>Kaizen</i> .....	36
2.6 Considerações Finais.....	38
3 MÉTODOS DE APOIO À PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA.....	39
3.1 Teoria das Restrições.....	40
3.1.1 Recursos Gargalos e não-Gargalos.....	41
3.1.2 Processo de Aprimoramento Contínuo Segundo a Teoria das Restrições.....	42
3.1.3 Os Nove Princípios da Teoria das Restrições.....	45
3.2 Matriz de priorização GUT.....	47
3.2.1 Onde se aplica a GUT?.....	47
3.2.2 Como se usa a GUT?.....	47
3.2.3 Exemplo de GUT.....	50
3.3 Método <i>Kepner e Tregoe</i> – KT.....	52
3.4 Considerações Finais.....	55
4 O MÉTODO PROPOSTO.....	56
4.1 Estruturação do Método.....	56
4.2 Aplicação do método proposto.....	58
4.3 Considerações Finais.....	80
5. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MÉTODO NA AERONÁUTICA ABC.....	81
5.1 Aplicação do método proposto.....	81
5.2 Considerações Finais.....	116
6 CONCLUSÃO.....	118
Sugestões de Pesquisas Futuras.....	120

# 1 INTRODUÇÃO

Segundo Corrêa e Gianesi (1996) a implantação do Sistema de Manufatura Enxuta tem trazido grande benefício às diversas organizações no mundo que têm acreditado em sua filosofia e se dedicado à implantação de seus princípios. Sua aplicação tem sido fundamental, tanto na eliminação dos desperdícios existentes nos processos produtivos, quanto no aumento do valor agregado dos produtos e serviços, sempre sob o ponto de vista do cliente final. Contudo, seus resultados e benefícios podem ser positivamente mais explorados se as implantações forem realizadas de forma mais profunda, ágil e estratégica, possibilitando assim vantagens competitivas às organizações que as realizarem. A indústria aeronáutica, em especial a empresa adotada como objeto de estudo neste trabalho, tem essa possibilidade e esse desafio.

## 1.1 Apresentação do Problema

O problema em estudo apresenta-se pelas dificuldades e pela subjetividade encontrada na implementação do *lean* para priorização de projetos *kaizen* (projetos de melhoria contínua) num determinado fluxo produtivo, considerando as necessidades de resultados para o cliente e para a empresa; as várias oportunidades de melhorias, identificadas no mapeamento do fluxo de valor; e a limitação de recursos disponíveis para implantação simultânea de todas as ações necessárias. Essa subjetividade, oriunda dos métodos tradicionais de priorização dos projetos, expõe a jornada de implantação *lean* a riscos de investimentos inadequados, devido aos esforços em processos com menor relevância sistêmica, algumas vezes influenciada por suposições pessoais dos próprios gestores destes processos, em função de seus interesses, das informações disponíveis, das limitações próprias e até mesmo dos receios de auto-exposição. Nazareno (2003) relata que muitas empresas têm fracassado nos esforços de implementação de projetos de produção enxuta, sem saberem ao certo como prosseguir e, da mesma forma

como sustentarem os resultados obtidos. De acordo com Ballé, F. e Ballé, M. (2007) boa parte da base técnica para que ocorra uma transformação *lean* tem sido codificada de maneira acessível, no entanto gerentes ainda consideram a lógica básica da abordagem generalista trazendo dúvidas e prejudicando as equipes de implementação.

Outro problema relevante para as empresas que se lançam na jornada da transformação enxuta é a falta de uma visão sobre como seriam seus processos livres dos desperdícios e quanto de benefício é possível obter retirando-os um a um, na busca pela excelência empresarial. De acordo com Feld (2000), existem algumas razões para o fracasso dos projetos de implementação da Manufatura Enxuta, como: falta de visão clara de como deve ser o novo ambiente enxuto; falta de uma definição da direção a ser tomada, e dos passos necessários para tal; e conhecimento limitado quanto à forma de conduzir essa implementação. Além disso, este autor relata que pouca atenção é dada à questão do impacto dessas mudanças na organização.

Para Nazareno (2003) as dificuldades de implementação são oriundas de lacunas e limitações em práticas, de métodos e de ferramentas. Pode ser citado, como exemplo, a adaptação do mapeamento do fluxo de valor para grande variedade de produtos, devido à falta de habilidade em se tratar os aspectos físicos e ao restrito conhecimento técnico da equipe para colocar em prática as transformações.

Na busca por resultados, cada vez melhores, muitas empresas partiram para atividades focadas na eliminação dos desperdícios, a partir da utilização de projetos *kaizen*, *Jishukens*, *blitzes* de Melhoria Contínua, etc., porém, de acordo com Rother e Shook (2003), a grande maioria esqueceu-se de uma etapa, descrita como uma das mais importantes, que é mapear o fluxo de valor e analisar os impactos e benefícios que cada projeto de melhoria local traria para o resultado global. Apesar das grandes mudanças locais, até mesmo as impressionantes

reduções de 50% a 80% dos tempos dos processos individuais, os resultados globais, para a empresa e para o cliente final, foram poucos (WOMACK; JONES, 1998).

Os autores Rother e Shook publicaram o livro “*Learning to See*”, em 1999, apresentando um método para mapeamento do fluxo de valor em forma de um manual prático de instrução, o qual tem ajudado a conectar os projetos *kaizen*, aumentando os resultados sistêmicos do fluxo de valor, sob o ponto de vista do cliente final. No entanto, no dia-a-dia de aplicação prática da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, são encontradas, constantemente, dificuldades e dúvidas diante dos inúmeros desperdícios e oportunidades de melhoria existentes, ao longo do fluxo de valor mapeado em seu estado atual. Sendo assim, as dúvidas se resumem na questão: qual etapa do fluxo deve-se priorizar para se realizar os projetos *kaizen*, de forma que os resultados mais relevantes sejam obtidos mais intensamente, no menor tempo possível?

A aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor aponta claramente os desperdícios que devem ser eliminados para a transformação do fluxo atual num fluxo mais enxuto e produtivo, porém não há um método claramente definido que atenda à necessidade de se priorizar os projetos *kaizen*, de forma mais assertiva, para obtenção dos resultados previstos no mapa futuro, de forma mais rápida. Essa priorização proposta faz-se importante, principalmente, nos casos em que não se dispõe de recursos suficientes para a realização simultânea de todos os projetos *kaizen* necessários.

Outro importante fator, que também demanda por esta priorização proposta, se apresenta nos casos onde existem dúvidas da alta administração, que suporta toda jornada de implantação, por meio de investimentos, para a eficácia dos métodos da Manufatura Enxuta, quando aplicados às indústrias com características diferentes da indústria automobilística, berço e palco de seus maiores casos de sucesso. Segundo Ferro (2003), a priorização das ações e a determinação das medidas de ganhos, sem o envolvimento da alta administração,

podem ser imprecisa e, assim, muito menos interessante do que poderia ou deveria ser. Portanto, quanto melhores e mais rápidos forem os resultados perceptíveis à empresa e aos seus clientes finais, maior segurança e credibilidade serão atribuídas aos projetos de Manufatura Enxuta, conseqüentemente, fortalecendo e intensificando esses resultados em função da sua aplicação.

De acordo com Rother e Shook (2003), para se escolher um ponto inicial de aplicação dos projetos de melhoria, pode-se olhar para os “*loops*”, onde o processo está bem entendido, onde a probabilidade de sucesso é alta e onde se pode prever um grande impacto financeiro. Porém, num ambiente complexo, com várias etapas em seus fluxos de valor e de longos “*lead times*”, como o da indústria aeronáutica, o da indústria naval, etc., esta previsão de ganhos é subjetiva e de difícil determinação, visualizando-se apenas o mapa de fluxo de valor desenhado. Se os projetos *kaizen* não forem assertivamente priorizados, em função da urgência na obtenção dos resultados necessários e dos recursos disponíveis, serão grandes os riscos de descrédito no método e o enfraquecimento do patrocínio da alta administração às atividades relacionadas à jornada de implantação, ocasionando trabalhos e realizações superficiais e ineficazes. Segundo Ferro (2003) é preciso que a alta administração se envolva diretamente com os esforços de implantação da Manufatura Enxuta, que caminhe pessoalmente pelos fluxos de valor e os apóie explicitamente.

Por esta razão, faz-se necessário a utilização de um método de apoio à criação de uma visão mais clara das possibilidades existentes a caminho da excelência empresarial, ou seja, dos potenciais de ganho existentes no fluxo de valor, dos projetos de melhoria necessários e da sua priorização para implantação. No entanto, é muito importante que seja um método simples e prático para que possa ser aceito e disseminado em todas as famílias de produtos manufaturados na empresa.

## 1.2 Relevância e Contexto

A necessidade de maior agilidade na obtenção dos resultados, com cada vez menos recursos disponíveis, ganha relevância no cenário atual de competição global, cada vez mais acirrada, trazido pelo processo de globalização. Mercados ampliados significam custos de produção mais baixos (BALLOU, 2006). A globalização aumentou significativamente a oferta em vários setores industriais e forçou as reduções de preços, que anteriormente eram repassados ao cliente final por meio dos altos preços de venda, devido aos custos gerados pela ineficiência operacional. Nessa época de competição local, beneficiavam-se as empresas acomodadas aos seus desperdícios e oneravam-se os clientes finais, que por sua vez, não tinham opções e nem tão pouco o poder de barganha para negociar ou exigir de seus fornecedores.

Com a globalização, muitas empresas que apoiavam sua sobrevivência num mercado pouco competitivo tiveram que se adequar à competição baseada em níveis globais (Pires, 2007). Atualmente, não é possível este repasse dos custos da ineficiência ao cliente final, tornando a eliminação dos desperdícios e as simplificações contínuas dos processos questões vitais para a sobrevivência e a perpetuação das empresas competidoras neste cenário.

Para a eliminação dos desperdícios e aumento do valor agregado nos fluxos produtivos tem-se disseminado largamente os princípios da Manufatura Enxuta e as práticas *kaizen*. Sua disseminação tem sido de tal forma que somente a adoção de tais práticas tende a não mais representar garantia de vantagem competitiva necessária à perpetuação do negócio, principalmente se não forem implantadas de forma determinada e estratégica, produzindo os maiores benefícios possíveis, no menor tempo necessário, com os menores custos despendidos.

Resumidamente, para as organizações que desejam competir no mercado extremamente disputado como o atual, pode-se afirmar que a adoção das práticas da

Manufatura Enxuta tende a se tornar somente pré-requisito para sua sustentação em longo prazo. Segundo Pelosi (2007), o foco estratégico associado à excelência operacional passaram a representar o binômio de sucesso de qualquer organização ou nação para sua viabilidade sustentável de longo prazo. Para as organizações que ainda não buscam a excelência produtiva e desejam permanecer no mercado, trata-se de uma questão da mais alta urgência e um grande desafio, já que a sua implantação deverá ser realizadas de forma mais intensa e ágil para se recuperar o tempo perdido.

### **1.3 Objetivos do Trabalho**

O objetivo geral deste trabalho é propor um método de apoio ao planejamento de projetos *kaizen* em busca da Manufatura Enxuta, em função das necessidades dos clientes e da empresa, dos desperdícios identificados e dos recursos disponíveis à implantação.

Os objetivos específicos são:

- pesquisar algumas ferramentas e métodos utilizados para a priorização de projetos de melhoria;
- definir a implementação do método, na forma mais prática possível, para facilitar sua aceitação e disseminação; e
- aplicar o método proposto no fluxo produtivo “LG03” da empresa “Aeronáutica ABC” e comparar seus resultados com o método tradicional de implantação da Manufatura Enxuta, ou seja, sem a aplicação do método proposto neste trabalho, para análise de sua eficácia.

### 1.4 Proposta Metodológica

A proposta metodológica para a elaboração deste trabalho é representada no Quadro 1, classificando-o por meio das opções em negrito-sublinhado, em função da sua natureza, da sua abordagem ao problema e dos seus objetivos e procedimentos técnicos.

<b>NATUREZA</b>	Básica			<b><u>Aplicada</u></b>				
<b>ABORDAGEM DO PROBLEMA</b>	Quantitativa			<b><u>Qualitativa</u></b>				
<b>OBJETIVOS</b>	<b><u>Exploratória</u></b>		Descritiva			Explicativa		
<b>PROCEDIMENTOS TÉCNICOS</b>	<b><u>Bibliográfica</u></b>	Docu- mental	Experi- mental	Levanta- mento	<b><u>Estudo de Caso</u></b>	Expost- Facto	<b><u>Ação</u></b>	Partici- pante

**Quadro 1** - Proposta Metodológica para o Trabalho

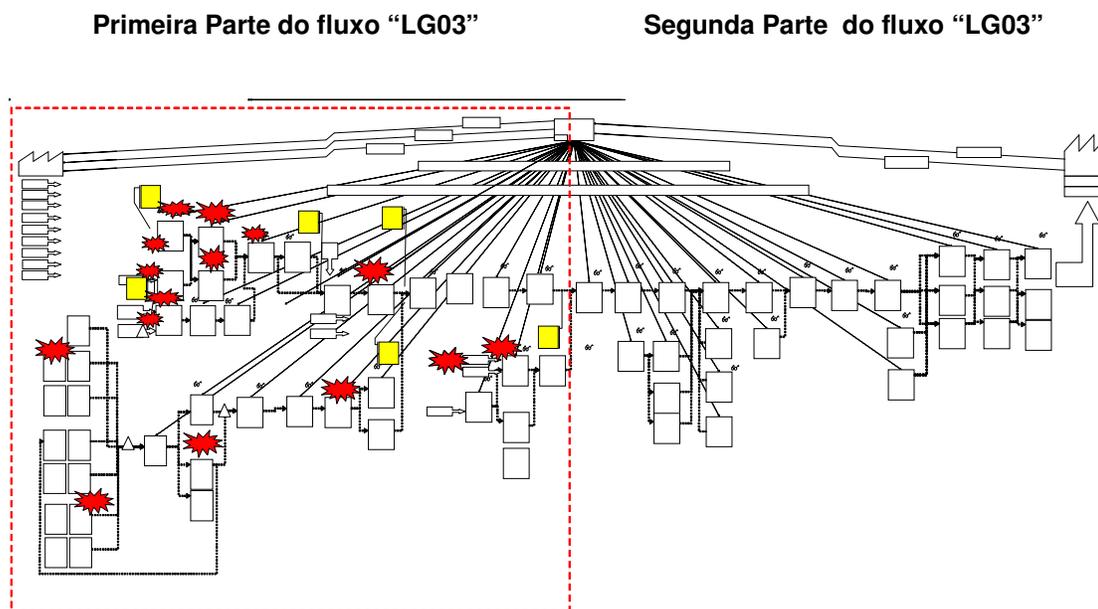
Trata-se de uma pesquisa-ação aplicada num estudo de caso na indústria aeronáutica, o problema é abordado de forma qualitativa pela interpretação e atribuição de significado dos fenômenos identificados e registrados no mapa de fluxo de valor. Também são interpretadas as opiniões dos especialistas, equipe de implementação e gestores dos processos.

Este trabalho tem um enfoque exploratório, alcançado por meio de pesquisas bibliográficas e do estudo de caso numa família de produtos específica da empresa “Aeronáutica ABC”.

### 1.5 Delimitação do Trabalho

O método proposto neste trabalho é composto da integração de algumas ferramentas já conhecidas isoladamente que, no entanto, serão aplicadas de forma híbrida para que se complementem e atendam aos objetivos propostos, conforme já apresentados anteriormente.

A aplicação do método proposto se dá no fluxo de valor de uma família de produtos de uma empresa da indústria aeronáutica. Considerando o fluxo de valor em sua cadeia interna de suprimentos, o mesmo é dividido em duas partes, conforme a Figura 1, sendo que na primeira parte o método proposto neste trabalho é aplicado e na segunda parte é aplicado o método tradicional, via mapeamento do fluxo de valor.



**Figura 1** - Mapa do Fluxo de Valor do Estudo de Caso, Dividido em Duas Partes

O estudo de caso é realizado durante doze meses em ambas as partes e seus resultados comparados entre si.

O fluxo de valor é analisado sob o ponto de vista da cadeia interna de suprimentos, no entanto, as oportunidades de melhoria, identificadas nos fornecedores imediatos, também fazem parte do objeto de estudo, ou seja, as outras camadas da cadeia de suprimentos, bem como suas inter-relações, não são exploradas neste trabalho.

### 1.6 Estruturação do Trabalho

O presente trabalho é estruturado em seis capítulos, cujo conteúdo se apresenta sucintamente a seguir.

O Capítulo 2 apresenta os princípios básicos do Sistema de Manufatura Enxuta, enfatizando duas de suas principais ferramentas de aplicação: o Mapeamento do Fluxo de Valor e o Método de Melhoria Contínua denominado neste trabalho como “Projeto *Kaizen*”.

No Capítulo 3 é apresentada uma breve descrição de alguns métodos de apoio à priorização de projetos de melhoria contínua e à tomada de decisão multicritério. Dentre os métodos mais utilizados destacam-se neste capítulo: os cinco passos do processo de

melhoramento contínuo, segundo a lógica da Teoria das Restrições proposta por Goldratt e Cox (1995); a matriz de priorização GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), de Meireles (2001) e o método KT, de Kepner e Tregoe (1980).

Já o Capítulo 4 apresenta o método proposto para priorização dos projetos de melhoria na implantação da Manufatura Enxuta, visando à obtenção dos resultados mais relevantes em função das necessidades dos clientes e da empresa, de forma mais rápida possível. O objetivo do método proposto adquire relevância face às várias oportunidades de melhoria encontradas durante a aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor e da indisponibilidade dos recursos existentes para realizar todas as ações necessárias simultaneamente.

O Capítulo 5 apresenta a aplicação do método proposto ao fluxo produtivo de uma grande empresa da indústria aeronáutica, como estudo de caso. A comparação dos resultados obtidos aos resultados de outra aplicação, sem a utilização do método, evidencia os benefícios oriundos desta aplicação.

E, finalmente, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do presente trabalho, ressaltando a importância dos resultados obtidos e a eficácia do método proposto. Desta forma, sugere temas e linhas de abordagem para pesquisas futuras.

## 2 O SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA

O Sistema de Manufatura Enxuta, inicialmente conhecido como *Sistema Just in Time*, originou-se no Japão, nos meados da década de 60, tendo a sua idéia básica e seu desenvolvimento creditado à *Toyota Motor Company*. Desta forma, este sistema também é conhecido como “Sistema Toyota de Produção”, tendo como seu principal mentor o senhor Taiichi Ohno, vice-presidente da companhia. Seu principal objetivo era desenvolver um sistema de manufatura capaz de atender às exigências de qualidade e o atendimento dos clientes, com o menor custo possível (LIKER, 2005).

O termo *Lean Manufacturing System* (Sistema de Manufatura Enxuta) foi cunhado no final da década de 80, como resultado de estudos realizados pelo MIT (*Massachusetts Institute Technology*) sobre a indústria automobilística, após serem pesquisadas noventa plantas montadoras de veículos em dezessete países. O objetivo era definir um novo sistema de produção. Como resultado deste trabalho, foi publicado o livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (WOMACK; JONES; ROOS, 1992), saudando o Sistema Toyota de Produção que se apresentou como novo paradigma, em contraponto à produção em massa. Seus resultados se destacaram, principalmente, devido aos mínimos custos operacionais, apesar das altas variedades dos produtos e dos baixos volumes de produção, além dos baixos investimentos em ativos e elevados padrões de qualidade.

Segundo Womack, Jones e Roos (1992), outros resultados importantes também destacaram surpreendentemente o TPS (*Toyota Production System* ou Sistema Toyota de Produção), dentre as outras montadoras pesquisadas destacaram-se: o emprego da metade dos operários em fábrica, o menor espaço ocupado para fabricação, os menores tempos para o desenvolvimento de novos produtos, os baixíssimos estoques, os pouquíssimos problemas de qualidade, os defeitos, etc.

## **2.1 Princípios da Manufatura Enxuta**

Segundo Womack e Jones (1998, p.3), o pensamento enxuto é “uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz”. O pensamento enxuto busca aumentar, cada vez mais, a produtividade com, cada vez menos, esforço humano, menos tempo, menos investimento de capital e menos espaço físico, caminhando sempre na direção da satisfação do cliente. Os cinco princípios básicos do pensamento enxuto serão tratados sucintamente a seguir.

### **1º Princípio: especificar valor sob a ótica do cliente**

O primeiro princípio do pensamento enxuto é identificar o valor que o cliente quer encontrar no produto ou no serviço que vai adquirir. Esse valor deve ser estipulado para cada produto e deve atender às necessidades dos clientes a um preço específico, em um momento oportuno.

O valor é criado pelo produtor, em função do ponto de vista do cliente, é para isso que os produtores existem, e é assim, produzindo valor para os clientes, que eles irão ser mais competitivos. Isso exige uma mudança de mentalidade, pois as realidades cotidianas de especificação e a criação de valor para o cliente devem predominar sobre a mentalidade financeira, de curto prazo, dos administradores e acionistas.

A maioria das organizações do mundo inteiro ainda define valor em função das suas capacidades instaladas, economia de escala e, principalmente, pela “percepção interna” do que os clientes querem, procurando a eficiência em suas atividades e oferecendo ao mercado o produto ou serviço da forma que julgam serem as mais corretas. Isto normalmente significa muito desperdício. Segundo Womack e Jones (1998), é preciso oferecer, com precisão, valor aos clientes, de forma a atender suas necessidades e expectativas e, a partir daí, repensar a

empresa com base em uma linha de produtos com equipes fortes e dedicadas. É preciso oferecer o certo de maneira certa, só assim a organização será eficaz.

O produtor precisa olhar para os clientes e ver as suas reais necessidades, valor de uso e de estima, tendo sempre em conta o preço de aquisição e o custo operacional, ao longo do ciclo de vida do produto. Além disso, é preciso olhar para o fluxo de fornecedores (processo de agregação de valor), de forma a garantir que o processo global de desenvolvimento e produção atenda, cada vez mais, aos requisitos de qualidade, de tempo de resposta e de preço do cliente.

É, definitivamente, estratégico que os produtores aceitem o desafio da redefinição de valor, pois essa é chave para se encontrar mais clientes e, desta forma, aumentar as vendas, passo este fundamental para o sucesso do pensamento enxuto. Isso acontece porque as organizações, ao se tornarem enxutas, liberam rapidamente grandes quantidades de recursos (humanos, máquinas, áreas de instalação, etc.), que precisam ser imediatamente aproveitados em novos negócios.

Uma vez definido o produto com certas especificações, de acordo com valor sob ótica do cliente, é necessário um esforço para eliminar todo desperdício no processo de fabricação. A empresa enxuta vê o preço médio que seus concorrentes estão praticando para um produto específico e pergunta: qual é o custo desse produto livre de desperdício, ou seja, logo após de eliminadas as etapas desnecessárias e depois que o valor começa a fluir? Esse será o custo-alvo para as atividades de desenvolvimento, do processamento de pedidos e da produção para esse produto.

Uma vez definido o custo alvo para um produto específico, esse custo se torna a lente para examinar cada etapa do processo de agregação de valor. Esse é o caminho para a eliminação do desperdício.

## **2º Princípio: identificar o fluxo de valor e alinhar as atividades que criam valor**

A identificação de todo o fluxo de valor para cada produto é o próximo passo no pensamento enxuto, um passo que as empresas raramente tentam dar, mas que quase sempre expõe quantidades enormes e, até surpreendentes, de desperdícios. Segundo Womack e Jones (1998), o fluxo de valor é o conjunto de todas as ações necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, que vai da concepção até o lançamento do produto; a tarefa de gerenciamento da informação, que vai de recebimento do pedido até a entrega; e a tarefa de transformação física, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente.

A identificação e a análise do fluxo de valor são passos fundamentais para se eliminar atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, segundo a ótica do cliente. Além dos processos internos de cada empresa, o pensamento enxuto exige uma análise do todo; o conjunto inteiro de atividades envolvido na criação e na fabricação de um produto específico. A estruturação organizacional necessária para que isso seja possível é o que se chama de empresa enxuta. A criação de empresas enxutas exige uma nova forma de se pensar os relacionamentos destas, especialmente, a transparência quanto a todos os passos dados, ao longo do fluxo de valor, e a confiança entre os elos “fornecedor-cliente” para que o fluxo global de agregação de valor não seja interrompido.

Como as empresas estão organizadas por departamentos e funções no lugar de processos que criam valor para um produto ou família de produtos, é comum não existir ninguém responsável pela perspectiva do fluxo de valor. É muito raro encontrar numa empresa alguém que conheça o fluxo total de material e informação, ou seja, todos os processos, e como cada um é programado. Normalmente, cada área opera de forma a buscar a otimização dentro da sua perspectiva e não da perspectiva do fluxo de valor. Surge então a figura do gerente do fluxo de valor, responsável pela otimização do todo, alguém que possa

enxergar além das fronteiras sobre as quais o fluxo de valor flui. Nesse sentido, Rother e Shook (2003), afirmam que para se evitar ilhas isoladas de funcionalidade, a organização precisa de uma pessoa com responsabilidade para entender todo o fluxo de valor de uma família de produtos, bem como torná-lo mais eficaz. Esta pessoa é o gerente do fluxo de valor, que deve estar ligada diretamente a mais alta autoridade da organização, com poder para fazer com que as mudanças aconteçam.

### **3º Princípio: realizar as atividades em fluxo contínuo**

O próximo passo no pensamento enxuto é realizar as atividades em fluxo contínuo para os clientes. Isso é fundamental para melhorar o fluxo de caixa, reduzir os custos financeiros, melhorar a produtividade e o retorno sobre o investimento. Segundo Womack e Jones (1998), uma vez que, para um determinado produto, o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor mapeado e, obviamente, as etapas que não agregam valor eliminadas, é fundamental que o “valor em processo” flua suave e continuamente, dentro das três tarefas gerenciais críticas: solução de problemas, gerenciamento da informação e transformação física.

Para Rother e Harris (2002), são três tipos de fluxos que precisam fluir na produção:

1. Fluxo de informação – As metas devem estar claras, os problemas devem ser percebidos e resolvidos;
2. Fluxo de material – A peça deve se movimentar de uma etapa que agrega valor diretamente para outra etapa que agrega valor;
3. Fluxo de operadores – o operador deve conseguir ir de uma etapa que agrega valor diretamente para a seguinte que agrega valor

Em uma empresa que caminha para se tornar enxuta, é fundamental que haja uma mudança de mentalidade gerencial quanto à maneira mais eficaz de se realizar as atividades

de agregação de valor. Normalmente, as tarefas dentro de uma organização são agrupadas em lotes para serem processadas em cada departamento, tendo como consequência a formação de longas filas de espera e as grandes quantidades de estoques em processo. Isso dificulta o fluxo contínuo e compromete o tempo de resposta aos clientes. O pensamento enxuto leva a empresa a aceitar o desafio de criar um fluxo contínuo na produção de pequenos lotes, ou mesmo de lote unitário, para atender com rapidez a diversidade de produtos que os clientes exigem.

A estratégia enxuta procura criar uma empresa enxuta para cada produto. Isso exige que sejam redefinidas suas funções e seus departamentos e, da mesma forma, que seja definida cada empresa no fluxo global de geração do produto. O processo de convencimento de gerentes e funcionários quanto à maior eficácia em se trabalhar com fluxo contínuo de lote unitário ou de lotes pequenos é fundamental para que o valor flua para os clientes.

#### **4º Princípio: trabalhar com produção puxada**

O fluxo contínuo de pequenos lotes é um passo importante no pensamento enxuto, mas não é suficiente e, algumas vezes, nem mesmo é possível. É preciso fornecer ao cliente o produto que ele quer, na quantidade que ele espera e quando ele deseja, sendo assim, é necessário que o cliente faça com que a empresa acione o fluxo de valor. A capacidade que uma empresa tem de projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente quer e quando ele deseja lhe dá a condição de descartar a projeção de vendas e, simplesmente, fazer o que os clientes lhe dizem que precisam. Ou seja, a empresa pode deixar que os clientes puxem os produtos, quando necessário, em vez de empurrá-los, evitando a formação de estoques, com o agravante de que estes estoques de produtos não tenham o valor agregado desejável pelos clientes.

Produção puxada, para Womack e Jones (1998), significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite. Além de atender às reais necessidades dos clientes, o sistema de puxar o produto reduz o inventário e torna os problemas muito visíveis. A visibilidade é uma característica essencial na operacionalização do pensamento enxuto, possibilitando ações gerenciais para eliminá-los.

Segundo Womack e Jones (1998, p.15), uma idéia básica para uma empresa enxuta é “não fabrique produto algum a não ser que seja necessário; então fabrique o produto rapidamente”. A introdução do fluxo e da produção puxada normalmente provoca enormes ganhos de produtividade, desde que a empresa saiba administrar bem o caos provocado pela drástica redução de estoques, contando com o auxílio de ferramentas enxutas e técnicas da qualidade. Ao puxar a produção é importante que se tome cuidado com o nivelamento do fluxo, de forma a atender a demanda priorizada, aproveitando bem os recursos produtivos restritivos, e obtendo com isso o máximo de produtividade.

#### **5º Princípio: buscar a perfeição**

É importante ressaltar que os quatro princípios do pensamento enxuto não são fases estanques na sua implementação, mas interagem entre si em círculos de *feedback* positivo. Segundo Womack e Jones (1998), fazer com que o valor flua mais rápido, pela redução do *lead time*, faz com que os desperdícios ocultos no fluxo de valor acabem sempre sendo expostos. E, quanto mais a empresa puxar, mais revelará os obstáculos ao fluxo, permitindo assim sua eliminação.

Equipes de produtos dedicadas, em diálogo direto com os clientes, sempre encontram formas de especificar o valor com mais precisão e, muitas vezes, aprendem formas de ampliar o fluxo e a produção puxada. Neste tipo de círculo virtuoso o processo de redução do esforço, do tempo, do espaço, dos custos e dos erros é ilimitado e, ao mesmo tempo, oferece um

produto que, cada vez mais, se aproxima do que o cliente realmente quer. É o caminho da perfeição (busca contínua da perfeição), o quinto conceito do pensamento enxuto.

Womack e Jones (1998, p.17), com base em suas experiências de anos em *benchmarking* e observações no mundo inteiro, afirmam:

A conversão de um sistema de produção clássico (baseado em estoques em andamento), em um fluxo contínuo eficaz, com a produção puxada pelo cliente, duplicará a produtividade da mão-de-obra. Ao longo do sistema como um todo (para trabalhadores diretos, em cargos de gerencia e técnicos, da matéria-prima ao produto acabado) e, ao mesmo tempo, reduzirá em 90% o tempo de *throughput*, e os estoques do sistema. Os erros que chegam até o cliente e a sucata dentro do processo de produção em geral serão reduzidos à metade, bem como os acidentes de trabalho. O tempo de lançamento de um novo produto no mercado cairá pela metade e poder-se-á oferecer uma variedade maior de produtos, a um custo adicional muito modesto. Além disso, os investimentos de capital necessários serão muito modestos, se as instalações e o equipamento puderem ser liberados e vendidos.

Este é o ganho inicial, de curto prazo, em função do realinhamento radical do fluxo de valor, desta forma, seguem-se melhorias contínuas por meio do *Kaizen*, a caminho da perfeição.

## 2.2 Os Desperdícios da Produção

De acordo com Womack e Jones (1998, p.3), desperdício é:

Qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor: erros que exigem retificação, produção de itens que ninguém deseja e acúmulo de itens nos estoques, etapas de processamento que na verdade não são necessárias, movimentação de funcionários e transporte de mercadorias de um lugar para o outro sem propósito, grupos de pessoas em uma atividade posterior que ficam esperando porque uma atividade anterior não foi realizada dentro do prazo, e bens e serviços que não atendem às necessidades dos clientes.

Shingo (1991) observa que, para uma redução efetiva dos custos da produção, os desperdícios devem ser todos analisados e ponderados porque estão inter-relacionados, são facilmente encobertos pela complexidade de uma grande organização.

Ohno (2007) classificou os desperdícios existentes na produção em sete categorias: Superprodução, Espera, Transporte de Material, Processamento Desnecessário, Movimentação, Correção e Estoque.

**1° Desperdício de Superprodução:** é o desperdício de se produzir, antecipadamente, à demanda, para o caso dos produtos serem requisitados no futuro.

A produção antecipada provém de problemas e restrições do processo produtivo, tais como: tempos longos de preparação de equipamentos, induzindo a produção de grandes lotes; incerteza da ocorrência de problemas de qualidade dos produtos, levando a produzir mais do que o necessário; falta de coordenação entre a demanda e a produção; e grandes distâncias a percorrer com o material, em função de um arranjo físico inadequado, levando à formação de lotes para justificar a movimentação, etc.

**2° Desperdício de Espera:** trata-se do material que se está esperando para ser processado, formando filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos.

**3° Desperdício de Transporte de Material:** o transporte e a movimentação de materiais são atividades que não agregam valor ao produto e são necessárias devido às restrições do processo e das instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento.

**4° Desperdício de Processamento Desnecessário:** trata-se do desperdício inerente a um processo não otimizado, ou seja, a realização de funções ou etapas do processo que não agregam valor ao produto.

**5° Desperdício de Movimentação:** são os desperdícios presentes nas mais variadas operações do processo produtivo. Esse desperdício ocorre na interação entre o operador, a máquina e o material que está sendo processado.

**6° Desperdício de Correção:** são os desperdícios gerados pelos problemas da qualidade. Produtos defeituosos significam desperdiçar materiais, mão-de-obra, uso de equipamentos, além da movimentação e da armazenagem, inspeção de produtos, etc.

**7° Desperdício de Estoque:** são os desperdícios relacionados aos investimentos necessários para absorver os impactos dos problemas e as restrições presentes no processo produtivo, além disso, camuflam outros problemas ali existentes. A presença dos estoques desvia a atenção da gerência dos graves problemas de qualidade e da falta de confiabilidade dos equipamentos e dos fornecedores. Mesmo que a gerência mantenha esforços na eliminação dos problemas do processo, a presença de estoques dificulta a identificação destes.

### 2.3 Etapas de Implantação do Sistema de Manufatura Enxuta

Para eliminação dos desperdícios existentes na empresa pelo uso da Manufatura Enxuta, Womack e Jones (1998) propõem as seguintes etapas às empresas iniciantes:

- **encontre um agente de mudança:** mesmo que o líder sênior da empresa esteja disposto a investir empenho na jornada de transformação enxuta, talvez não tenha o tempo para liderá-la pessoalmente. É necessário um diretor de operações ou um vice-presidente executivo de operações para introduzir as mudanças necessárias, e esses indivíduos talvez também precisem de alguns subordinados diretos para ajudá-los;
- **adquira o conhecimento:** o agente de mudança não precisa inicialmente de conhecimento detalhado da abordagem enxuta, mas precisa de disposição para aplicá-lo. Este conhecimento pode vir, por exemplo, de um “*sensei*” (um instrutor cuja curva de aprendizado se possa emprestar);
- **encontre uma alavanca aproveitando ou criando uma crise:** as empresas que estão num período de abundância e tranqüilidade, dificilmente estão dispostas a cumprir as

etapas necessárias para adotar o pensamento enxuto, na empresa como um todo, em um curto espaço de tempo;

- **mapeie suas cadeias de valor:** se já existe a liderança, o conhecimento e o senso de urgência, o próximo passo é identificar as cadeias de valor existentes e mapeá-las. O mapeamento deve ser feito atividade por atividade, etapa por etapa, em todas as famílias de produtos; e
- **comece o mais rápido possível com uma atividade importante e visível:** escolha algo importante e comece removendo rapidamente o desperdício, para se surpreender com o quanto se pode realizar, em um curto período de tempo. Aconselha-se a se iniciar por uma atividade com um desempenho bastante deficiente, mas que seja muito importante para a empresa, aumentando assim as probabilidades de sucesso.

Outra interessante seqüência de etapas para a implementação da Manufatura Enxuta é proposta pelo *Lean Institute Brasil*, e representada na Figura 2. Nesta destaca-se o Mapeamento do Fluxo de Valor, uma das ferramentas centrais do método proposto neste trabalho, como a primeira tarefa operacional a ser realizada, a fim de se diagnosticar os desperdícios, e sob uma abordagem sistêmica, planejar melhorias necessárias ao aumento de valor, sob o ponto de vista do cliente final.



**Figura 2** - Etapas para Implantação da Manufatura Enxuta

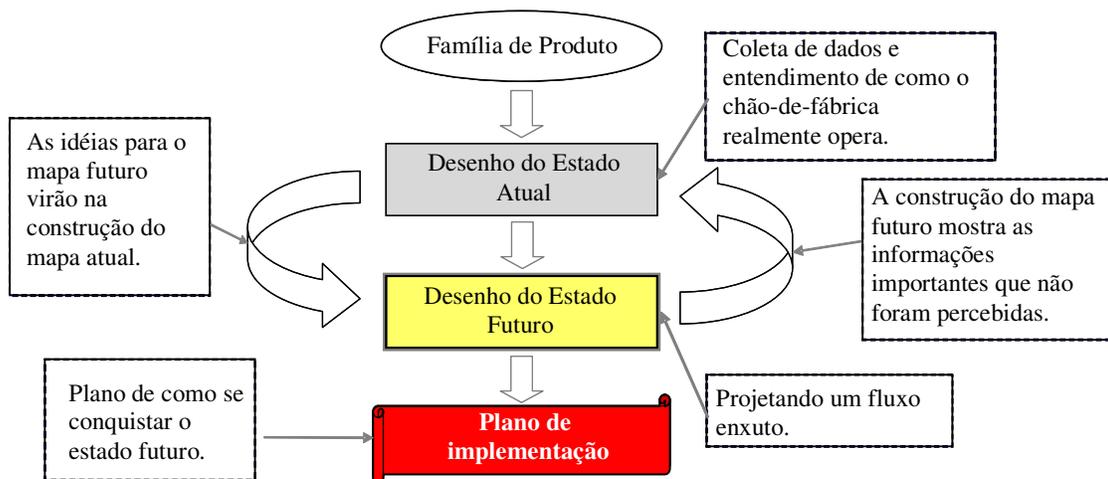
Fonte: [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br) (2009)

## 2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor

Segundo Rother e Shook (2003), um fluxo de valor é toda ação que agrega ou não valor, necessária para levar um produto a todos os fluxos essenciais. Afirmam ainda que considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, não só os processos individuais, mas melhorar o todo.

A aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor é essencial, pois ajuda a visualizar mais do que, simplesmente, os processos individuais, também ajuda a identificar mais do que os desperdícios, mas sim suas fontes. Também fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura; torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que se possa discuti-las; integra conceitos e técnicas enxutas, evitando a implementação de técnicas isoladas; forma a base de um plano de implementação; e mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

Mapear o fluxo de valor de um produto significa percorrer sua trilha de produção, do consumidor até o fornecedor, desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e de informação, formular um conjunto de questões chave e desenhar um “mapa do estado futuro” de como o valor deveria fluir. Seu método de aplicação sugere de forma macro as etapas ilustradas na Figura 3.



**Figura 3** - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor  
**Fonte:** Rother e Shook (2003, p. 9)

#### 2.4.1 Seleção da Família de Produtos

Antes de se iniciar o mapeamento, deve-se selecionar uma família de produtos dentre as várias existentes na empresa, para que seja focalizado o fluxo de valor dos produtos mais importantes, sob o ponto de vista do consumidor final. Uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns.

#### 2.4.2 Desenho do Estado Atual

É realizado a partir da coleta de dados no chão-de-fábrica, enquanto se caminha diretamente junto aos fluxos reais de material e de informação. Seu objetivo é clarificar a situação atual de produção, utilizando o desenho dos fluxos de material e de informação. As

informações coletadas, durante o mapeamento, devem ser constatadas e obtidas a partir de medições, observações, etc. Também devem ser identificados os dados do fluxo de informação. Ao final da coleta dos dados, calculam-se os tempos de processamento, a partir da soma dos tempos de cada processo e de *lead time* do produto.

### 2.4.3 Desenho do Estado Futuro

O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las, a partir da implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro”, que pode se tornar uma realidade, em um curto espaço de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção, onde os processos individuais são articulados aos seus clientes, ou por meio de fluxo-contínuo ou de puxada, e cada processo se aproxima o máximo de se produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam. Para apoiar a construção do mapa futuro o método sugere as seguintes questões chave:

- qual é o *takt time*?
- a produção será para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam, ou diretamente para a expedição?
- onde haverá fluxo contínuo?
- onde será introduzido sistema puxado a fim de controlar a produção?
- em que ponto único da cadeia será programado a produção (processo puxador)?
- como se nivelará o *mix* de produção no processo puxador?
- qual incremento de trabalho se liberará uniformemente do processo puxador?
- quais melhorias de processo serão necessárias para fazer fluir o fluxo de valor conforme as especificações do projeto de seu estado futuro?

#### 2.4.4 Plano de Implantação

Nesta etapa dividi-se o fluxo de valor do estado futuro em segmentos ou “loops” e constrói-se o Plano do Fluxo de Valor, mostrando-se, exatamente, o que se planeja fazer e quando, etapa por etapa; metas quantificáveis e pontos de checagem claros com os prazos reais e o avaliador definido. O ponto inicial pode ser escolhido, olhando-se para os loops identificados e considerando os itens abaixo:

- verificar onde o processo está bem entendido pelo pessoal;
- Identificar onde a probabilidade de sucesso é alta (para construir “*monumentum*”); e
- analisar onde se pode prever um grande impacto financeiro (isto pode levar, algumas vezes, para áreas que têm muitos problemas importantes para serem resolvidos, que podem conflitar com o critério anterior).

#### 2.5 Projetos *kaizen*

Nos ideogramas japoneses “*Kai*” significa modificar e “*Zen*” para melhorar, ou seja, traduz-se o termo *Kaizen* como “modificar para melhorar” ou “melhoria contínua”. Trata-se de um conceito que une a filosofia, aos sistemas e às ferramentas *lean* para a solução de problemas. Também pode ser entendido como um intensivo trabalho de aplicação dos conceitos da Manufatura Enxuta. Algumas empresas o chamam de Semana *Kaizen*, *Blitz* Melhoria Contínua, *Jishuken*, etc.

De acordo com Marchwinski e Shook (2007), o *Jishuken* ou Projeto *Kaizen*, pode ser traduzido do japonês como “workshop de aprendizado mão-na-massa”, isto é, consiste na aprendizagem no ambiente de trabalho. Eram *workshops* conduzidos por Taiichi Ohno (engenheiro chefe principal e vice-presidente da Toyota), e seus grupos de estudo autônomos,

constituído por gerentes e engenheiros do grupo Toyota para promover atividades de melhoria na própria planta ou nos fornecedores (RYTTER; DON; VOSS, 2007).

A abordagem de aplicação do Projeto *Kaizen* é feita por intermédio de grupos de trabalho que devem observar, em tempo real, a atividade ou processo em estudo, para realizar as melhorias na maneira como se executa tal atividade. Está baseado nos princípios de melhoria contínua, sendo uma referência para os workshops ou eventos *Kaizen* de uma semana, utilizados pelos americanos (RYTTER; DON; VOSS, 2007).

O *Kaizen* é uma parte fundamental da filosofia enxuta e consiste na melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício (MARCHWINSKI e SHOOK, 2006).

As etapas de aplicação do *Kaizen* consistem basicamente na análise da atividade ou processo em estudo no local (*Gemba*), identificação dos pontos de melhoria, implementação das mesmas e análise do atendimento dos resultados esperados, conforme a lógica do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check and Act*).

Grande parte do sucesso das aplicações do Projeto *Kaizen* se deve à formação de comunidades de prática e ao estímulo à criatividade, por meio do estresse positivo, conceito explorado de forma semelhante por May (2007), que o denomina tensão dinâmica. A formação da comunidade de prática decorre do compartilhamento do conhecimento e estímulo da sinergia entre os participantes, gerando aprendizagem entre os membros do grupo. O estímulo à criatividade é decorrente do estabelecimento de uma meta, geralmente bastante arrojada, e da imposição de um tempo limitado para o atendimento dessa meta. Este objetivo determinado, somado ao tempo limitado, gera uma pressão de tempo que estimula a geração do estresse positivo. Tal fato expõe os participantes a um agente "*estressor*" de curta duração, que incita a criatividade dos envolvidos, tornando as pessoas mais alertas para se concentrarem no objetivo traçado (LIPP, 1996).

Elias (2009), afirma que dois fatores podem ser considerados determinantes para o sucesso do *kaizen*: O primeiro é o papel do líder que deve ter habilidade de agregar os esforços da equipe; o segundo fator é o envolvimento dos operadores para obtenção de aderência às modificações realizadas.

## **2.6 Considerações Finais**

A adoção da Manufatura Enxuta pelas organizações manufatureiras tende a representar requisito básico a sua sobrevivência, num cenário extremamente competitivo como o atual.

Os projetos *kaizen* são extremamente necessários e fundamentais para que os princípios enxutos sejam postos em prática, de forma intensa e rápida e, a partir deles, seja possível a transformação da crença e da mentalidade da organização.

Mesmo com as ferramentas disponíveis e o apoio do “*sensei*”, muitas empresas têm dificuldades para determinação dos processos a serem priorizados e, ainda, se vêem diante da seguinte questão: por onde começar?

O capítulo seguinte abordará alguns métodos de apoio para priorização destes projetos *kaizen*.

### **3. MÉTODOS DE APOIO À PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA**

Atualmente, segundo Freitas (2003), uma das atividades mais importantes e difíceis no ambiente industrial está relacionada às tomadas de decisões dos líderes, de forma consciente e em consenso de opiniões sobre os mais variados assuntos, presentes no dia-a-dia das organizações. Muitas vezes, o responsável pelas tomadas de decisões se depara com complexos sistemas correlacionados, como recursos, resultados, objetivos desejados, custos, restrições das mais variadas, etc. Quanto melhor o responsável pelas decisões entender essa complexidade, mais assertivas e eficazes serão suas decisões. Segundo Saaty (1996), muitas vezes o processo de tomada de decisão, apesar de constantemente se desenvolver desta forma, não deveria ser concebido como um processo simplesmente mecânico.

De acordo com Freitas (2003), o processo de tomada de decisão, dependendo da natureza da decisão, torna-se complexo, com muitos critérios a serem considerados e, até mesmo, com os fatores, tais como risco e incerteza, precisando ser levantados para cada um desses critérios.

É importante destacar que para a pesquisa e definição da ferramenta a ser utilizada, de acordo com os objetivos propostos neste trabalho, deve-se buscar atender às necessidades dos clientes, neste caso aqueles que utilizarão as ferramentas, também quanto à praticidade e simplicidade em sua aplicação, principalmente num ambiente de manufatura onde os aspectos práticos são significativamente relevantes. Neste sentido, Martins e Laugeni (2005), orientam que nas operações de serviços é necessário o encontro entre o fornecedor e cliente, o que nem sempre se pode verificar em indústrias de manufatura. Esta separação está relacionada ao quanto este pode participar diretamente das operações.

Os métodos descritos a seguir mostram algumas formas de se tratar estes problemas de tomada de decisão no ambiente produtivo.

### 3.1 Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições teve início na década de 70, quando o físico israelense Eliyahu Goldratt se envolveu com os problemas da logística de produção. Segundo Gardiner *et al* (1994), em 1979 Goldratt foi convidado por um amigo para projetar um sistema de programação de produção para a sua fábrica de granjas de frangos. Os resultados foram excelentes: a fábrica triplicou seus ganhos.

Goldratt elaborou um método de administração da produção totalmente novo, e ficou intrigado com o fato de os métodos tradicionais de administração da produção não fazerem muito sentido lógico. Devido ao método ter se mostrado bem sucedido, outras empresas se interessaram por sua implementação.

Em 1984, então, Goldratt lançou o primeiro livro sobre sua teoria. O livro “A Meta”, que foi escrito na forma de um romance e mostrava a dificuldade de um gerente de fábrica em administrar sua empresa, no qual direciona o leitor para os conceitos que fundamentam a Teoria das restrições. Em 1986, Goldratt (1994), lançou o livro “A Corrida”, explicitando os conceitos fundamentais contidos no livro “A Meta”. A repercussão de seus livros foi tão positiva que levou Goldratt a investir na divulgação dos seus conceitos de gerenciamento das restrições em empresas e universidades. Em 1990, Goldratt (1992), lançou o livro “A Síndrome do Palheiro”, onde descreve com mais detalhes a arquitetura de um sistema de informação e programação, que passou a ser a base para o surgimento de muitos softwares de aplicação da Teoria das Restrições na produção.

Segundo Goldratt e Cox (1995), o objetivo básico das empresas é ganhar dinheiro, tanto no presente como no futuro. Consideram que a manufatura deve contribuir com este objetivo básico, a partir da atuação sobre três elementos: ganho, estoque e despesas operacionais. Ganho é o índice segundo o qual o sistema gera dinheiro a partir da venda de seus produtos, já estoque é todo dinheiro que a empresa empregou nos bens que pretende

vender e despesas operacionais é todo dinheiro que o sistema gasta para transformar estoque em ganho.

Baseado nestes três índices pode-se calcular duas medidas de desempenho da empresa: lucro líquido, calculado como o resultado de ganhos menos as despesas operacionais e os estoques; retorno sobre o investimento, calculado como a razão entre o lucro líquido; e o estoque. Goldratt e Cox (1995) estabelecem, ainda, que o fluxo de caixa seja a terceira medida de desempenho da empresa que deve ser considerada. Logo, para a empresa atingir a meta é necessário que essas três medidas de desempenho sejam maximizadas, a partir do aumento dos ganhos, da redução dos estoques e das despesas operacionais.

A respeito do ganho, Goldratt e Cox (1995) afirmam que:

O Ganho é a única medida que nós lutamos para aumentar, as outras duas tentamos reduzir. Desde que Inventário e a Despesa Operacional não podem ser definidos na escala negativa, é aparente que estes caminhos somente oferecem oportunidades limitadas de melhorias. O processo de melhoramento contínuo terá por definição, que se concentrar no Ganho, que é a única medida que não é inerentemente limitada.

Essa nova mentalidade, baseada no aumento dos ganhos e não na redução dos custos, se choca com os conceitos tradicionais da contabilidade de custos, sendo considerada por Goldratt e Cox (1995) como uma nova contabilidade: a contabilidade dos ganhos. Entretanto, a discussão mais aprofundada destes elementos de contabilidade, face à contabilidade tradicional, demanda uma abordagem de custos que fogem ao escopo deste trabalho.

### **3.1.1 Recursos Gargalos e não-Gargalos**

Em um ambiente de manufatura há uma série de restrições a serem consideradas: restrições de mercado, restrições quanto aos fornecimentos, restrições dadas pela política da empresa e restrições de capacidade do processo produtivo. Um recurso restritivo na manufatura pode ser um gargalo ou não. Neste texto, entende-se como recurso qualquer

elemento que seja necessário para a produção de um produto, como mão-de-obra, máquinas, equipamentos e dispositivos.

É importante então, diferenciar um recurso restritivo de um recurso gargalo. Um recurso restritivo, em um fluxo de valor, é o recurso cuja capacidade é a menor em todo este fluxo. Este recurso é a restrição do processo produtivo. Um recurso gargalo, de acordo com Goldratt e Cox (1995), é o recurso cuja capacidade é inferior ou igual do que a demanda nele colocada. Um recurso não-gargalo é aquele cuja capacidade é maior do que a demanda nele colocada.

Em algumas situações, pode não haver gargalos reais numa fábrica, mas sempre haverá algum recurso que restrinja a produção, sendo este então, o recurso restritivo, apesar de não ser um gargalo real. Pode também haver o caso em que, por definição, vários recursos sejam gargalos. Neste caso, o recurso restritivo será aquele recurso, dentre aqueles considerados gargalos, o qual tiver a menor capacidade produtiva. Então será aquele que limitará a capacidade produtiva de todo o sistema.

Os processos de raciocínio da Teoria das Restrições para a produção dizem respeito à importância de se gerenciar adequadamente a restrição, ou gargalo, do sistema. De acordo com essa teoria, em todo sistema produtivo há somente uma restrição, e toda a atenção deve estar voltada para ela, pois sua capacidade é a capacidade produtiva do sistema inteiro.

### **3.1.2 Processo de Aprimoramento Contínuo Segundo a Teoria das Restrições**

Para implementação da teoria é necessário a identificação das relações subordinadas do sistema, juntamente com as limitações existentes. Os princípios desta teoria, relacionados com o fluxo operacional, já mencionado anteriormente, são comparados a uma corrente que possui elos fracos e fortes, ou seja, gargalos e não-gargalos. Este elo fraco limita ou restringe o desempenho contínuo de toda a corrente.

Dessa forma, o elo fraco (ou gargalo) é o componente que se deve melhorar ou modificar, visando à eliminação dessa restrição. Aumentada a velocidade do componente restritivo, conseqüentemente, a velocidade do sistema global também será aumentada. Porém, neste momento, será criada uma nova restrição. Trabalhando-se nesta segunda restrição, aumenta-se a velocidade do sistema e cria-se uma nova restrição. E assim, sucessivamente, criando um processo de aprimoramento contínuo que, de acordo com Goldratt e Cox (1995), possui cinco etapas necessárias:

### **1ª Identificar a restrição do sistema**

Considerando a premissa básica da Teoria das Restrições de que o ganho global sempre será limitado pelo recurso restritivo, a primeira etapa do Processo de Focalização de Cinco Etapas é identificar a restrição do sistema. Em uma linha de produção de uma planta de manufatura, basta observar onde se acumulam os inventários de processo. Nos trabalhos desenvolvidos em um escritório, essa identificação é mais difícil, pois o fluxo de trabalho é menos visualizável. Seja qual for o sistema, a identificação do "elo mais fraco da corrente" é a única maneira de se compreender as limitações do fluxo do sistema.

A princípio, o melhor método é dirigir-se ao local onde o processo ocorre e conversar com as pessoas conhecedoras do seu fluxo. Um registro de horas trabalhadas, após o fim do expediente, também fornece indícios das restrições.

### **2ª Decidir como explorar a restrição**

Essa etapa visa identificar qual a melhor forma de se tirar o máximo proveito da capacidade nominal da restrição. Em uma planta de manufatura, normalmente, significa verificar qual o produto que, passando pela restrição, produz maior ganho global para a organização como um todo e, logo após, passar a processar tal produto na restrição, aproveitando todo o tempo disponível.

Reduzir ou eliminar o desperdício de tempo é uma condição imprescindível para explorar a restrição. Isso é realizado, evitando que o recurso restritivo trabalhe em produtos defeituosos. Considerando, portanto, que a restrição possui capacidade reduzida, é gravemente prejudicial ao ganho global da organização fazê-la trabalhar "em falso".

### **3ª Subordinar tudo à decisão acima**

Na segunda etapa, definiu-se como tratar o recurso com restrição de capacidade. Na terceira etapa será definido o que fazer com relação aos demais recursos envolvidos no sistema. Essa etapa é mais difícil, pois provoca alterações significativas nos procedimentos do sistema em análise. Basicamente, nessa etapa, é preciso que todos os recursos, trabalhando no ritmo da restrição, estejam engajados em evitar que a restrição pare.

Em suma, todos os recursos não-restritivos devem atuar de modo a atender com eficiência e eficácia às demandas da restrição. A avaliação de desempenho dos recursos não restritivos deve ser feita, também, a partir do desempenho do ganho global da organização. Desta forma, "qualquer decisão relativa a recursos não-restrição precisa ser respondida à luz de como a ação irá envolver ou causar impacto na restrição" (NOREEN *et al*, 1996, p. 46).

### **4ª Elevar a restrição do sistema**

Esta etapa só deve ser iniciada quando se tiver a certeza absoluta de que a etapa anterior estiver concluída, pois esta etapa envolve utilização de investimentos em materiais e contratação de mais pessoal, ou seja, a elevação dos custos fixos da organização. Iniciar esta etapa, sem que a etapa anterior esteja concluída, pode implicar no desperdício de tempo e de dinheiro. Nesta etapa, portanto, deve-se buscar elevar a capacidade da restrição e, desta forma, elevar a capacidade de todo o fluxo do sistema, pois, como já visto, o fluxo da restrição regula o fluxo do sistema.

Na prática, esta etapa pode ser implementada a partir da compra de mais maquinário,

contratação de mais trabalhadores, disponibilização de mais tempo ao recurso restritivo, etc. A elevação da capacidade de um recurso também pode ser obtida pela remoção parcial de trabalho da restrição, a partir de terceirizações ou pelo desvio de tarefas para outros setores.

Considerando que a restrição limita o fluxo de trabalho no sistema e, conseqüentemente, o ganho da organização, cada aumento da capacidade da restrição será correspondido com o aumento do desempenho global da organização até que chegue o momento de se passar à etapa 5.

**5ª Se num passo anterior uma restrição foi quebrada, voltar à primeira etapa, mas não se deve deixar que a inércia cause uma restrição no sistema**

Se a capacidade da restrição for aumentada constantemente, chegará o momento em que sua capacidade será maior que a de outro recurso, antes chamado de não restritivo. A partir de então, o que era a restrição, passa a ser um recurso não restritivo. Nesse momento, é preciso retornar à etapa 1, ou seja, identificar a nova restrição do sistema para iniciar novamente o processo, de modo que seja mantido o melhoramento contínuo.

### **3.1.3 Os Nove Princípios da Teoria das Restrições**

De acordo com Goldratt (1995), temos como princípios da Teoria das Restrições:

- **balancear o fluxo e não a capacidade:** trata-se da passagem do fluxo de materiais de forma contínua, a partir da fábrica e não do aumento da capacidade individual das máquinas que produzirão estoques excessivos, aumentando a despesa e, conseqüentemente, reduzindo o ganho. O balanceamento do fluxo se dá com a identificação dos gargalos do sistema;
- **o nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial e sim por uma restrição do sistema:** a utilização de um recurso não-gargalo é subordinada e/ou controlada em função das restrições do sistema;

- **a utilização e a ativação de um recurso não são sinônimos:** a utilização equivale ao uso racional de um recurso não-gargalo, em função da capacidade do gargalo, enquanto que a ativação de um recurso gera produção superior a requerida pelo recurso gargalo;
- **uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro:** visto que os recursos não-gargalos trabalham subordinados aos gargalos, havendo tempo perdido no gargalo, haverá tempo diminuído no sistema para a obtenção do ganho;
- **uma hora economizada onde não é gargalo é apenas uma ilusão:** se os não gargalos são dependentes dos gargalos, existindo economia de tempo neste recurso, haverá aumento de tempo ocioso, e não economia temporal do sistema;
- **os gargalos governam o ganho e o inventário:** sabendo-se que os gargalos determinam o fluxo de materiais envolvidos no sistema, os atrasos operacionais (flutuações estatísticas) ocorridos terão como consequência o aumento do inventário e as despesas operacionais, bem como a diminuição do ganho;
- **o lote de transferência não pode e, muitas vezes, não deve ser igual ao lote de processamento:** com o intuito de reduzir o tempo de passagem dos produtos pela área produtiva da empresa, o lote de processamento, que será operado em determinado recurso, não deverá ser igual ao lote de transferência, que vai sendo repassado para o próximo recurso;
- **o lote de processamento deve ser variável e não fixo:** em decorrência do princípio anterior, a consequência das diferenças quantitativas dos lotes mencionados promoverá variação na quantidade dos lotes de processamento, ou seja, podem variar de uma operação para outra; e
- **os programas devem ser estabelecidos, considerando todas as restrições simultaneamente:** revela que a produção a ser realizada deverá ser efetivamente

programada, levando-se em consideração as restrições do sistema. Tal programação definirá o que, quanto e quando produzir, respeitando-se os “*lead time*” existentes que correspondem aos tempos de “ressuprimento”.

### 3.2 Matriz de priorização GUT

Segundo Meireles (2001), a matriz GUT é uma ferramenta usada para definir as prioridades, dada as diversas alternativas de ação. Essa ferramenta responde racionalmente às questões: o que devemos fazer primeiro e por onde devemos começar? Para responder a tais questões, a ferramenta GUT leva em consideração: a **gravidade**, a **urgência** e a **tendência** do fenômeno.

Por **gravidade** devemos considerar a intensidade dos danos que o problema pode causar, se não atuarem sobre ele. Já por **urgência** devemos considerar o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis, se não atuarem sobre o problema. E, por **tendência** devemos considerar o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação.

#### 3.2.1 Onde se aplica a GUT?

A ferramenta GUT aplica-se sempre que precisamos priorizar ações dentre um leque de algumas que dispomos. O objetivo desta ferramenta é ordenar a importância das ações, pela sua **gravidade**, pela sua **urgência** e pela sua **tendência**, de forma a, racionalmente, escolher a tomada de ação menos prejudicial.

Sabemos que o tempo é um recurso escasso e que há inúmeras atividades para se executar. Qual atividade se deve executar primeiro? Por quê? Esta é a resposta que a ferramenta nos dá.

### 3.2.2 Como se usa a GUT?

Usar a ferramenta GUT obriga a considerar cada problema sob o tríplice foco da sua **gravidade**, da sua **urgência** e da sua **tendência**. Quanto à **gravidade**, consideramos a intensidade ou a profundidade dos danos que o problema pode causar, se não atuarem sobre ele. Tais danos serão indicados por uma escala que vai de 1 a 5, onde:

- 1 - dano mínimo;
- 2 - dano leve;
- 3 - dano regular;
- 4 - grande dano; e
- 5 - dano gravíssimo.

Com relação à **urgência**, considera-se o tempo para a eclosão de danos ou resultados indesejáveis, se não atuarem sobre o problema. O período de tempo também é considerado numa escala de 1 a 5, onde:

- 1 - longuíssimo prazo (dois ou mais meses);
- 2 - longo prazo (um mês);
- 3 - prazo médio (uma quinzena);
- 4 - curto prazo (uma semana); e
- 5 - imediatamente (está ocorrendo).

E, com relação à **tendência**, considera-se o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação. A **tendência** também é definida numa escala de 1 a 5, onde:

- 1 - desaparece;
- 2 - reduz-se ligeiramente;
- 3 - permanece;
- 4 - aumenta; e
- 5 - piora muito.

A técnica consiste em listar uma série de atividades a realizar e atribuir os graus quanto à **gravidade**, à **urgência** e à **tendência**. Esta ferramenta pode ser aplicada individualmente, mas o resultado é melhor quando um grupo de pessoas a executa, já que haverá um aprimoramento nos valores GUT que devem ser obtidos por consenso.

A ferramenta requer o uso de um formulário, como o modelo ilustrado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Modelo de Formulário para Aplicação da Matriz GUT

Problemas	G	U	T	GUT
	Gravidade	Urgência	Tendência	

Fonte: Meireles (2001, p. 54)

O formulário consta de 5 colunas, onde:

- **problema:** é a denominação resumida da atividade, do problema ou do desafio a se enfrentar;
- **gravidade:** é a coluna destinada a receber a avaliação e a pontuação quanto à gravidade;
- **urgência:** é a coluna destinada a receber a avaliação e a pontuação quanto à urgência da atividade;
- **tendência:** é a coluna destinada a receber a avaliação e a pontuação quanto à tendência do problema; e
- **GUT:** é a coluna que contém o produto das avaliações G, U e T.

Recomenda-se que, nas colunas **gravidade**, **urgência** e **tendência** não se faça a **pontuação**, e sim uma **justificação** de tal pontuação. Ao se atuar desta forma, fica bem claro a atribuição da nota.

### 3.2.3 Exemplo de GUT

O uso desta ferramenta pressupõe um conjunto de atividades a se realizar ou de problemas a se enfrentar. A título de exemplo, consideremos o gerente de um setor dentro de uma empresa que tem quatro atividades para fazer. Este exemplo é, portanto, uma pequena demonstração do modo de realizar o método GUT.

Suponhamos que há quatro atividades:

- rever o contrato de locação de equipamento;
- treinar o novo operador;
- ampliar a rede; e
- fazer o *backup* completo do banco de dados.

O gerente poderia fazer uma listagem, priorizando as suas atividades? É claro que sim. Mas que critério usaria? E como ele se justificaria perante o seu superior hierárquico por ter deixado de fazer a atividade X e realizado a Y? Esta ferramenta tem uma utilidade que transcende a questão do planejamento das ações, porquanto ela justifica a tomada de ações. É claro que a avaliação pode estar errada, mas o uso desta ferramenta garante que o gerente se esforçou por colocar “racionalidade” no planejamento da sua ação.

A Tabela 2 ilustra como o exemplo considerado poderia ter sido resolvido.

**Tabela 2** - Exemplo de Aplicação da Matriz GUT

Problemas	G	U	T	GUT
	Gravidade	Urgência	Tendência	
Rever o contrato de locação de equipamento	3	3	1	9
Treinar o novo operador no sistema	4	4	2	32
Ampliar a rede com mais 2 equipamentos	2	2	4	16
Fazer o <i>back up</i> completo do banco de dados	5	5	3	75

**Fonte:** Meireles (2001, p. 54)

Observe que a atividade “fazer um *backup* completo do banco de dados” obteve a maior pontuação na coluna GUT. Uma vez aplicado o método GUT, o gerente poderia ordenar as suas atividades da seguinte forma:

- fazer o *backup*;
- treinar o novo operador;
- ampliar a rede; e
- rever o contrato de locação.

Esta ferramenta tem aplicabilidade quando o usuário dispõe de uma lista de atividades a realizar, e essa lista é completa. Se o usuário não tiver uma visão ampla do que deve realizar, ou dos problemas que deve enfrentar, esta ferramenta perde muito do seu potencial. Ela deve ser usada, preferencialmente, para estabelecer prioridades de agenda, respondendo à pergunta: por onde devo começar?

Se as atividades não forem priorizadas adequadamente, serão orientadas, geralmente, pela urgência delas, e isso pode constituir uma grave falha de planejamento. Esta ferramenta possibilita que seu usuário forme uma visão ampla do que precisa realizar, daquilo que deve fazer e oriente a sua ação.

Qualquer pessoa não pode nunca fazer tudo aquilo que quer fazer. Portanto, ela deve escolher aquilo que pode fazer. Uma forma de se resolver isso é utilizar o método GUT. Se não aplicar o método GUT, ou outro semelhante, ou ainda um equivalente, essa pessoa será conduzida pelo turbilhão dos afazeres.

### 3.3 Método Kepner e Tregoe - KT

Segundo Kepner e Tregoe (1980), muitas decisões estão relacionadas com a solução de problemas, porém outras não. Os gerentes apontam que os tomadores de decisão podem decidir por ações que levarão a padrões de performance novos, alguns novos objetivos ou estabelecerão novos rumos para suas companhias. No entanto, sabe-se que muitas das atividades gerenciais, tais como resolver problemas, realizar planejamento estratégico e alocar recursos, envolvem um ou mais componentes, dos quais foram citados por Kepner e Tregoe (1980) no trabalho relacionado ao processo de tomada de decisão.

O método mundialmente conhecido como KT, foi estabelecido por meio de uma pesquisa encomendada por uma empresa de computadores. Esta empresa solicitou aos pesquisadores que avaliassem o método de tomada de decisão, utilizado usualmente pelas pessoas, de forma que servisse de modelo para o desenvolvimento de um novo processador para computadores.

Kepner e Tregoe observaram vários tomadores de decisão, tanto os efetivos quanto os não efetivos. Assim, desenvolveram um processo de raciocínio para aplicações em decisões complexas no mundo dos negócios. Este método tem como princípio o estabelecimento de critérios com pesos fixos para a tomada de decisão, e a comparação das alternativas de solução contra o grau de atendimento ao critério estabelecido. A partir daí, se analisa cada uma das alternativas contra cada um dos critérios. Após a análise, se gradua cada alternativa, conforme determinado pela comparação feita com o padrão estabelecido pelo critério. Finalmente, multiplica-se o valor obtido pela alternativa para aquele critério pelo peso estabelecido, previamente, para o dado critério, conforme o objetivo a ser atingido. Assim, a alternativa que apresentar a maior soma de notas para os critérios é considerada a de maior prioridade. A seguir se ilustra um exemplo de aplicação do método para sua melhor compreensão. Neste exemplo se busca ordenar, prioritariamente, três etapas de um

determinado processo produtivo para aplicação de projetos de melhoria. São considerados três critérios para priorização. Na Tabela 3, são descritos os quesitos e o peso para avaliação do critério 1.

**Tabela 3 - Quesitos e Peso para o Critério 1**

<b>Critério 1 – Capacidade de Atendimento à Demanda</b> <b>Peso atribuído: 5</b>	
<b>Quesito</b>	<b>Nota</b>
Processo atende consistentemente à demanda	0
Processo atende irregularmente à demanda	5
Processo não atende à demanda	10

**Fonte:** Adaptado de Kepner e Tregoe (1980)

Na Tabela 4 são descritos os quesitos e o peso para avaliação do critério 2.

**Tabela 4 - Quesitos e Peso para o Critério 2**

<b>Critério 2 - Quantidade de Recursos Consumidos</b> <b>Peso: 1</b>	
<b>Quesito</b>	<b>Nota</b>
Processo com baixo consumo de recursos	0
Processo com médio consumo de recursos	5
Processo com alto consumo de recursos	10

**Fonte:** Adaptado de Kepner e Tregoe (1980)

Na Tabela 5 são descritos os quesitos e o peso para avaliação do critério 3.

**Tabela 5 - Quesitos e Peso para o Critério 3**

<b>Critério 3 – Quantidade de Não Conformidades Geradas</b> <b>Peso: 3</b>	
<b>Quesito</b>	<b>Nota</b>
Processo com baixa geração de não conformidades	0
Processo com média geração de não conformidades	5
Processo com alta geração de não conformidades	10

**Fonte:** Adaptado de Kepner e Tregoe (1980)

Uma vez descritos os critérios de seleção, seus pesos relativos, seus quesitos de avaliação e os processos envolvidos, analisam-se as informações de cada processo sob cada

critério de priorização estabelecido. O tomador de decisão compara as informações dos processos com o estabelecido para cada quesito, de cada critério, e atribui a nota para cada processo. A nota final para cada critério é obtida pela multiplicação da nota do quesito, em que se enquadra o processo, pelo valor do peso do critério em questão. A nota final da avaliação, neste exemplo, é a soma das notas obtidas em cada critério, conforme Tabela 6.

**Tabela 6 - Exemplo de Aplicação do Método KT**

<b>Notas para o Critério 1 (Peso 5)</b>	<b>Interpretação do Critério 1</b>	<b>Processo 1</b>	<b>Processo 2</b>	<b>Processo 3</b>
0	Atende demanda			
5	Atende irregularmente	0	10	5
10	Não atende demanda			
(Nota x Peso)		0 x 5 =	10 x 5 =	5 x 5 =
<b>Nota Final do Critério 1</b>		0	50	25
<b>Notas para o Critério 2 (Peso 1)</b>	<b>Interpretação do Critério 2</b>	<b>Processo 1</b>	<b>Processo 2</b>	<b>Processo 3</b>
0	Baixo consumo recursos			
5	Médio consumo recursos	5	5	10
10	Alto consumo recursos			
(Nota x Peso)		5 x 1 =	5 x 1 =	10 x 1 =
<b>Nota Final do Critério 2</b>		5	5	10
<b>Notas para o Critério 3 (Peso 3)</b>	<b>Interpretação do Critério 3</b>	<b>Processo 1</b>	<b>Processo 2</b>	<b>Processo 3</b>
0	Baixa não conformidade			
5	Média não conformidade	0	5	10
10	Alta não conformidade			
(Nota x Peso)		0 x 3 =	5 x 3 =	10 x 3 =
<b>Nota Final do Critério 3</b>		0	15	30
<b>Nota Final</b> (Soma das notas dos critérios 1, 2 e 3)		5	70	65

**Fonte:** Adaptado de Kepner e Tregoe (1980)

Neste exemplo, baseados nos critérios de priorização, os projetos de melhoria devem-se iniciar no processo 2, seguir para o processo 3 e somente depois partir para o processo 1.

### 3.4 Considerações Finais

O processo de tomada de decisão é complexo, por natureza própria e pela limitação de capacidade da percepção humana. São críticos para a priorização assertiva dos projetos de melhoria, em função dos resultados esperados, da urgência na obtenção dos benefícios e das limitações dos recursos disponíveis para as implantações.

A abordagem da Teoria das Restrições deve estar presente em qualquer método de apoio à priorização de projetos de melhoria aplicados à manufatura. Sua mentalidade voltada para aumento dos ganhos e seu reconhecimento do recurso restritivo, como limitador do sistema como um todo, complementa a visão da redução dos custos e priorizam os processos produtivos, à medida que desenvolvem os cinco passos de melhoramento contínuo, identificando as restrições e elevando suas capacidades.

Apesar das limitações do método GUT, suas vantagens se relacionam em função da rapidez e da facilidade para aplicação. Para sua aplicação como ferramenta de apoio pode ser utilizada, para priorizar os fornecedores dentre uma listagem conhecida e fixa, sob a avaliação de um ou dois critérios determinados.

Considerando a conveniência de um método prático e de rápida aplicação de modo a facilitar sua aceitação e disseminação no ambiente produtivo, o método KT se apresenta adequado à composição do método proposto neste trabalho.

Outras ferramentas e métodos foram pesquisados, como por exemplo o AHP (Processo de Análise Hierárquica) de Saaty (1996), porém sua aceitação no ambiente produtivo pode dificultar sua aceitação devido sua complexidade na aplicação. A escolha de ferramentas mais simples como o GUT e o KT podem atender melhor aos objetivos de praticidade requeridos para a composição do método.

O próximo capítulo apresenta, portanto, o método proposto.

## 4 O MÉTODO PROPOSTO

### 4.1 Estruturação do Método

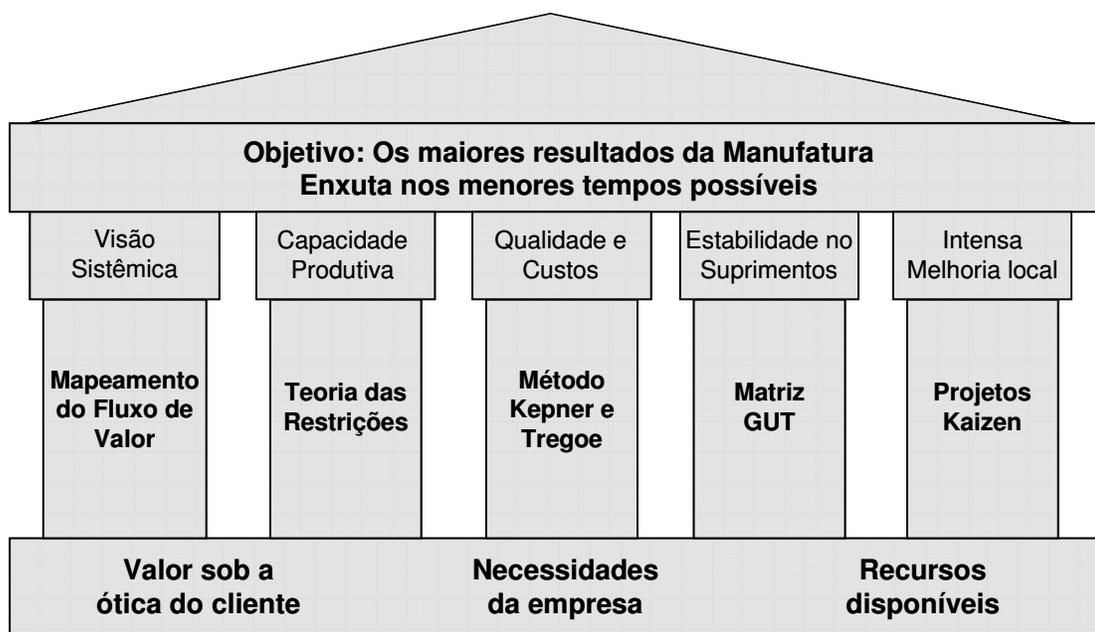
Segundo Alves (2001), um modelo híbrido de gestão da produção, considerando vários aspectos e fatores de desempenho, pode gerar importantes vantagens competitivas. O método proposto neste trabalho se orienta por esta perspectiva para integrar ferramentas e métodos já conhecidos e explorar seus benefícios de forma complementar. Este método proposto está estruturado conforme a Figura 4 e tem como objetivo, a ser sustentado por seus pilares, os maiores resultados da Manufatura Enxuta obtidos nos menores tempos possíveis. Sua estrutura conceitual tem como base três fatores essenciais, que devem ser entendidos como alicerce de sua estrutura, conforme ilustrado na Figura 4.

1. Valor sob o ponto de vista do cliente, ou seja, os valores definidos sob o ponto de vista do cliente final;
2. Necessidades da empresa em questão. Normalmente traduzidos por seus planos diretores de ações e metas estipuladas internamente; e
3. Recursos disponíveis para realização dos projetos. Tanto referente aos profissionais que serão necessários às realizações dos projetos de melhoria, quanto aos recursos financeiros, eventualmente necessários para implementação das ações de melhorias identificadas.

Seus cinco pilares, também ilustrados na Figura 4, constituem a estrutura central do método e definem que:

1. Os processos que compõem um determinado fluxo de valor devem ser analisados por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor, buscando enxergar cada processo inserido no fluxo sob uma visão sistêmica e como parte de um todo.

2. Esta análise deve considerar as restrições do sistema, de acordo com a Teoria das Restrições, visando a capacidade produtiva conciliada à sua demanda;
3. Seus problemas de qualidade e recursos consumidos, ou seja, os custos gerados ao longo do fluxo de valor devem ser identificados e priorizados pela aplicação do método KT;
4. Estabilidade no suprimento dos componentes fornecidos pelos elos imediatos, a sentido montante na cadeia de suprimentos, devem ser analisados e priorizados pela utilização da Matriz GUT, ou seja, devem-se priorizar os produtos fornecidos com maiores riscos de atrasos ou faltas;
5. Após toda análise descrita nos quatro pilares anteriores, os processos devem ser priorizados para uma intensa e ágil melhoria local a ser obtida pela realização de projetos *kaizen*.



**Figura 4** – Estrutura Conceitual do Método Proposto

Apenas didaticamente, o método proposto pode ser entendido como uma tentativa de integrar os diferentes pontos de vista de Rother e Shook (2003) e Womack (1998) sobre a

Manufatura Enxuta, de Goldratt (1995) sobre a Teoria das Restrições, de Kepner e Tregoe (1980) e Meirelles (2001) sobre priorizações e de Ohno (2007) sobre eliminação dos desperdícios.

#### 4.2 Aplicação do método proposto

De forma geral, o método proposto deve ser aplicado conforme o fluxo representado na Figura 5. Ou seja, sua aplicação se inicia entendendo o valor sob a ótica do cliente, as necessidades da empresa em questão e dos recursos disponíveis para sua aplicação. Logo em seguida deve-se mapear o fluxo de valor, analisar suas restrições de atendimento à demanda, analisar seus problemas de qualidade e recursos consumidos ao longo do fluxo de valor e riscos de faltas e atrasos dos componentes fornecidos pelos elos imediatos a sentido montante da cadeia de suprimentos. Logo após, deve-se priorizar os processos e realizar os projetos *kaizen*. Finalmente devem-se analisar os resultados obtidos comparando-os às metas pré-estabelecidas e reiniciar o fluxo processual do método proposto.

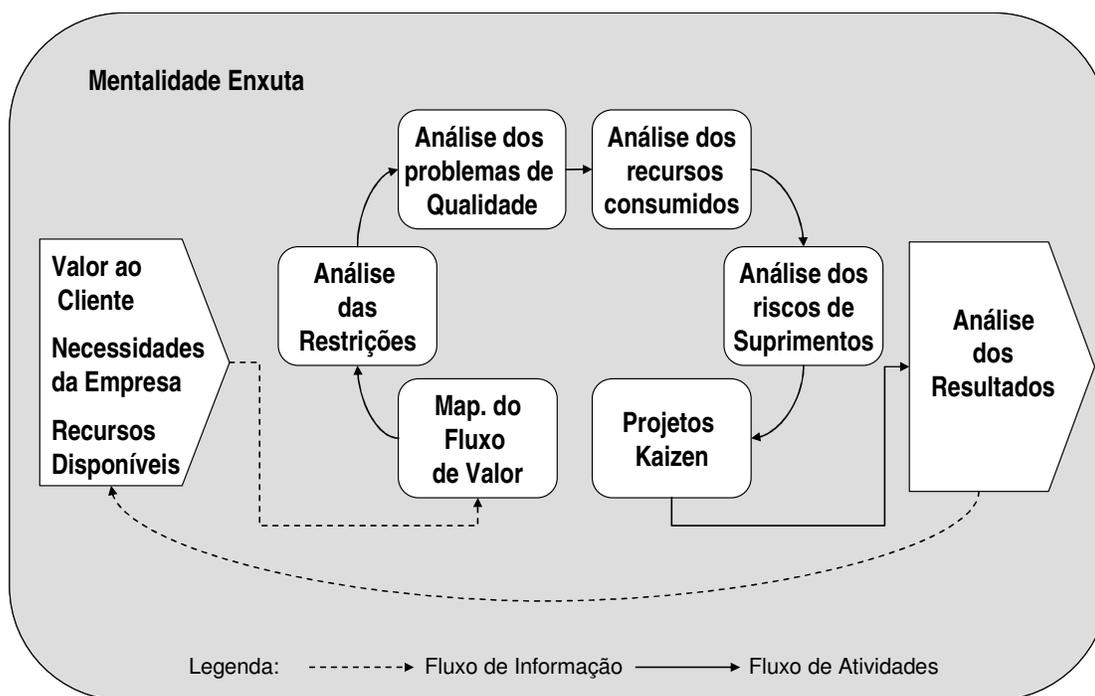


Figura 5 - Fluxo Processual do Método Proposto

De forma mais detalhada seus passos de aplicação são resumidos e descritos abaixo:

- 1º Passo: Identificar valor;
- 2º Passo: selecionar a família de produtos;
- 3º Passo: mapear o estado atual do fluxo de valor;
- 4º Passo: desenhar o mapa do estado futuro e estabelecer as metas;
- 5º Passo: identifique as restrições do fluxo;
- 6º Passo: analise os problemas com não qualidade;
- 7º Passo: análise potencial de ganho com recursos;
- 8º Passo: identifique os riscos de suprimentos;
- 9º Passo: estabeleça a importância dos critérios;
- 10º Passo: priorize os processos;
- 12º Passo: realize os projetos *kaizen* e acompanhe os resultados;
- 13º Passo: reinicie a aplicação do método.

### **1º Passo: identificar valor**

Em primeiro lugar, deve-se identificar valor sob o ponto de vista do cliente final. É preciso entender quais são suas reais necessidades e expectativas. Isso pode ser feito a partir de entrevistas, relatórios e pesquisas de satisfação dos clientes.

Também se deve identificar qual a estratégia da empresa para o período vigente. Isso pode ser realizado verificando-se os planos diretores da alta administração da empresa, analisando de que forma estão relacionados ao valor, sob o ponto de vista do cliente final. Ou seja, deve-se identificar o que é mais importante: redução dos custos para redução dos preços de venda e aumento da lucratividade? Eliminação dos atrasos nas entregas, para melhor honrar os compromissos com os clientes? Redução do *lead time* para aumentar a flexibilidade

e tempo de resposta, de acordo com as necessidades dos clientes? Aumento da capacidade produtiva, para atendimento pleno da demanda? Melhoria da qualidade para aumentar a satisfação dos clientes? De fato existem relações de interdependência destes aspectos, porém é fundamental esta interpretação de valores sob o ponto de vista do cliente e da empresa, especialmente no início da implementação dos projetos, para que os resultados iniciais confirmem o potencial do método e ganhe credibilidade da alta administração da empresa e, conseqüentemente, reforço aos esforços de implementação.

## **2º Passo: selecionar a família de produtos**

Antes de se iniciar o mapeamento do fluxo de valor, deve-se selecionar uma família de produtos, dentre as várias existentes dentro da empresa, para que os esforços de implementação do Sistema de Manufatura Enxuta sejam direcionados para famílias de produtos específicas e clientes específicos.

Uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns. Para facilitar a análise e a escolha da família a ser mapeada, recomenda-se usar um formulário, como ilustrado no Quadro 2, no qual se relacionam, em sua primeira coluna, os produtos existentes; na primeira linha relacionam-se todos os centros de trabalhos existentes; e para cada produto se assinala (com um “X”) os centros de trabalho, pelos quais este produto passa. A seguir agrupam-se os produtos com fluxos de processamento similares entre os centros de trabalho, definido assim as diferentes famílias existentes.

	Centro de Trabalho 1	Centro de Trabalho 2	Centro de Trabalho 3	Centro de Trabalho 4	Centro de Trabalho 5	Centro de Trabalho 6	Centro de Trabalho 7
Produto A	X	X	X		X	X	
Produto B	X			X	X	X	X
Produto C	X			X	X	X	X
Produto D	X	X	X		X	X	
Produto E	X	X	X	X		X	
Produto F	X	X	X	X		X	
Produto G	X		X	X	X	X	X

**Quadro 2** - Exemplo de Definição de Famílias por Similaridade de Processos

Neste exemplo, definiram-se três famílias de produtos: uma família composta pelos produtos A e D; uma família composta pelos produtos B, C e G; e outra família composta pelos produtos E e F.

### 3º Passo: mapear o estado atual do fluxo de valor

O mapeamento do estado atual deve ser feito enquanto se caminha pessoalmente junto aos fluxos reais de materiais e informações. Devem-se observar alguns aspectos importantes para a realização desta atividade:

- iniciar com uma caminhada rápida, por todo o fluxo de valor, para se compreender o fluxo e a seqüência dos processos;
- começar pela expedição final e, em seguida, partir para os processos anteriores;
- não se basear em tempos padrão ou informações não obtidas pessoalmente; e
- desenhar a mão e a lápis, para que a concentração do trabalho esteja no entendimento do fluxo.

Utilizando um conjunto de símbolos para processos e fluxo, inicia-se o desenho do estado atual do fluxo de valor na seqüência resumida, apresentada a seguir:

- **identificar o cliente:** representa-se o cliente no canto superior direito do mapa, usando os símbolos apropriados e, informando a quantidade que ele consome no período considerado (semana, mês, etc.), a quantidade movimentada por embalagem e o número de turnos de trabalho por dia. Aqui já é possível se calcular o tempo *takt*, ou seja, o ritmo que a produção deve trabalhar para atender ao ritmo de vendas;
- **desenhar as caixas de processo:** representam os processos do fluxo de valor e devem ser desenhadas da esquerda para a direita, na parte inferior do mapa. Uma regra geral a ser considerada é que uma caixa de processo indica um processo no qual o material está fluindo. A caixa de processo termina onde os processos são separados e o fluxo de material pára. Por exemplo, um processo de montagem está separado do processo seguinte, com o estoque parado, acumulando, e sendo movido em lotes entre eles, então duas caixas de processo deveriam ser usadas, mas se existem postos de trabalhos distintos, com o fluxo contínuo entre eles, ou seja, sem estoque intermediário, neste caso devem ser considerados como uma única caixa de processo.

Para cada caixa de processo, devem-se coletar as informações individuais como: tempo de ciclo, quantidade de recursos, quantidade de operadores, turnos de trabalho, problemas de qualidades e se trata de processo compartilhado ou dedicado, tempo de preparação, lote de fabricação, etc. Entre os processos devem ser indicados os estoques intermediários, bem como, o estoque de produtos acabados, após o último processo;

- **identificar o fornecedor:** devem-se representar os fornecedores no canto superior esquerdo do mapa, usando os símbolos apropriados, indicando, se houver, os estoques de matérias-primas existentes. Para facilitar a visualização no mapa, pode-se também indicar onde cada fornecedor entra com matéria-prima, ao longo do fluxo de valor;

- **desenhar o fluxo de informações e materiais:** desenha-se o fluxo de informações do cliente para o fabricante, e deste para os fornecedores. Devem ser indicadas também as informações, ao longo do processo produtivo administradas pelo Planejamento e Controle da Produção, bem como dos sistemas utilizados para tal. O fluxo de materiais é desenhado da esquerda para a direita, seguindo as etapas de processamento. Uma vez registradas todas essas informações no mapa, é possível resumir a situação atual do fluxo de valor a partir de indicadores de produtividade. Este é o próximo passo; e
- **definir e quantificar os indicadores de produtividade:** com os dados obtidos pelas observações das operações atuais registradas no mapa, podem-se resumir as condições atuais do fluxo de valor. Seu principal indicador é o *lead time* de produção. Quanto menor o *lead time*, menor será o tempo entre o momento que recursos financeiros saem para pagar a matéria-prima e o momento em que recursos financeiros entram pela venda de produtos acabados, feitos com aqueles materiais, ou seja, o *lead time* de produção está relacionado com o giro de estoque. No canto inferior direito do mapa, deve-se registrar o *lead time* total e o tempo de processamento total do fluxo de valor. O *lead time* total é calculado somando-se o *lead time* de cada estoque intermediário mais os tempos de processamento de cada processo. O *lead time* de cada estoque intermediário é calculado dividindo-se a quantidade de estoque intermediário dividido pela demanda em determinado período. O tempo de processamento total é a soma dos tempos de processamento de cada processo. A comparação entre o *lead time* total e o tempo de processamento total geralmente mostra o quanto ainda se está distante do fluxo enxuto e os desperdícios existentes no fluxo de valor.

#### 4º Passo: desenhar o mapa do estado futuro e estabelecer as metas

Deve-se buscar no Mapa do Estado Futuro “obter um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. Ligar todos os processos – desde o consumidor final até a matéria prima – em um fluxo regular sem retornos que gere o menor lead time, a mais alta qualidade e o custo mais baixo”. (ROTHER e SHOOK, 2003, p. 57).

Para a construção do Mapa no Estado Futuro, deve-se introduzir no projeto os seguintes requisitos:

**Produza de acordo com o tempo *takt*:** o tempo *takt* é calculado dividindo-se o tempo disponível por período por sua demanda de produtos por período (segundos, minutos, horas, dias, etc.). Este tempo resultante define a frequência com que se deve produzir um determinado produto. Nos casos de componentes de produtos finais, o tempo *takt* deve ser convertido, proporcionalmente, para seu fluxo de valor. Por exemplo, se dois componentes “B” compõem um produto final “A”, cujo tempo *takt* é igual há 2 horas, então sua demanda é duas vezes maior para um mesmo tempo disponível, logo o tempo *takt* para “B” é igual há 1 hora;

**Desenvolva o fluxo contínuo:** segundo Rother e Shook (2003), o método mais eficiente para um fluxo produtivo é o fluxo contínuo, e deve ser buscado com criatividade e persistência. O produto deve fluir sem interrupções, unidade por unidade, uma de cada vez, para o estágio seguinte. Em alguns pontos no fluxo

será muito difícil a introdução do fluxo contínuo. Isso pode acontecer por várias razões, como: processos projetados para operar em tempos muito rápidos, compartilhando fluxos de produtos distintos, como por exemplo, prensas, injetoras, etc.; grandes distâncias entre processos, inviabilizando o transporte de uma peça por vez, e por processos com *lead time* muito elevado, e não confiáveis, para ligarem-se diretamente a outros processos em fluxo contínuo;

**Conecte o fluxo pelo sistema puxado:** nos pontos onde o fluxo contínuo não foi possível, conecte os processos pelo sistema puxado. Isso é normalmente feito, utilizando um sistema de puxar via supermercado. Onde o fluxo contínuo for interrompido, coloca-se um supermercado que será alimentado por lotes produzidos no processo anterior. Assim, o processo puxador passa a controlar a produção do seu processo fornecedor, evitando a programação deste último a partir de ordens de produção.

Em função da coleta e análise de todas as informações dos processos, oportunidades de melhora, conectividade dos processos, objetivos da empresa e valores dos clientes é possível se estimar os resultados previstos na implementação do futuro e determiná-los como metas a serem atingidas no processo de transformação do fluxo de valor. Para isso, deve-se utilizar como modelo o Quadro de Metas, conforme ilustrado no Quadro 3.

Tópico	Sub Tópico	Jan	Metas	Mar	Jun	Set	Dez
Atendimento	Quantidade de processos gargalos	5	0				
Atendimento	Atraso (dias)	20	0				
Homem	Tamanho da Equipe	400	250				
Homem	% de horas extras	20	5				
Material	Inventário (Quantidade de posições duplicadas)	6	0				
Material	Lead Time	48	30				
Material	Espaço Físico Ocupado	5000	3000				
Qualidade	Quantidade de não conformidade por produto	200	20				

**Quadro 3** - Exemplo de Quadro de Metas e Resultados

### 5º Passo: identifique as restrições do fluxo

Cada processo do fluxo de valor deve ser analisado sob a perspectiva da capacidade produtiva, dos gargalos e das restrições do sistema. A capacidade produtiva de todo fluxo é determinada por sua restrição, portanto, se houver algum recurso com capacidade inferior à demanda colocada sobre ele (gargalo), não será possível o atendimento desta demanda, tanto num fluxo enxuto, contínuo e puxado, quanto num fluxo repleto de desperdício, com fluxo intermitente e empurrado.

Para a análise da capacidade produtiva, de cada etapa do processo, deve-se utilizar a Tabela de Capacidade, ilustrada na Tabela 7. Sua construção se baseia nos dados coletados, durante o mapeamento do fluxo de valor e das interações destes dados.

**Tabela 7 - Modelo de Tabela de Capacidade**

Processo	Ciclo em cada Posição (dias)			Qtde Posições	Dedicação do Recurso	Demanda (av/mês)	Capacidade (av/mês)			Demanda - Capacidade	Prioridade
	Melhor Ciclo	Pior Ciclo	Mais provável				Melhor Capacidade	Pior Capacidade	Mais Provável		

**Os tempos de ciclos de cada processo** referem-se à frequência com que uma peça ou produto é realmente completado em um processo, ou seja, é a resposta para a seguinte pergunta: a cada quanto tempo se tem um produto pronto deste processo? Geralmente este tempo é variável e apresenta um histórico de ciclos maiores, ciclos menores e ciclos mais prováveis, em função das condições atuais de cada processo. Devem-se registrar os três tempos na Tabela de Capacidade:

- **Melhor Ciclo:** nessa coluna são registrados os menores tempos de ciclo que se repetiram, ao menos três vezes, para cada um dos processos;
- **Pior Ciclo:** nessa coluna são registrados os maiores tempos de ciclo que se repetiram, ao menos três vezes, para cada um dos processos; e
- **Mais Provável (Ciclo):** nessa coluna são registrados os últimos tempos de ciclo que se repetiram, ao menos três vezes, para cada um dos processos.

**A quantidade de recursos (posições) disponíveis em cada etapa de processo.** Para algumas etapas de processo é comum encontrarmos recursos duplicados, disponíveis para a execução das mesmas operações de produção, como por exemplo, duas bancadas trabalhando em paralelo, duas máquinas, ou dois gabaritos de montagem idênticos. Isso ocorre,

principalmente, quando se projeta um recurso único e multifuncional para atendimento de uma determinada demanda prevista, porém nos eventuais aumentos dessa demanda, o recurso não a atende e requer sua duplicação e às vezes sua triplicação.

**Dedicação dos recursos à família correspondente** - deve-se verificar quanto tempo de cada recurso produtivo está dedicado à família num mapeamento do fluxo de valor. Se o recurso em questão processa apenas produtos da família em análise, significa que seu tempo disponível está dedicado, por outro lado, se é compartilhado por outros produtos de outras famílias, deve-se verificar quanto tempo disponível há percentualmente para cada família de produtos, pois este compartilhamento pulveriza a capacidade produtiva do recurso em relação a cada produto.

**Demanda da família de produtos correspondente** - a quantidade de produtos requerida num determinado período, relativa a cada etapa do fluxo, deve ser registrada na Tabela de Capacidade (vide Tabela 7) para sua comparação à capacidade. Isso é importante, devido ao fato de que alguns produtos são mais demandados que outros, em função de sua localização na estrutura de produto e pertencimento de formas específicas às famílias de produtos. A capacidade produtiva de cada etapa do fluxo, conforme ilustrado na Tabela 8 é calculada pela seguinte fórmula:

$$CP = TD \times DR \times QP / TC$$

Onde:

CP = Capacidade Produtiva;

TD = Tempo Disponível do Recurso;

DR = Percentual de Dedicção do Recurso à Família;

QP = Quantidade de Recursos para o mesmo processo; e

TC = Tempo de Ciclo.

Para a comparação entre demanda e capacidade, calculada a capacidade produtiva de cada etapa do fluxo, deve-se compará-la à sua demanda equivalente, a fim de verificar se o recurso representa um gargalo ou não.

**Prioridade dos processos em relação à sua capacidade** – para todos os processos do fluxo atribui-se um valor de prioridade em função da capacidade produtiva em atender à demanda imposta pelo cliente. Este valor é resultante da subtração entre as colunas “Demanda” e “Capacidade” de cada processo, na Tabela 8. Quanto menor for o resultado desta subtração, menor será o risco do processo não atender à demanda, atribuindo-lhe, portanto, menor grau de prioridade. Desta forma, deve-se atribuir uma pontuação de 1 até 5 para cada processo, classificando-o de acordo com os critérios abaixo:

- 1 - Prioridade baixa. Atende a demanda com grandes folgas, considerando seu melhor, pior e ciclo mais provável;
- 2 - Prioridade relativamente baixa. Atende a demanda com alguma folga, considerando seu melhor, pior e ciclo mais provável;
- 3 - Prioridade média. Atende à demanda, considerando seu melhor, pior e ciclo mais provável;
- 4 - Prioridade alta. Não atende à demanda na maioria das vezes, considerando seu melhor, pior e ciclo mais provável;
- 5 - Prioridade altíssima. Não atende à demanda consistentemente, considerando seu melhor, pior e ciclo mais provável;

Para destacar de forma visual, a prioridade dos processos, atribuem-se na tabela as cores vermelha, amarela e verde aos processos de maior, intermediária e menor prioridade, conforme ilustrado na Tabela 8.

**Tabela 8 - Exemplo de Aplicação da Tabela de Capacidade**

Processo	Ciclo em cada Posição (dias)			Qtde Posições	Dedicação do Recurso	Demanda (av/mês)	Capacidade (av/mês)			Dem. – Capac.	Prioridade
	Melhor Ciclo	Pior Ciclo	Mais provável				Melhor capacidade	Pior capacidade	Mais provável		
1	8,00	14,00	10,00	2	100%	4	5,00	2,86	4,00	0,00	4
2	3,50	5,00	4,00	1	100%	4	5,71	4,00	5,00	-1,00	3
3	1,50	2,00	2,00	1	100%	5	13,33	10,00	10,00	-5,00	1
4	1,80	5,00	4,00	1	50%	5	5,56	2,00	2,50	2,50	5
5	5,00	7,00	6,00	2	100%	5	8,00	5,71	6,67	-1,67	2

**6º Passo: analise os problemas com não qualidade**

Mesmo que um determinado fluxo produtivo esteja em fluxo contínuo, puxado pelo cliente final, com ciclo produtivo correspondente ao tempo *takt*, mas apresentar problemas de qualidade significativos, não haverá estabilidade básica para sustentação do fluxo, haverá custos e desperdícios extras, além da insatisfação do cliente final. Sendo assim, neste passo do método proposto, devem-se coletar dados das etapas do fluxo, sob o ponto de vista da geração de não conformidades e retrabalhos, utilizando a Tabela de Qualidade, conforme Tabela 9.

**Tabela 9 - Modelo de Tabela da Qualidade**

Processos	Dados coletados		Pontuação Atribuída		Prioridade
	Não Qualidade		Não Qualidade		
	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo	

Deve-se considerar a quantidade de não conformidades geradas, em cada processo do fluxo de valor, bem como seus custos equivalentes e, a partir disso, atribuir valores de prioridade aos processos. Em função dessas quantidades e dos custos de não conformidades, também se atribui pontuações graduais de 1 até 5, iniciando-se em 1 para os processos com menores quantidades e custos referentes às suas não conformidades, até 5 para os processos com maiores quantidades e custos também referentes às suas não conformidades. Essa

atribuição é consolidada na coluna “Priorização”, pelo cálculo da média aritmética das pontuações de quantidade e custos em cada processo.

A abordagem do aspecto qualidade, sob a perspectiva da quantidade e dos custos, deve-se ao fato de se considerar que, em muitos casos, um único problema pode representar maior impacto ao fluxo e aos custos relativos do que a soma de várias pequenas não conformidades.

### 7º Passo: análise potencial de ganho com recursos

O objetivo da Tabela de Recursos, ilustrada na Tabela 10, é identificar a importância de cada processo, sob a perspectiva de custos extras à empresa e aos clientes. Para isso a tabela analisa cada processo, identificando o quanto este é significativo em função de seu estoque, da quantidade de ferramental utilizada, do tamanho do espaço físico consumido, da quantidade de horas extras despendidas e da quantidade de operadores efetivos.

**Tabela 10 - Modelo de Tabela de Recursos**

Processos	Critérios e Dados Coletados					Pontuação Atribuída					Prioridade de (Média)
	WIP	Processos duplicados	Espaço Físico	Horas Extras	Qtde Operado res	WIP	Processos duplicados	Espaço Físico	Horas Extras	Qtde Operadores	
	%	Qtde	m2	%	%	Pontuações de 1 a 5					

Os dados referentes aos recursos devem ser coletados durante o mapeamento do fluxo de valor e as pontuações, também de 1 a 5, devem ser atribuídas em consenso e na presença dos especialistas da área. Estas atribuições são consolidadas na coluna “Priorização”, pelo cálculo da média aritmética das pontuações de cada critério, para cada processo.

### 8º Passo: identifique os riscos de suprimentos

Mesmo um fluxo de valor enxuto, sem qualquer gargalo, livre de problemas com não conformidades e com os menores custos operacionais, podem não atender às necessidades dos clientes e aos propósitos da empresa. Uma das razões que ocasionariam estes problemas está relacionada à robustez do fornecimento na cadeia de suprimentos à montante. Harris *et al* (2004), relata que muitas empresas com avanço significativos na implementação do *lean*, ainda têm dificuldades em garantir que não ocorram interrupções no fluxo por faltas e atrasos de componentes, culminando em necessidade de estoques intermediários e excesso de horas extras. Sendo assim, de acordo com o método proposto neste trabalho, devem-se identificar os fornecedores que estão impedindo a estabilidade básica do fluxo de valor, ou mesmo apresentam certo risco de atrasos e faltas. Para esta identificação, utiliza-se a ferramenta Matriz de priorização GUT, conforme ilustrada na Tabela 11, para priorizar os fornecedores de acordo com sua confiabilidade nas entregas, pontuando-os de 1 a 5 com relação à **gravidade**, à **urgência** e à **tendência** de seu produto atrasar ou faltar no instante da necessidade do fluxo cliente. Para finalizar a priorização dos produtos, deve-se calcular a média aritmética dos valores pontuados nas colunas GUT.

**Tabela 11 - Modelo da Matriz GUT Aplicado aos Processos Fornecedores**

Atrasos e Faltas		G	U	T	Prioridade
Fornecedor	Produto				

### 9º Passo: estabeleça a importância dos critérios

Até o presente passo do método, proposto neste trabalho, todos os processos foram avaliados em função dos conceitos que regem a Manufatura Enxuta, priorizados em função do potencial de atendimento à demanda, dos problemas referentes às não conformidades, dos custos operacionais e dos riscos dos fornecedores ao não suprimento do fluxo de valor. Porém, faz-se necessário uma ponderação de relevância de cada critério, em função dos objetivos estratégicos da empresa e da perspectiva de valor do cliente final. Para isso, a matriz de comparação confronta os critérios entre si, atribuindo pesos equivalentes, conforme ilustrada na Tabela 13.

É importante destacar que os critérios a serem comparados, podem ser complementados conforme a necessidade específica de cada cliente e empresa em questão. Por exemplo, na Tabela 13, adicionou-se o *lead time* em função de uma suposta importância deste critério para o cliente final. Deve-se utilizar, no entanto, tabelas adicionais para análise dos dados de cada processo bem como sua priorização em relação ao critério, conforme ilustrado na Tabela 12.

**Tabela 12** – Tabela adicional para *lead time*

Processos	Critérios e Dados Lead Time	Pontuação Atribuída	Prioridade
		De 1 a 5	
Processo 1	5 dias	1	1
Processo 2	5 dias	2	2
Processo 3	5 dias	3	3
Processo 4	10 dias	5	5
Processo 5	5 dias	4	4

. Neste caso, para o *lead time* pode-se obter os valores de cada processo durante o Mapeamento do Fluxo de Valor através dos tempos de processamento de cada processo e seus estoques intermediários.

**Tabela 13 - Exemplo de Matriz de Comparação dos Critérios**

	Capacidade	Lead Time	Não Qualidade	Custos / Recursos	Total	%
Capacidade	1	2	2	2	7	44%
Lead Time	0	1	0	0	1	6%
Não Qualidade	0	2	1	2	5	31%
Custos / Recursos	0	2	0	1	3	19%

A comparação entre os critérios deve ser realizada em equipe, pelo uso do consenso. Devem estar presentes, essencialmente, os gestores dos processos, os especialistas, ou seja, os profissionais com maior experiência nos processos em análise, os clientes e outros interessados nos resultados do fluxo de valor em questão.

Devem-se comparar cada critério da primeira coluna à esquerda com cada critério da primeira linha acima. Essa comparação deve ser realizada, fazendo-se a seguinte pergunta: qual critério é mais importante? Se, realmente, um critério for mais importante que outro, a este se atribuirá pontuação igual a dois, enquanto para o critério menos importante se atribuirá pontuação igual a zero. Caso um critério seja tão importante quanto o outro, aos dois se atribuirá pontuação igual a um.

Após a comparação de todos os critérios, somam-se as pontuações de cada linha e calcula-se seu peso percentual. Este peso será utilizado para priorização dos processos, nos passos seguintes.

### **10º Passo: priorize os processos**

Neste passo, devem-se analisar todos os dados obtidos nas tabelas anteriores (capacidade, qualidade, recursos, etc.) sob o ponto de vista sistêmico do fluxo de valor, explorando suas inter-relações de dependência e de causa e efeito. A matriz de priorização, ilustrada na Tabela 14, serve como ferramenta de apoio a esta conjugação, pontuando cada

processo, em função de sua representatividade em cada critério identificado. Seu resultado é a priorização final dos processos para realização dos projetos *kaizen*.

**Tabela 14 - Exemplo de Aplicação da Matriz de Priorização**

Critérios e Pesos Processos	Critérios				Total	Ordem de Prioridade
	Capacidade	Lead Time	Não Qualidade	Custos / Recursos		
	44%	6%	31%	19%		
Processo 1	4	1	3	1	2,9	3
Processo 2	3	2	2	2	2,4	4
Processo 3	1	3	2	3	1,8	5
Processo 4	5	5	5	5	5,0	1
Processo 5	2	4	5	4	3,4	2

Para se realizar esta priorização final deve-se:

1. Importar os pesos obtidos para cada critério da Matriz de Comparação de Critérios (Tabela 13) para a Matriz de Priorização (Tabela 14);
2. Importar os dados de prioridade resultantes das tabelas de capacidade (Tabela 8), qualidade (Tabela 9), recursos (Tabela 10) e dos eventuais critérios adicionais que tenham sido incorporados na aplicação do método (Tabela 12). Por exemplo, para análise da capacidade os processos 1, 2, 3, 4 e 5, conforme a Tabela 8, os dados de prioridade foram respectivamente 4, 3, 1, 5 e 2. Portanto os dados a serem preenchidos na Matriz de Priorização, ilustrada na Tabela 14, em função da capacidade dos processos 1, 2, 3, 4 e 5 são respectivamente 4, 3, 1, 5 e 2. Para os critérios de qualidade, custos e adicionais deve-se proceder da mesma forma.
3. Calcular a somatória dos produtos da pontuação de cada processo em cada critério pelo peso ponderado de cada critério, totalizando assim um valor final para cada processo. Por exemplo, a equação de análise para o “Processo 1”, conforme Tabela 14, ficaria:

$$4 \times 44\% + 1 \times 6\% + 3 \times 31\% + 1 \times 19\% = 2,9$$

4. Ordenar os processos em função de sua priorização final. Quanto maior for o valor na coluna “Total” da Tabela 14, maior prioridade se deverá atribuir a ele, e por consequência menor o número da ordenação crescente.

### **11° Passo: estabeleça um cronograma para implementação**

O desenho do estado futuro e a priorização dos processos representam um grande passo em busca da excelência da manufatura, porém não são suficientes. Na verdade são apenas ferramentas. É preciso uma ação gerencial para implementar as melhorias e se alcançar o estado futuro.

Geralmente, o mapa do estado futuro evidencia a necessidade de melhoria em vários processos do fluxo de valor, entretanto não é possível a implementação simultânea de todas as melhorias exigidas para se alcançar o estado futuro. Sendo assim, é necessário segmentar o projeto de transformação de todo o fluxo de valor em projetos menores. Neste trabalho, estes projetos são denominados como projetos *kaizen* e sua aplicação deve ser programada por um cronograma de projetos ao longo de um determinado período.

O cronograma de projetos é subdividido em dois subitens: cronograma interno e cronograma de fornecedores. Ambos podem ser representados conforme Quadro 4. O cronograma interno sugere uma programação de projetos *kaizen* em função do tempo, conforme indicações da Matriz de Priorização para os processos internos. Já o cronograma de fornecedores, sugere uma programação de projetos *kaizen* em função do tempo, mas também em função da Matriz de Riscos dos Fornecedores de primeira camada. Lopez (2007) afirma que o não alinhamento dos fornecedores aos princípios *lean* reduz sensivelmente o potencial de ganho para o fluxo, além de causar turbulências que contaminam a fabricação interna.

A proposta destes dois cronogramas considera que os projetos serão realizados por equipes diferentes, ou seja, uma equipe interna de melhoria formada por funcionários da própria empresa e outra equipe de melhoria dos fornecedores identificados. Cunha (2009), afirma que a união dos participantes da cadeia de suprimentos, buscando ganhos globais, deve-se tornar um processo de ganha-ganha, em que todos e não somente um em detrimento do outro. Portanto, todos os esforços e benefícios inerentes aos projetos realizados nos processos fornecedores devem fazer parte de um relacionamento de parceria sob uma abordagem “ganha-ganha”.

Processo	Ordem de Prioridade	Cronograma Anual para os Projetos <i>Kaizen</i>											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	
1	3												
2	4												
3	5												
4	1												
5	2												

**Quadro 4** - Exemplo de Cronograma de Projetos *Kaizen* interno e de fornecedores

No próprio cronograma, deve-se indicar a ordem de prioridade para todos os processos e se definir a data de realização dos projetos, o quanto antes possível, considerando as limitações das equipes e os recursos disponíveis às modificações necessárias.

## 12º Passo: realize os projetos *kaizen* e acompanhe os resultados

Os projetos *kaizen* devem ser realizados conforme os cronogramas estabelecidos. Antes de sua realização deve-se convocar uma reunião inicial para o planejamento da aplicação da metodologia e o alinhamento das expectativas, que pode ser utilizada para o entendimento do problema, definição da equipe etc.

No Projeto *Kaizen*, as etapas de condução do trabalho consistem basicamente na análise da atividade ou processo em estudo no local (*Gemba*), identificação dos pontos de

melhoria, implementação das mesmas e análise do atendimento dos resultados esperados, conforme a lógica do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check and Act*). A Figura 6 ilustra a metodologia do Projeto *Kaizen* em etapas.



**Figura 6** - Metodologia de Aplicação do Projeto *Kaizen*

**Fonte:** Veiga, Fayet e Kobayashi (2008, p. 6)

Durante análise da atividade ou processo a área deve ser isolada, de maneira que os integrantes da equipe possam ser dispostos, da melhor forma possível, para visualizar a atividade, conforme ela é realizada no dia-a-dia e no local, sempre garantindo a segurança de todos. O ato de se reunir no local de trabalho, para a análise imediata do problema, é chamado pelos japoneses de Princípio dos Três G's, que significam ir ao local da ocorrência (*Gemba*), observar o equipamento (*Gembutsu*) e observar o fenômeno (*Genjitsu*). Essa observação deve focar, principalmente, todos os elementos em movimento relacionados ao processo, como, por exemplo: cabeça, braço, perna, dispositivos, entre outros.

Os pontos de melhoria devem ser levantados após a observação ter sido realizada por todos os integrantes da equipe. A realização de filmagens é extremamente recomendada para fundamentar o questionamento de itens e sanar as dúvidas surgidas durante o debate.

Outras ferramentas como cronoanálise, gráfico espaguete, simulações, identificação das perdas, entre outras, também podem ser bastante úteis.

Depois de identificados e discutidos os pontos de melhoria deve-se partir para a ação. As melhorias operacionais, isto é, a maneira como o trabalho é executado, devem ser priorizadas ante os dispositivos necessários para melhoria nos equipamentos. Isto porque as melhorias no método de trabalho, normalmente representam grande parte das perdas e têm custos de alteração nulos.

Quando as propostas de alterações tiverem sido definidas, deve-se retornar ao local (*Gemba*), para a implementação. O desenvolvimento de dispositivos só deve ser pensado após um primeiro giro do ciclo PDCA, com a aplicação de melhorias operacionais. Como existe uma pressão de tempo para o atendimento da meta, os dispositivos necessários devem ser desenvolvidos durante o dia do *Kaizen*, isto é, deve-se pensar em soluções que possam ser aplicadas de forma rápida. Além disso, numa atividade Projeto *Kaizen*, os dispositivos devem ser desenvolvidos com recursos próprio da organização, mesmo que provisórios, sem a necessidade de grandes investimentos durante a realização do trabalho. Quando necessário, os investimentos podem ser realizados, apenas após a padronização da atividade, para a melhoria dos dispositivos definidos.

O próximo passo, após a implementação das melhorias, é comparar os resultados para se verificar os avanços obtidos e se a meta foi alcançada, para isto. Caso isso não tenha acontecido, deve-se girar o ciclo PDCA tantas vezes quantas forem necessárias para o atendimento da meta.

A última etapa do Projeto *Kaizen* consiste em fazer uma reflexão sobre o trabalho, as metas alcançadas e as dificuldades encontradas, buscando desenvolver o aprendizado organizacional.

Após a realização dos projetos *kaizen* conforme os cronogramas definidos deve-se fazer o acompanhamento dos resultados obtidos. Para este acompanhamento deve-se utilizar o mesmo quadro de metas utilizado no Passo 4 do método proposto e os resultados devem ser atualizados periodicamente, conforme exemplo ilustrado no Quadro 5.

Tópico	Sub Tópico	Jan	Objetivo	Mar	Jun	Set	Dez
Atendimento	Quantidade de processos gargalos	5	0	5			
Atendimento	Atraso (dias)	20	0	20			
Homem	Tamanho da Equipe	400	250	350			
Homem	% de horas extras	20	5	15			
Material	Inventário (Quantidade de posições duplicadas)	6	0	6			
Material	Lead Time	48	30	45			
Material	Espaço Físico Ocupado	5000	3000	4500			
Qualidade	Quantidade de não conformidade por produto	200	20	150			

**Quadro 5** - Exemplo de Quadro de Metas e Resultados

### 13º Passo: reinicie a aplicação do método

Após a obtenção dos resultados oriundos dos projetos *kaizen*, realizados conforme o cronograma de projetos, as doze etapas anteriores do método proposto devem ser novamente realizadas, a fim de se observar possíveis mudanças no cenário.

### 4.3 Considerações Finais

Este método proposto se fundamenta na integração de princípios e ferramentas da Manufatura Enxuta, com a Teoria das Restrições, da Matriz GUT e com o método de priorização KT.

Neste modelo, a priorização de projetos, em busca do fluxo de valor enxuto, é incrementada pela abordagem da eliminação das restrições do fluxo de valor, tanto no fluxo de valor interno, quanto na cadeia de suprimentos imediata a sentido montante, destacando a importância e necessidade das relações de parceira entre empresas diferentes para obtenção de vantagens competitivas.

Ferramentas de apoio são utilizadas a fim de reduzir a subjetividade e a complexidade nas decisões para obtenção de resultados rápidos, considerando também as limitações dos recursos disponíveis e a inabilidade de implementações simultâneas.

Considera-se, também a necessidade de simplicidade e praticidade do método proposto, para que seja utilizado e disseminado como um método de apoio à transformação enxuta no ambiente produtivo.

O próximo passo agora é aplicar o método desenvolvido num fluxo de valor de uma empresa da indústria aeronáutica com o objetivo de se verificar sua consistência e efetividade.

## **5. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MÉTODO NA AERONÁUTICA ABC**

O objetivo deste capítulo é apresentar e analisar a aplicação do método proposto num fluxo de valor da empresa “Aeronáutica ABC” e, pela medição dos indicadores de produtividade definidos, concluir sobre a efetividade do método.

### **5.1 Aplicação do método proposto**

#### **1º Passo: identificar valor**

Os objetivos estratégicos para a “Aeronáutica ABC” foram considerados em função de seus Planos de Metas Anuais, desmembrados desde seu Diretor Presidente até o Gerente do LG03. Também foram estudadas as pesquisas de satisfação dos clientes, realizadas nos momentos das entregas de aeronaves, além de colhidas as informações dos funcionários responsáveis pelo atendimento aos clientes.

Essas análises mostraram um momento difícil para a empresa, onde os atrasos nas entregas têm prejudicado sua imagem junto aos clientes. Os problemas com não qualidade tem onerado seus custos e o excesso de desperdícios nas operações tem agravado o cenário interno de decrescente margem de lucro, insatisfação dos funcionários, dos acionistas e dos clientes. Sendo assim, uma aplicação do sistema de Manufatura Enxuta voltada, respectivamente, para o atendimento dos prazos, melhoria da qualidade e redução dos custos seria extremamente importante para melhoria de seus resultados e providencial para perpetuação do negócio.

#### **2º Passo: selecionar a família de produtos**

O LG03 é um dos principais produtos fabricados pela empresa “Aeronáutica ABC”. Seu fluxo de valor é específico e único e, por si só, representa uma família de produtos que compõe o portfólio da empresa. Sua escolha para estudo de caso é definida devido à sua

relevância para os resultados da empresa e também devido à participação do autor deste trabalho em seu projeto de implantação da Manufatura Enxuta.

### **3º Passo: mapear o estado atual do Fluxo de Valor**

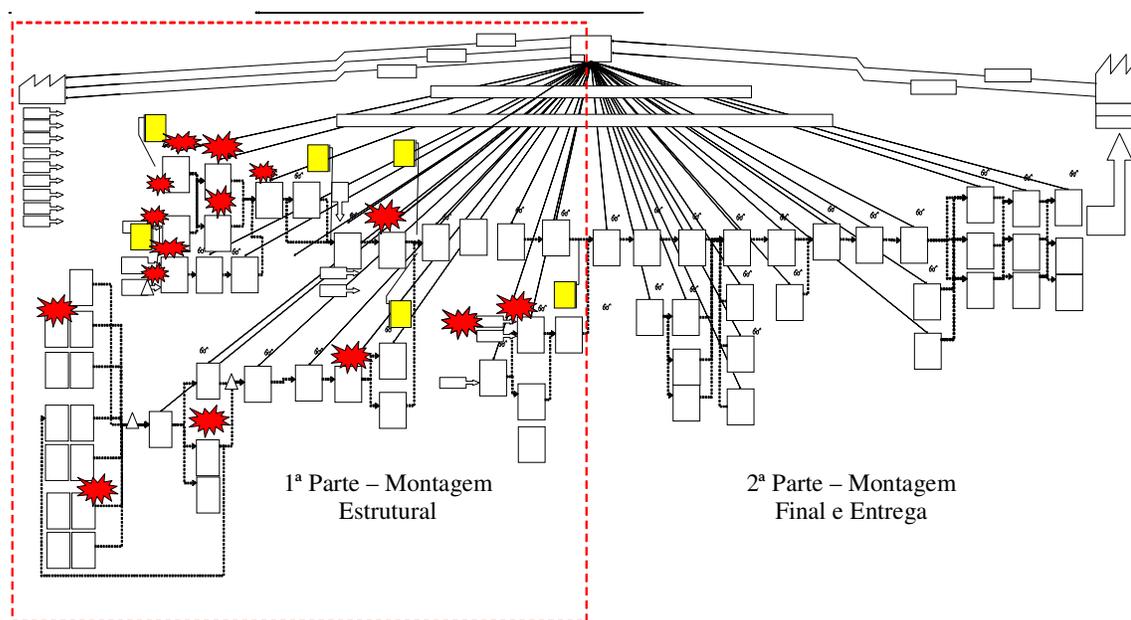
O gerenciamento do fluxo de valor do “LG03” é dividido na “Aeronáutica ABC” em duas partes, cada uma com seu gerente responsável. A primeira parte a sentido jusante corresponde à gerência de montagem estrutural e a segunda parte do fluxo corresponde à gerência de montagem final e entrega. Para coordenação deste trabalho de implementação, foram selecionados dois engenheiros, sendo que um deles, autor deste trabalho, destinou-se aos processos da gerência de montagem estrutural (primeira parte do fluxo), enquanto o outro engenheiro foi destinado os processos da gerencia de montagem final (segunda parte do fluxo). O mapeamento do estado atual foi realizado pelos dois engenheiros em conjunto, desconsiderando esta divisão gerencial. As etapas seguidas foram:

#### **1ª Etapa: identificar o cliente**

Como o mapeamento foi, inicialmente, realizado em conjunto, o cliente final foi desenhado no canto superior à direita, e seus dados de demanda, coletados conforme o método proposto.

#### **2ª Etapa: desenhar as caixas de processo**

Todos os processos foram representados por caixas de processo, bem como suas informações relevantes para diagnóstico inicial. Após esta etapa, cada engenheiro responsável seguiu a implementação do projeto em sua parte do fluxo, sendo que a parte referente à montagem estrutural considerou a gerência de montagem final, e seus respectivos processos, como o cliente de seu fluxo de valor, conforme ilustrado na Figura 7.



**Figura 7** - Mapa do Fluxo de Valor LG03 Dividido em Duas Partes

A partir deste ponto, o foco do estudo de caso passa a ser o fluxo de valor do LG03, referente às suas montagens estruturais, ou seja, à primeira parte do fluxo.

### **3ª Etapa: identificar o fornecedor**

Todos os fornecedores foram representados, de acordo com a posição de entrada de seu produto fornecido, ao longo do fluxo de valor.

### **4ª Etapa: desenhar o fluxo de informações e materiais**

Também foram representados, no mapa, os fluxos de informações e de materiais, conforme ilustrado na Figura 8.

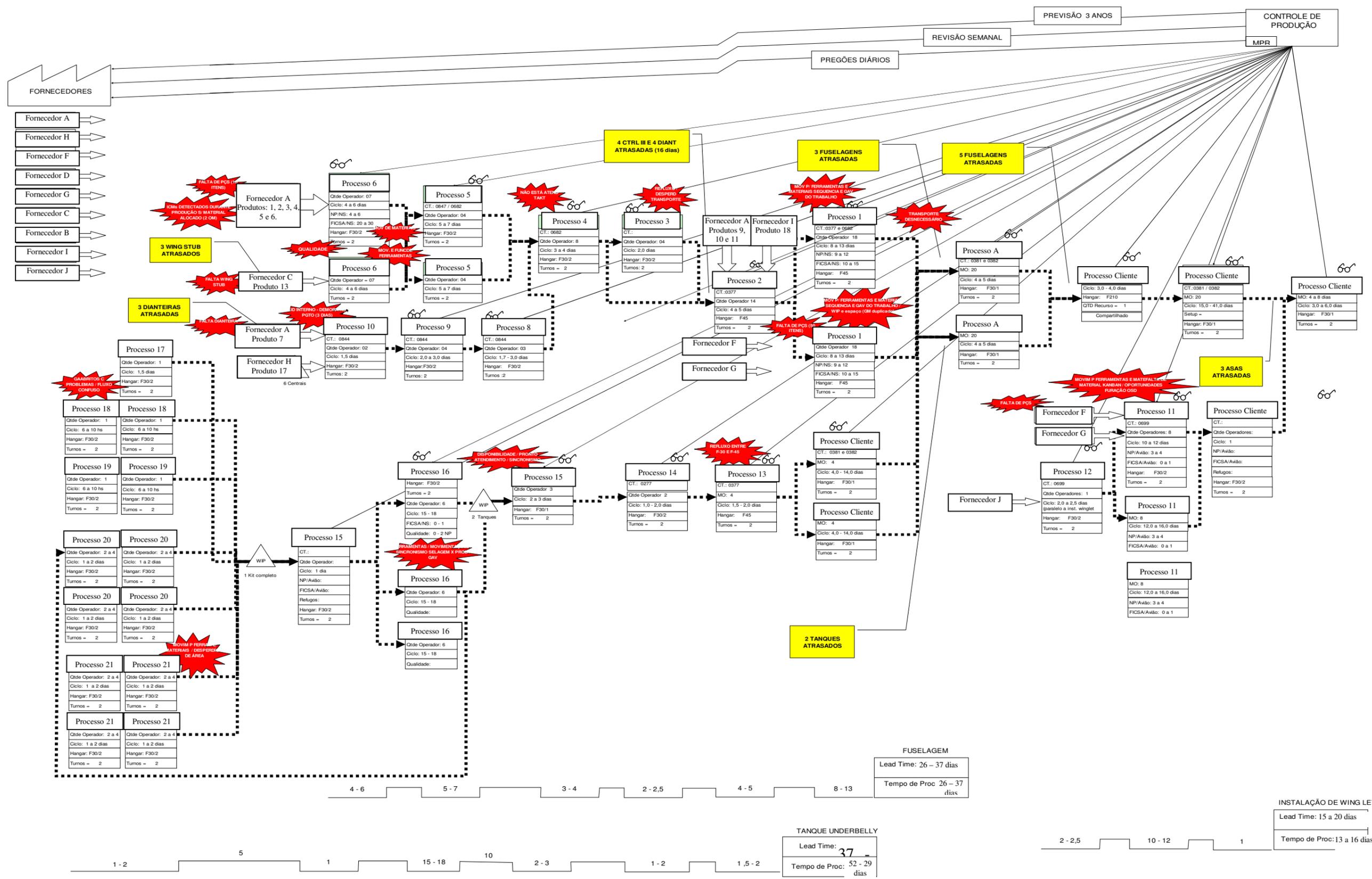


Figura 8 - Mapa do Fluxo de Valor "LG03" no Estado Atual

### **5ª Etapa: definir e quantificar os indicadores de produtividade**

Os indicadores de produtividade foram o *lead time*, o tempo de processamento e a quantidade de produtos atrasados ao cliente. Também foram indicados, no mapa do estado atual, os problemas e as oportunidades de melhorias mais relevantes, em cada caixa de processo.

Alguns pontos chamam a atenção diante do mapa do estado atual:

- o cliente não é atendido e sofre com produtos atrasados;
- *lead time* longos dos fluxos ramificados;
- os fornecedores atrasam os produtos e prejudicam todo o fluxo de valor;
- alguns processos não têm capacidade suficiente para atenderem o tempo *takt*;
- problemas com não conformidades, intensificando os riscos de faltas aos clientes;
- vários desperdícios encontrados em toda extensão do fluxo de valor, como por exemplo: movimentações dos operadores, transportes desnecessários, tempos de esperas por peças faltantes, etc.; e
- vários processos apresentam posições duplicadas, aumentando o estoque em processo, espaço físico utilizado, variações na demanda, ociosidades e sobrecargas.

### **4º Passo: desenhar o mapa do estado futuro e estabelecer as metas**

Inicialmente, desenhou-se um estado futuro, exatamente conforme as instruções do método para produção, de acordo com o tempo *takt*, em fluxo contínuo e conectado pelo sistema puxado. Porém, percebeu-se que a visão construída demandaria uma transformação não factível, no período de tempo proposto, e representaria maiores riscos aos compromissos assumidos com os clientes. Sendo assim, registrou-se uma visão inicial como “Mapa do

Estado Ideal”, ilustrado na Figura 9 e desenhou-se um “Mapa do Estado Futuro”, intermediário entre as condições atuais e as ideais, conforme ilustrado na Figura 10. Nesta versão intermediária foi enfatizada a necessidade de atendimento ao tempo *takt*, a introdução do fluxo contínuo e eliminação dos principais desperdícios que vinham consumindo recursos sem agregar valor ao produto e ao cliente. Os principais resultados previstos para o Estado Ideal foram:

- 50% redução lead time;
- 50% redução do estoque em processo;
- 38% de redução do espaço físico;
- 100% atendimento aos clientes; e
- 100% melhoria da qualidade.

Já os principais resultados previstos para o Estado Futuro intermediário foram:

- 30% redução *lead time*;
- 30% redução do estoque em processo;
- 23% de redução do espaço físico;
- 100% atendimento aos clientes; e
- 100% melhoria da qualidade.

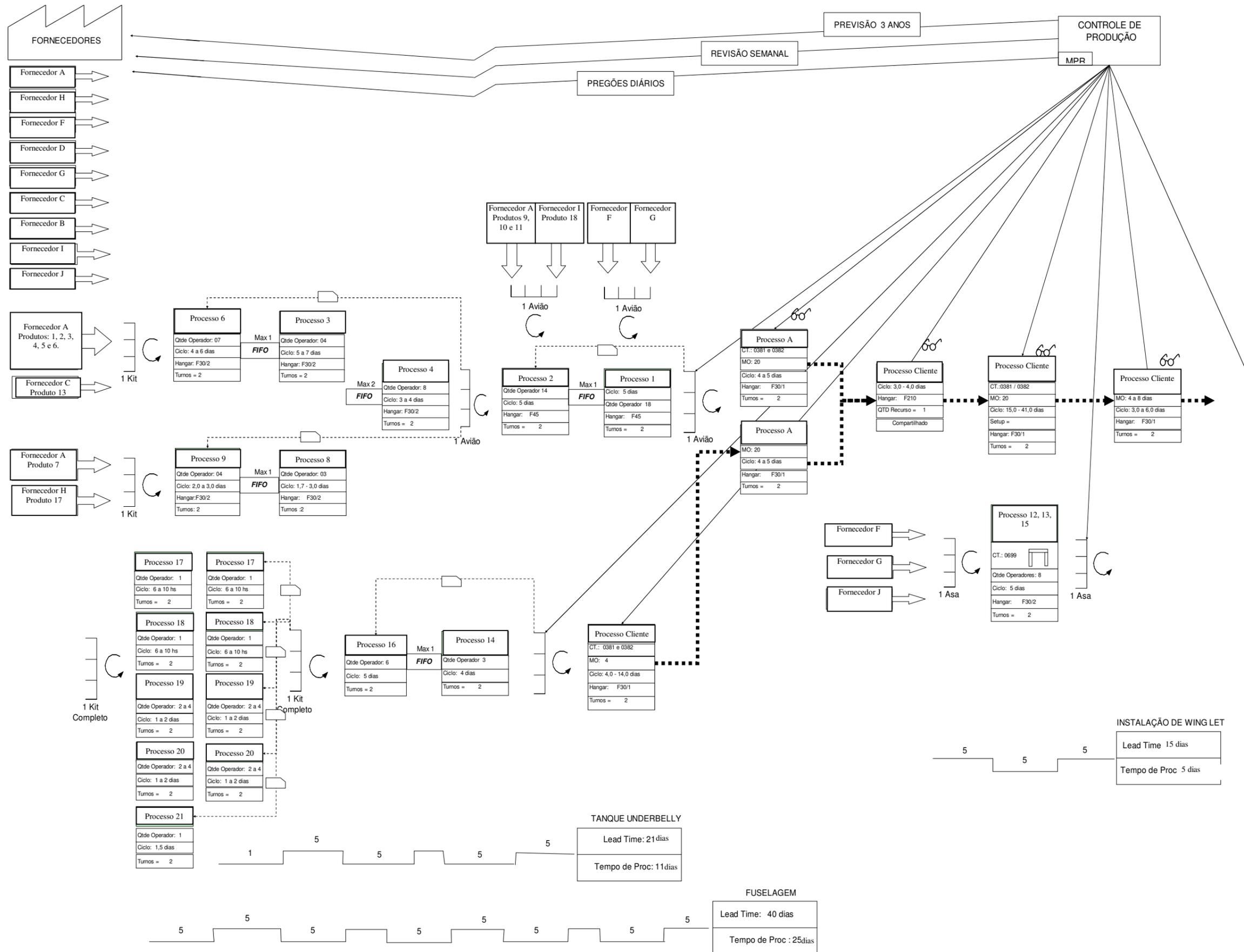


Figura 9 - Mapa do Fluxo de Valor "LG03" no Estado Ideal



Após a construção do mapa futuro, estabelecem-se as metas conforme o Quadro 6.

Tópico	Sub Tópico	Jan	Metas	Mar	Jun	Set	Dez
Atendimento	Quantidade de processos que não atendem o <i>takt</i>	3	0				
Atendimento	Atraso (dias)	16	0				
Homem	Tamanho da Equipe	100%	75%				
Homem	% de horas extras	10%	0				
Material	Inventário (Quantidade de posições duplicadas)	12	0				
Material	Lead Time	100%	70%				
Material	Espaço Físico Ocupado	100%	77%				
Qualidade	Quantidade de não conformidade por produto	100%	50%				

**Quadro 6** - Quadro de Metas Estabelecidas para o fluxo LG03

### 5º Passo: identifique as restrições do fluxo

Para identificar as restrições do fluxo, foi utilizada a Tabela de Capacidade em função dos tempos de ciclo de cada etapa, da quantidade de ferramentais utilizados (posições paralelas), do tempo disponível em cada etapa e da variação do processo, considerando, primeiramente, sua capacidade mais provável e, posteriormente, sua pior e melhor capacidade. A capacidade de cada processo foi comparada à sua demanda, identificando os processos que não a atendem e assim priorizando-os, conforme ilustrado na Tabela 15.

**Tabela 15** - Tabela de Capacidade LG03

Proces- so	Ciclo em cada Posição (dias)			Qtde Posi- ções	Dedica- ção do Recurso	Deman- da (av/mês)	Capacidade (av/mês)			Dem. - Capac.	Priori- dade
	Melhor Ciclo	Pior Ciclo	Mais prová- vel				Melhor Capaci- dade	Pior Capaci- dade	Mais Prová- vel		
1	8,00	14,00	10,00	2	100%	4	5,00	2,86	4,00	0,00	4
2	3,50	5,00	4,00	1	100%	4	5,71	4,00	5,00	-1,00	3
3	1,50	2,00	2,00	1	100%	5	13,33	10,00	10,00	-5,00	2
4	1,80	5,00	4,00	1	50%	5	5,56	2,00	2,50	2,50	4
5	5,00	7,00	6,00	2	100%	5	8,00	5,71	6,67	-1,67	2
6	4,00	6,00	5,00	2	100%	5	10,00	6,67	8,00	-3,00	2
7	1,80	5,00	4,00	1	50%	5	5,56	2,00	2,50	2,50	4
8	1,70	3,00	2,00	1	100%	5	11,76	6,67	10,00	-5,00	2
9	2,00	3,00	3,00	1	100%	5	10,00	6,67	6,67	-1,67	2
10	1,50	2,00	1,50	1	100%	5	13,33	10,00	13,33	-8,33	2
11	10,00	12,00	12,00	3	100%	4	6,00	5,00	5,00	-1,00	3
12	2,00	2,50	2,50	1	100%	4	10,00	8,00	8,00	-4,00	2
13	1,50	2,00	2,00	1	100%	4	13,33	10,00	10,00	-6,00	2
14	1,00	2,00	1,50	1	100%	4	20,00	10,00	13,33	-9,33	2
15	2,00	3,00	3,00	3	100%	4	30,00	20,00	20,00	-16,00	1
16	15,50	18,00	16,00	3	100%	4	3,87	3,33	3,75	0,25	5
17	1,50	2,00	1,50	1	100%	4	13,33	10,00	13,33	-9,33	2
18	0,80	1,00	1,00	1	100%	4	25,00	20,00	20,00	-16,00	1
19	0,80	1,00	1,00	1	100%	4	25,00	20,00	20,00	-16,00	1
20	1,00	2,00	2,00	2	100%	4	40,00	20,00	20,00	-16,00	1
21	1,00	2,00	2,00	2	100%	4	40,00	20,00	20,00	-16,00	1

A utilização da Tabela de Capacidade possibilitou algumas observações importantes:

- o processo 16 não possui capacidade para atendimento da demanda, nem mesmo considerando seus melhores tempos de ciclo e melhor capacidade, portanto é o recurso restritivo do fluxo de valor e o principal gargalo;
- os processos 4 e 7 apresentam riscos significativos de não atendimento à demanda, pois apesar de seus resultados de “Dem – Capac.” serem maiores do que o resultado do processo 16, os históricos de seus melhores tempos de ciclos mostram que é possível dobrar sua capacidade em situações críticas;
- o processo 1 apresenta risco significativo de não atendimento da demanda;
- os processos 2 e 11 apresentam riscos moderados de não atendimento à demanda; e
- os processos restantes atendem à demanda.

#### **6º Passo: analise os problemas com não qualidade**

A análise dos problemas de não qualidade foi realizada, utilizando-se a Tabela de Qualidade. Sua construção se deu em função dos dados coletados de quantidade de não conformidades, em cada processo, bem como seus custos equivalentes. Em função destas quantidades e custos, foram atribuídas pontuações para cada processo de 1 a 5, priorizando-os, conforme ilustrado na Tabela 16.

**Tabela 16 - Qualidade LG03**

Processos	Dados coletados		Pontuação Atribuída de 1 a 5		Prioridade
	Não Qualidade		Não Qualidade		
	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo	
1	27	29%	4	4	4
2	4	5%	2	3	3
3	4	5%	2	3	3
4	0	0%	1	1	1
5	10	11%	3	4	4
6	36	33%	5	5	5
7	0	0%	1	1	1
8	3	4%	2	3	3
9	5	6%	2	3	3
10	0	0%	1	1	1
11	4	4%	2	3	3
12	2	1%	2	2	2
13	1	1%	1	1	1
14	0	0%	1	1	1
15	0	0%	1	1	1
16	2	2%	1	1	1
17	1	0%	1	1	1
18	1	0%	1	1	1
19	1	0%	1	1	1
20	1	0%	1	1	1
21	1	0%	1	1	1

Para cada um dos vinte e um processos em análise, coletou-se a quantidade de não conformidades geradas por mês bem como seus custos equivalentes. Os custos equivalentes das não conformidades estão expressos em percentual do total gerado nestes processos. Por exemplo, se as quantidades de não conformidades geradas por mês nos vinte e um processos forem somadas, de acordo com a Tabela 16, chegar-se-á ao total de 103 não conformidades e a um custo equivalente deste número. Analisando somente o Processo 6, percebe-se que 36 das 103 não conformidades foram geradas em seu processo e seu custo equivalente 33% do custo total. Este Processo recebeu pontuação 5 tanto em razão de sua grande quantidade de não conformidades, quanto à alta representatividade de seus custos equivalente. Para a priorização final dos 21 processos em análise calculou-se a média aritmética entre as pontuações atribuídas à quantidade e ao custo equivalente das não conformidades. A utilização da Tabela de Qualidade possibilitou algumas observações importantes:

- os processos 1 e 6 apresentaram a maior quantidade de não conformidades e os maiores custos equivalentes;
- os processos 2, 3, 5, 8, 9 e 11 apresentam níveis intermediários de não conformidades;
- os processos restantes apresentam baixos níveis de não conformidades.

### 7º Passo: análise potencial de ganho com recursos

Para a priorização dos processos em função dos recursos consumidos foi utilizado o mesmo procedimento utilizado para a Tabela de Qualidade, ou seja, coletaram-se os dados dos processos em função do *WIP*, Processos Duplicados, Espaço Físico, Horas Extras e Quantidade de Operador. Posteriormente atribui-se pontuações de 1 a 5 para cada processo em função de cada critério. Finalmente Priorizaram-se os processos calculando-se a média aritmética das pontuações atribuídas a cada processo em função destes cinco critérios. A Tabela 17 ilustra esta mesma lógica de comparação e a priorização dos processos, em função dos recursos consumidos conjugados.

**Tabela 17 - Tabela de Recursos LG03**

Processos	Critérios e Dados Coletados					Pontuação Atribuída					Prioridade
	WIP	Processos duplicados	Espaço Físico	Horas Extras	Qtde Operadores	WI P	Processos duplicados	Espaço Físico	Horas Extras	Qtde Operadores	
	%	Qtde	m <sup>2</sup>	%	%	Pontuações de 1 a 5					
1	48%	2	700	12%	24%	5	5	5	5	5	5
2	16%	1	350	10%	9%	4	5	3	5	4	4
3	4%	1	100	8%	3%	3	1	2	3	2	2
4	3%	1	200	12%	3%	3	1	3	5	2	3
5	6%	2	400	9%	5%	3	4	4	4	3	4
6	6%	2	400	8%	9%	3	4	4	3	4	4
7	2%	1	150	12%	3%	2	1	2	5	2	2
8	2%	1	150	7%	2%	2	1	2	3	2	2
9	1%	1	150	8%	3%	2	1	2	4	2	2
10	1%	1	150	5%	1%	2	1	2	2	1	2
11	3%	3	600	10%	16%	3	5	5	5	5	5
12	1%	1	200	9%	1%	2	1	3	4	1	2
13	1%	1	150	5%	3%	2	1	2	2	2	2
14	1%	1	150	5%	1%	2	1	2	2	1	2
15	1%	1	150	10%	2%	2	1	2	5	1	2
16	4%	3	450	15%	12%	3	5	4	5	4	4
17	0%	1	10	2%	1%	1	1	1	1	1	1
18	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	1
19	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	1
20	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	1
21	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	1

A utilização da Tabela de Recursos possibilitou algumas observações importantes:

- os processos 1 e 11 são os que consomem mais recursos;
- os processos 2, 5, 6 e 16 são os que consomem níveis intermediários de recursos; e
- os processos restantes consomem menores níveis de recursos.

### 8º Passo: identifique os riscos de suprimentos

Os fornecedores de primeira camada foram avaliados, pontuados e priorizados em função dos riscos e impactos que geravam ao fluxo “LG03”, a partir da Matriz GUT, conforme ilustrado na Tabela 18. Para cada um dos 18 produtos fornecidos ao fluxo do LG03, perguntou-se qual a gravidade, urgência e tendência dos atrasos e faltas. Posteriormente calcularam-se as médias dos valores de gravidade, urgência e tendência de cada produto às faltas e atrasos, resultando nos valores da coluna “Prioridade” da Tabela 18.

**Tabela 18 - Matriz de Riscos dos Fornecedores**

Atrasos e Faltas		G	U	T	Prioridade
Fornecedor A	Produto 1	1	1	1	1
	Produto 2	1	1	1	1
	Produto 3	1	1	1	1
	Produto 4	1	1	1	1
	Produto 5	1	1	1	1
	Produto 6	1	1	1	1
	Produto 7	5	5	5	5
	Produto 8	1	5	4	3
	Produto 9	3	3	3	3
	Produto 10	3	3	3	3
	Produto 11	1	1	1	3
Fornecedor B	Produto 12	5	5	4	5
Fornecedor C	Produto 13	5	5	3	4
Fornecedor D	Produto 14	5	5	3	4
Fornecedor F	Produto 15	4	5	3	4
Fornecedor G	Produto 16	4	4	5	4
Fornecedor H	Produto 17	3	4	3	4
Fornecedor I	Produto 18	3	3	3	3

Observações importantes, de acordo com a análise da matriz GUT:

- os produtos 7, 12, 13, 14, 15, 16, e 17 impactam significativamente o fluxo LG03;
- os produtos 8, 9, 10, 11 e 18 impactam relativamente o fluxo LG03; e
- os produtos restantes não impactam negativamente o fluxo LG03.

### 9º Passo: estabeleça a importância dos critérios

Antes de estabelecer a importância para cada critério foi incluída uma tabela adicional para proporcionar uma análise em função do lead time de cada processo, conforme ilustrado na Tabela 19.

**Tabela 19** – Tabela adicional para *lead time* dos processos

Processos	Critérios e Dados Lead Time	Pontuação Atribuída	Prioridade
		De 1 a 5	
1	10,00	4	4
2	4,00	3	3
3	2,00	3	3
4	4,00	3	3
5	6,00	4	4
6	5,00	3	3
7	4,00	3	3
8	2,00	1	1
9	3,00	2	2
10	1,50	1	1
11	12,00	5	5
12	2,50	1	1
13	2,00	1	1
14	1,50	1	1
15	3,00	1	1
16	16,00	5	5
17	1,50	1	1
18	1,00	2	2
19	1,00	1	1
20	2,00	1	1
21	2,00	1	1

Os critérios foram pontuados e ponderados pela equipe gerencial e de implementação dos projetos, comparando cada linha com cada coluna, atribuindo pontuação 0, 1 ou 2, conforme relevância de cada critério em relação ao outro, conforme ilustrado na Tabela 20.

**Tabela 20** - Matriz de Comparação dos Critérios

	Capacidade	Lead Time	Não Qualidade	Custos / Recursos	Total	%
Capacidade	1	2	2	2	7	44%
Lead Time	0	1	0	0	1	6%
Não Qualidade	0	2	1	2	5	31%
Custos / Recursos	0	2	0	1	3	19%

**10° Passo: priorize os processos**

Já ponderado a relevância dos critérios, atribuídos seus devidos pesos pela “Matriz de Comparação” e priorizado cada processo, em função das Tabelas de Capacidade, de Qualidade e de Recursos, utilizou-se a “Matriz de Priorização”, ilustrada na Tabela 21, para priorização final dos processos candidatos à realização dos projetos *kaizen*.

**Tabela 20** - Matriz de Priorização dos Processos

Critérios e Pesos Processos	Critérios				Total	Ordem de Prioridade
	Capacidade	Lead Time	Não Qualidade	Custos / Recursos		
	44%	6%	31%	19%	100%	
Processo 1	4	4	4	5	4,2	1
Processo 2	3	3	3	4	3,2	5
Processo 3	2	3	3	2	2,4	9
Processo 4	4	3	1	3	2,8	7
Processo 5	2	4	4	4	3,1	6
Processo 6	2	3	5	4	3,4	4
Processo 7	4	3	1	2	2,6	8
Processo 8	2	1	3	2	2,3	10
Processo 9	2	2	3	2	2,3	11
Processo 10	2	1	1	2	1,6	12
Processo 11	3	5	3	5	3,5	3
Processo 12	2	1	2	2	1,9	12
Processo 13	2	1	1	2	1,6	13
Processo 14	2	1	1	2	1,6	14
Processo 15	1	1	1	2	1,2	16
Processo 16	5	5	1	4	3,6	2
Processo 17	2	1	1	1	1,4	15
Processo 18	1	2	1	1	1,1	17
Processo 19	1	1	1	1	1,0	18
Processo 20	1	1	1	1	1,0	19
Processo 21	1	1	1	1	1,0	20

Considerando a capacidade da equipe gerencial para realização de 10 a 15 projetos por ano, no máximo, foram definidos os processos prioritários, bem como sua ordenação para realizar os projetos *kaizen*, de acordo com o Mapa do Estado Futuro.

### 11° Passo: estabeleça um cronograma para implementação

#### Cronograma de projetos *kaizen* internos

A Matriz de Priorização foi utilizada como base para definição do cronograma dos projetos *kaizen*, para a melhoria do fluxo de valor LG03, conforme ilustrado no Quadro 7. Para cada processo priorizado foi planejado, em seqüência, um Projeto *Kaizen*.

Processo	Prioridade	Cronograma Anual Para os Projetos <i>Kaizen</i>										
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1	1											
2	5											
3	9											
4	7											
5	6											
6	4											
7	8											
8	10											
9	11											
10	12											
11	3											
12	12											
13	13											
14	14											
15	16											
16	2											
17	15											
18	17											
19	18											
20	19											
21	20											

**Quadro 7** - Cronograma de Projetos *Kaizen* internos LG03

Na definição do cronograma de projetos do LG03, ilustrado Quadro 7, houve uma inversão na ordem de realização do *kaizen* no processo 2. Este fato ocorreu em função de uma estratégia da equipe de implementação para favorecer a melhoria no processo 1 pela antecipação do *kaizen* no processo 2. É importante destacar que o método proposto

proporciona apoio à decisão da equipe de implementação. Não se trata apenas de uma análise quantitativa, mas qualitativa e deve ser avaliada pelas opiniões dos especialistas. Mais importante do que os valores apresentados pelas ponderações das tabelas, são as conclusões construídas a partir da aplicação do processo de análise oferecido pelo método. Portanto como parte da proposta apresentada pelo método, as decisões das equipes de implementação durante a aplicação do método devem ser soberanas aos resultados numéricos apresentados nas tabelas.

### **Cronograma de projetos *kaizen* nos Fornecedores**

Da mesma forma que se definiu o cronograma interno de projetos *kaizen*, foi definido o cronograma para projetos de melhoria nos processos dos fornecedores priorizados, conforme Quadro 8. A proposta foi procurá-los, explicar a importância e a correlação de cada impacto local para o resultado global e negociar a realização de projetos *kaizen*, paralelamente, aos projetos internos.

Fornecedores	Produtos	Prioridade						
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Fornecedor A	Produto 1	13						
	Produto 2	14						
	Produto 3	15						
	Produto 4	16						
	Produto 5	17						
	Produto 6	18						
	Produto 7	1		■				
	Produto 8	8						
	Produto 9	9						
	Produto 10	10						
	Produto 11	11						
Fornecedor B	Produto 12	2			■			
Fornecedor C	Produto 13	3						
Fornecedor D	Produto 14	4				■		
Fornecedor F	Produto 15	5				■		
Fornecedor G	Produto 16	6				■		
Fornecedor H	Produto 17	7				■		
Fornecedor I	Produto 18	12						

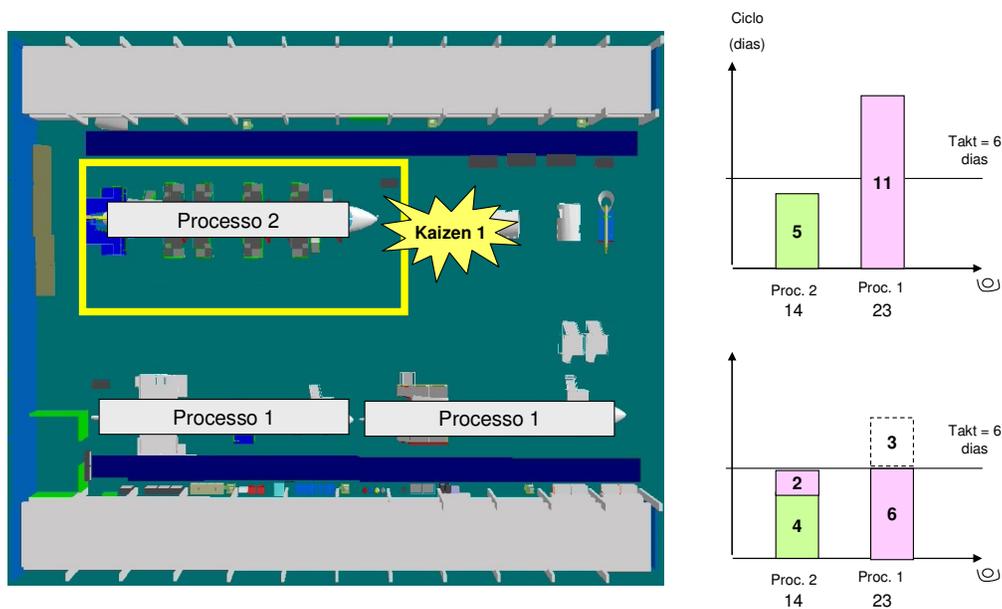
**Quadro 8** - Cronograma de Projetos *Kaizen* nos Fornecedores

### 12° Passo: realize os projetos *kaizen* e acompanhe os resultados

Os projetos foram realizados conforme os cronogramas definidos e seus resultados acompanhados a partir do Quadro de Metas e Resultados. A seguir são apresentados alguns dos projetos *kaizen* realizados conforme os cronogramas definidos.

#### *Kaizen* do processo 2

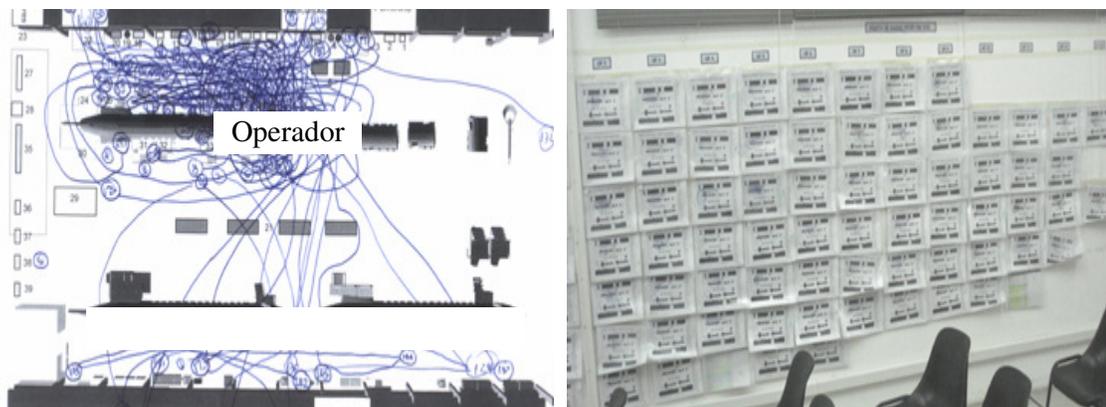
Os projetos *kaizen* foram realizados conforme o cronograma estabelecido. No entanto, de acordo com o cronograma do Quadro 7, houve uma alteração da ordem de programação do projeto *kaizen* no processo 2. Esta alteração foi sugerida pela equipe de implementação de forma qualitativa durante a aplicação do método proposto. A proposta identificada, conforme Figura 11, foi antecipar o *kaizen* do processo 2 com o objetivo de aumentar sua produtividade para posteriormente incorporar algumas atividades do processo 1 e conseqüentemente disponibilizar uma de suas duas posições.



**Figura 11** – Proposta de Melhoria Identificada no Projeto *Kaizen* do Processo 2

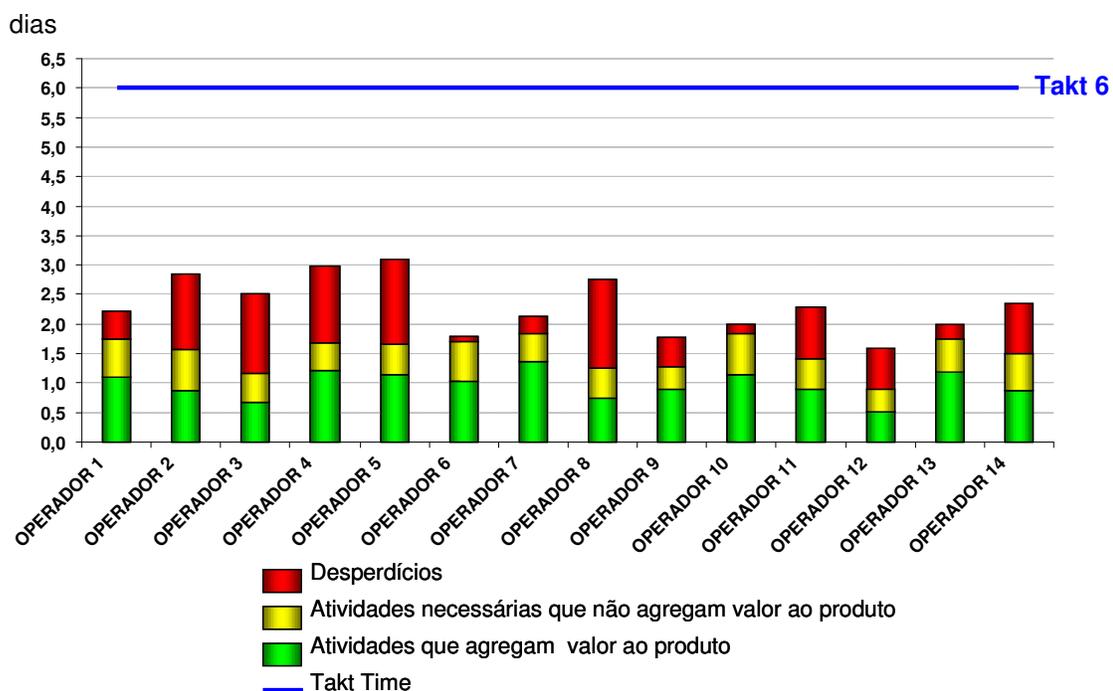
Iniciou-se a aplicação do *kaizen* no Processo 2 de acordo com sua metodologia já apresentada no capítulo 4. Os desperdícios foram identificados e quantificados, medindo-se as

movimentações e elementos de trabalhos detalhadamente dos quatorze operadores do processo, durante quatro dias de trabalho, conforme ilustrado na Figura 12.



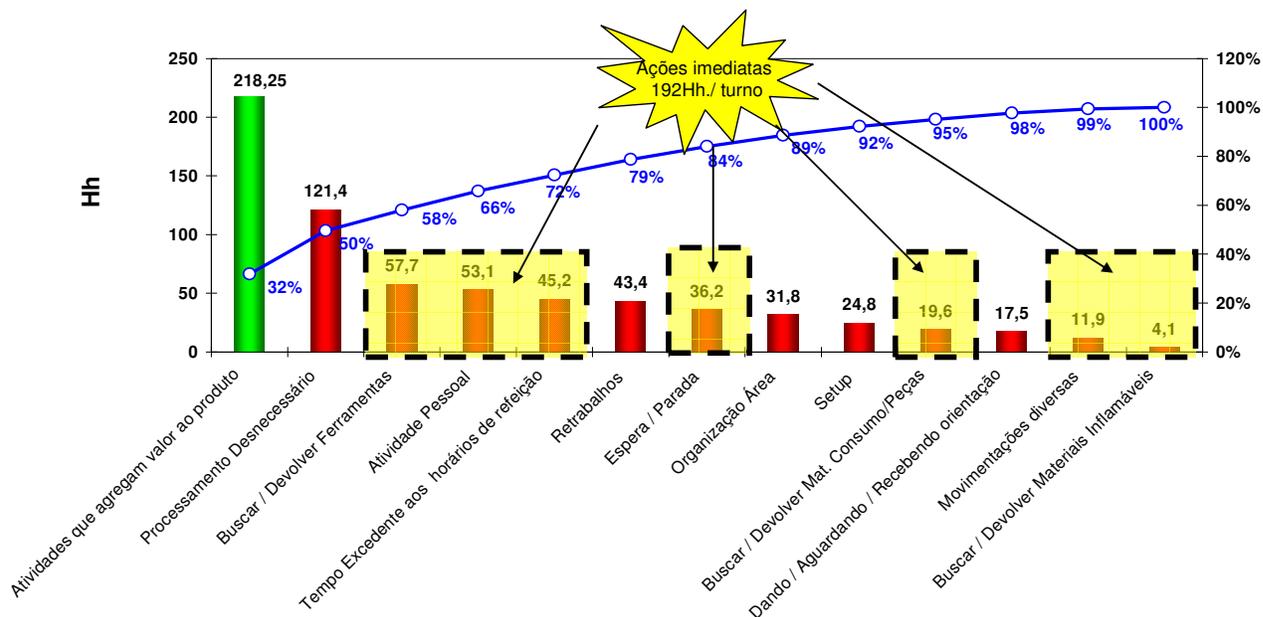
**Figura 12** - Medições de Tempos e Movimentos dos Operadores do Processo 2

Utilizando os tempos medidos dos operadores, construiu-se o GBO (Gráfico de Balanceamento do Operador) para o processo, ou seja, os tempos dos elementos de trabalho de cada um dos quatorze operadores foram classificados em: desperdício; atividades necessárias, porém que não agregam valor; e agrega valor. Estes tempos de trabalho, para cada operador, foi comparado ao tempo *takt*, conforme ilustrado na Figura 13.



**Figura 13** – Gráfico de Balanceamento dos Operadores

Os elementos de trabalho observados e medidos dos operadores também foram classificados de acordo com o tipo de desperdício. Estes tempos foram demonstrados em forma de gráfico de Pareto, conforme ilustrado na Figura 14.



**Figura 14** – Gráfico de Pareto dos Desperdícios

Por exemplo, do total de horas trabalhadas pelos operadores, 8% (57,7 horas) foram gastas pelo desperdício “buscar / devolver ferramentas”. Este gráfico foi essencial para orientar a construção de um plano de ação para eliminar os desperdícios mais relevantes. Com as ações de melhoria determinadas, verificou-se que se poderia ganhar 192 horas-homem por produto (Hh) com as ações imediatas, ou seja, as que poderiam ser implementadas rapidamente pela equipe do projeto *kaizen*. Com a eliminação destes desperdícios, se pode propor uma nova configuração do GBO, conforme ilustrado na Figura 15. Dos 14 operadores que trabalham no processo, 7 poderiam ser disponibilizados para outro processo de maior necessidade, disponibilizando também 2 dias da equipe remanescente para incorporação de atividades do processo 1.

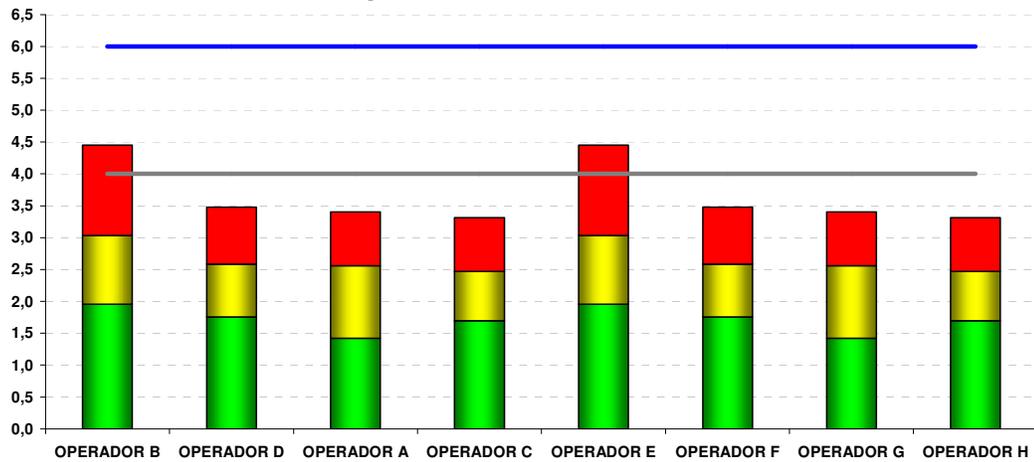


Figura 15 – Gráfico de Balanceamento após Eliminação de Alguns Desperdícios

As ações imediatas que foram implementadas e os resultados foram obtidos, de acordo com a Figura 16 e Tabela 22.

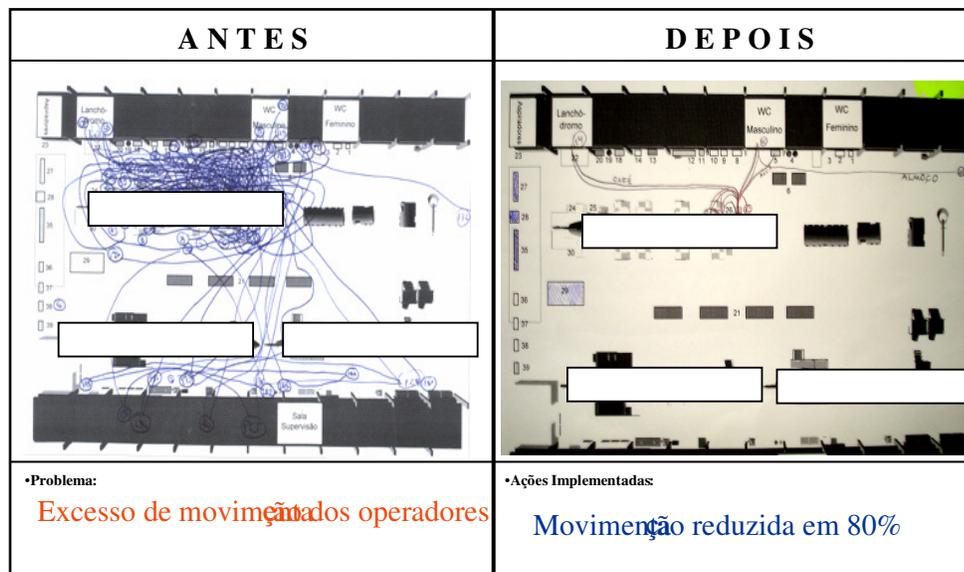


Figura 16 – Eliminação das Movimentações Desnecessárias dos Operadores

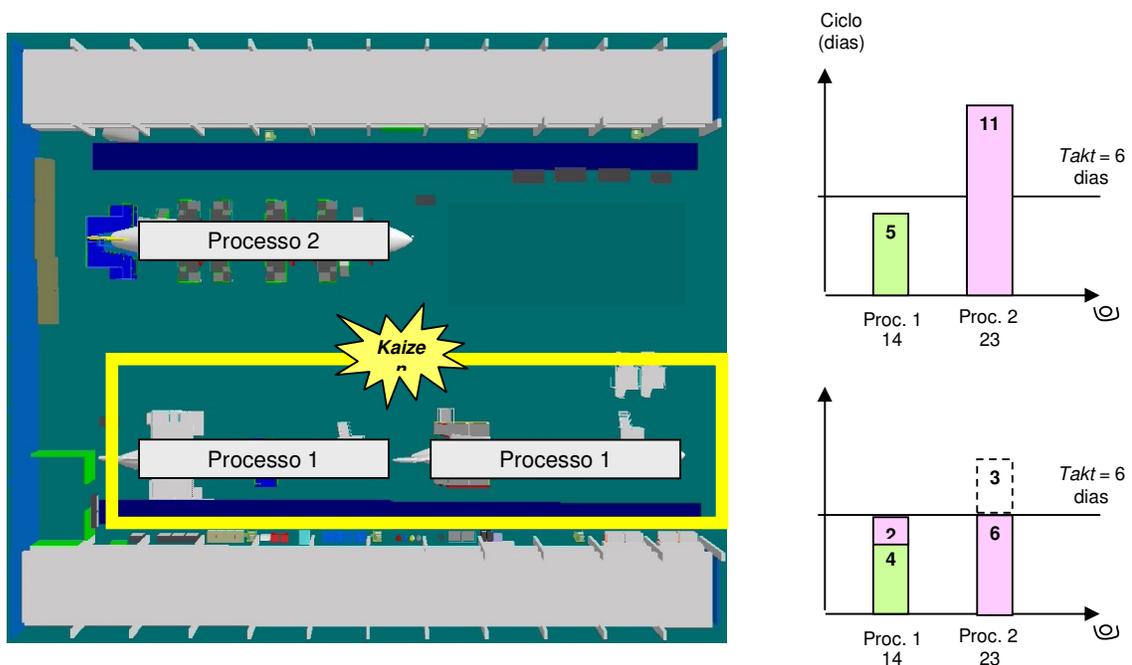
Tabela 22 - Resultados obtidos na realização do *kaizen* do processo 2

Tópico	Sub tópico	Início	Meta	1ª Semana	5ª Semana	7ª Semana
Homem	Distância percorrida / oper. / turno	960 m	300 m	100 m	100 m	100 m
Material	Tempo de ciclo (dias / produto)	4,5	4,0	4,2	4,2	4,2
Homem	Tamanho da equipe (qtde pessoas)	14	10	8	8	8
Homem	Horas extras (%)	10	0	0	0	0

### ***Kaizen* do processo 1**

O segundo *kaizen* foi realizado no processo 1 de acordo com o cronograma estabelecido. Seu objetivo principal era eliminar uma das duas posições utilizadas, de acordo com a Figura 17, para obtenção dos ganhos equivalentes em estoque em processo (*WIP*), espaço físico e mão-de-obra. No entanto para obtenção destes benefícios, o *kaizen* deveria aumentar a produtividade no processo de forma que este obtivesse a capacidade necessária ao atendimento da demanda, apenas com uma posição.

A demanda do produto estava representada pelo tempo *takt* de 6 dias. No entanto o tempo de ciclo do processo estava em 11 dias. Como o resultado do *kaizen* no processo 2 (projeto anterior) disponibilizou capacidade de dois dias, parte das atividades do processo 1 foi transferida para o processo 2, deixando como desafio para seu *kaizen*, reduzir o tempo de ciclo de 9 dias para atendimento do *takt* de 6 dias, conforme ilustrado na Figura 17.



**Figura 17** – Desafio Proposto Para o Projeto *Kaizen* do Processo 1

O método utilizado para eliminação dos desperdícios foi exatamente o mesmo do *kaizen* no Processo 2, conforme ilustrado na Figura 18.

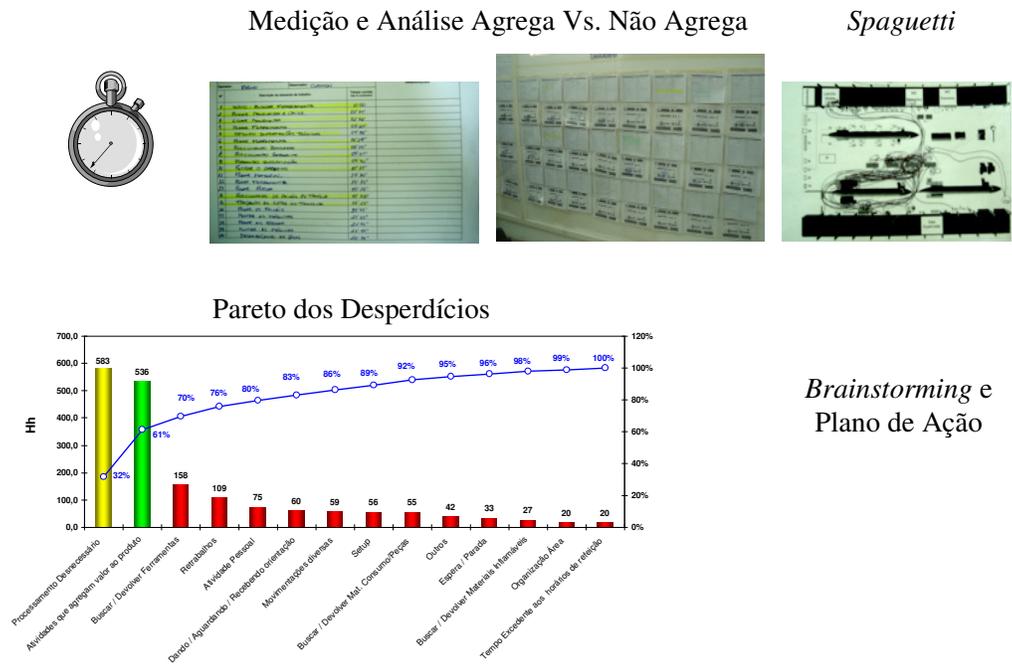


Figura 18 – Exemplos de Ferramentas Aplicadas *Kaizen* no Processo 1

Os resultados nas movimentações dos operadores foram obtidos, conforme Figura 19.

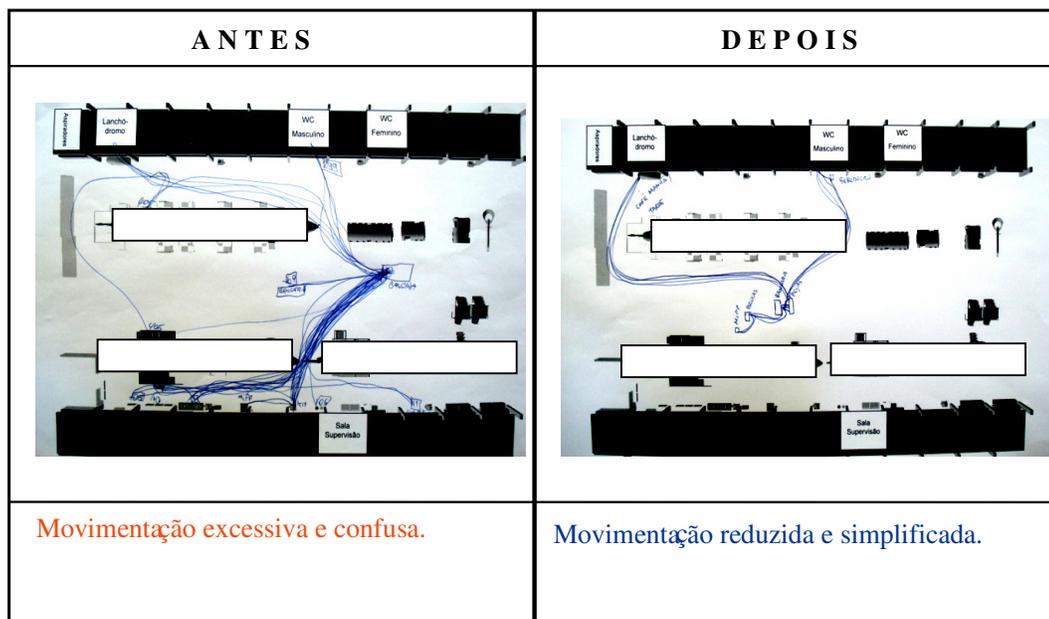


Figura 19 – Gráfico Espaguete Realizado Projeto *Kaizen* do Processo 1

O resultado no tempo de ciclo foi obtido conforme Figura 20. Ou seja, de 9 dias praticados antes o *kaizen* (após transferência de 2 dias para processo 2) o processo 1 foi concluído em 5,5 dias de ciclo.

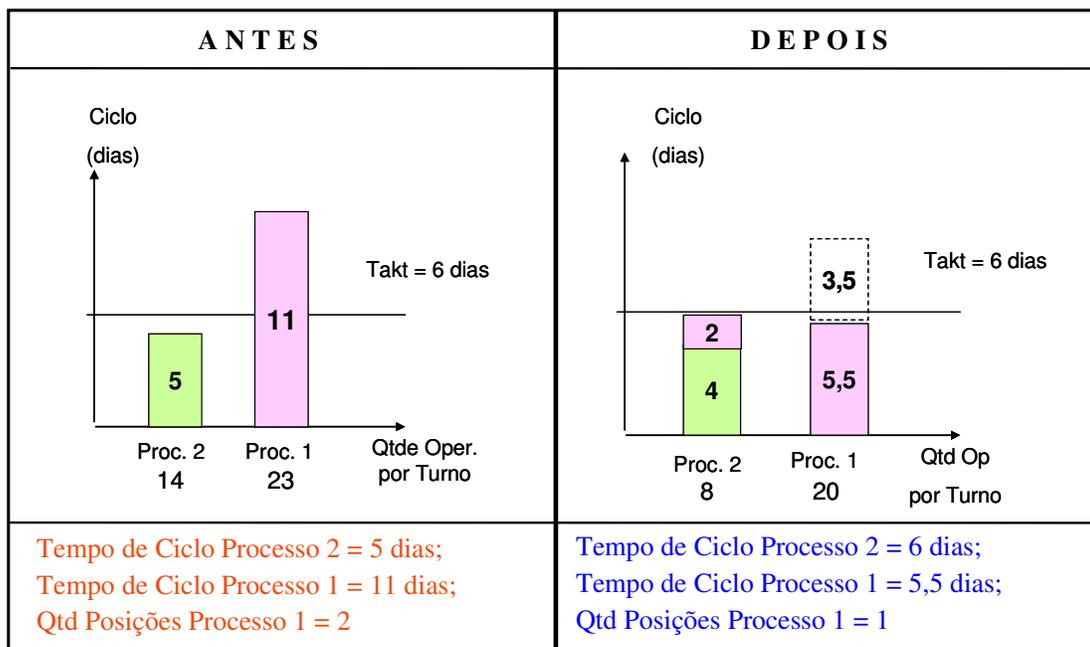
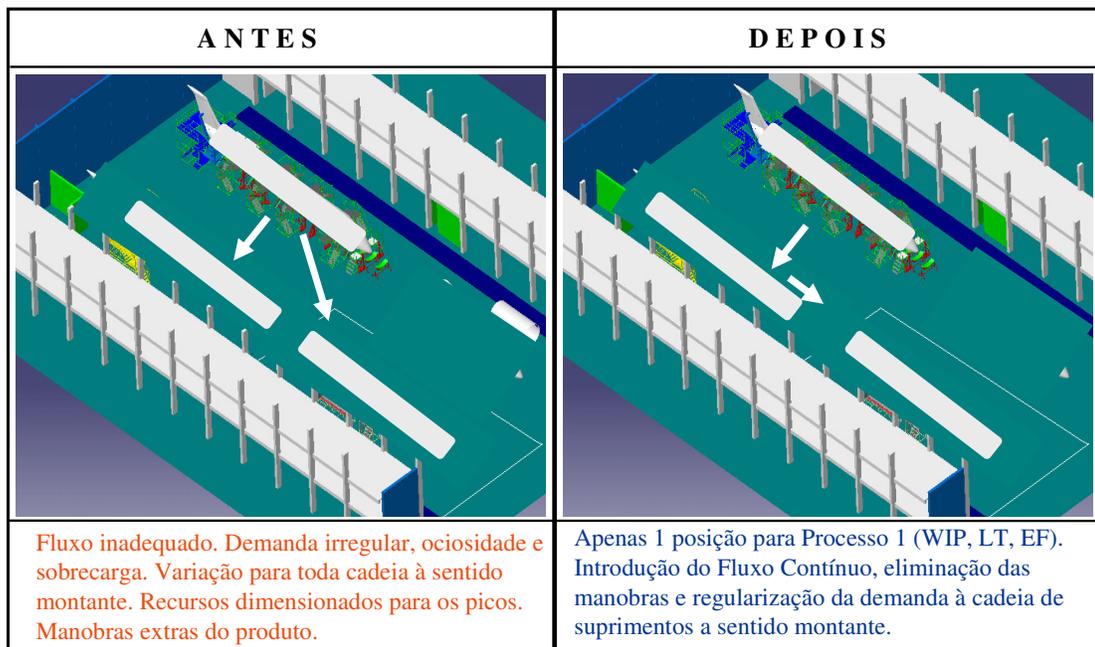


Figura 20 – Tempo de Ciclo no Processo 1, Antes e Após o *Kaizen*

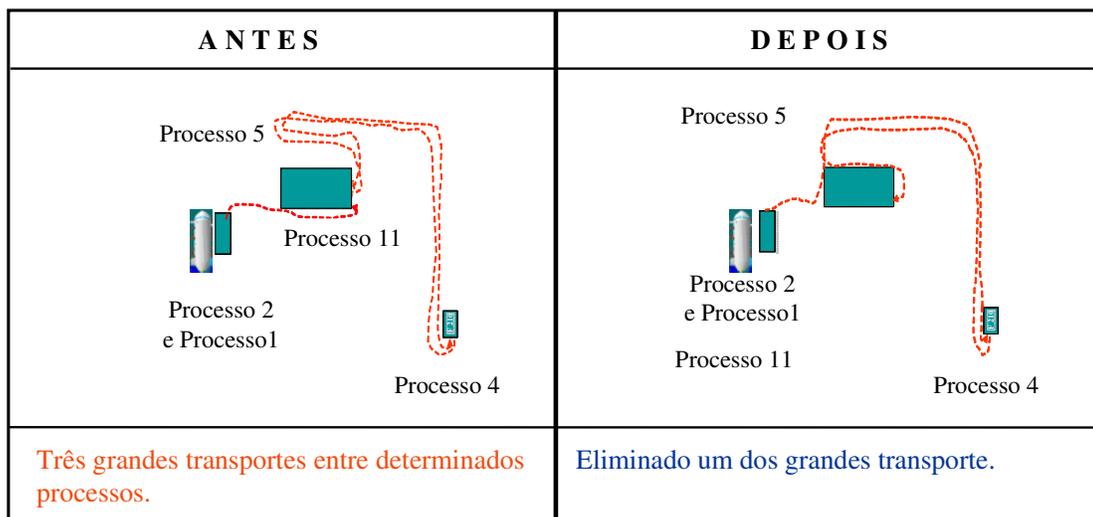
Este resultado obtido no processo 1 proporcionou, pela disponibilização de espaço, a transferência do processo seguinte para o mesmo prédio e por conseqüência vários outros benefícios foram obtidos por esta modificação, conforme ilustrado na Figura 21:

- Redução de 50% do estoque no processo 1;
- Redução de 50% no lead time;
- Redução de 50% do espaço físico utilizado;
- Introdução do Fluxo Contínuo;
- Eliminação de manobras desnecessárias;
- Regularização da demanda para cadeia de suprimentos à montante;
- Redução das horas extras necessárias para absorção destas variações na demanda;



**Figura 21** – Introdução do Fluxo Contínuo Entre os Processos 2 e 1.

Com a transferência do Processo 11 para o mesmo prédio do Processo 2 e 1, pôde-se eliminar um grande transporte entre prédios, conforme ilustrado na Figura 22. Anteriormente ao *kaizen* o produto era movimentado em 4 grandes transportes entre o Processo 2 / 1 até o Processo 5, no entanto, com a transferência do Processo 11 para o mesmo prédio, um destes 4 grandes transportes foi eliminado.



**Figura 22** – Gráfico espaguete realizado projeto *kaizen* do processo 1

Anteriormente à transferência do Processo 11, suas 3 posições utilizadas para atendimento da demanda, prejudicavam o fluxo dos processos de fabricação de subconjuntos fornecidos aos Processos 5, 6, 7 e 8, conforme ilustrado na Figura 23. Após sua transferência, outros ganhos puderam ser obtidos nestes processos.

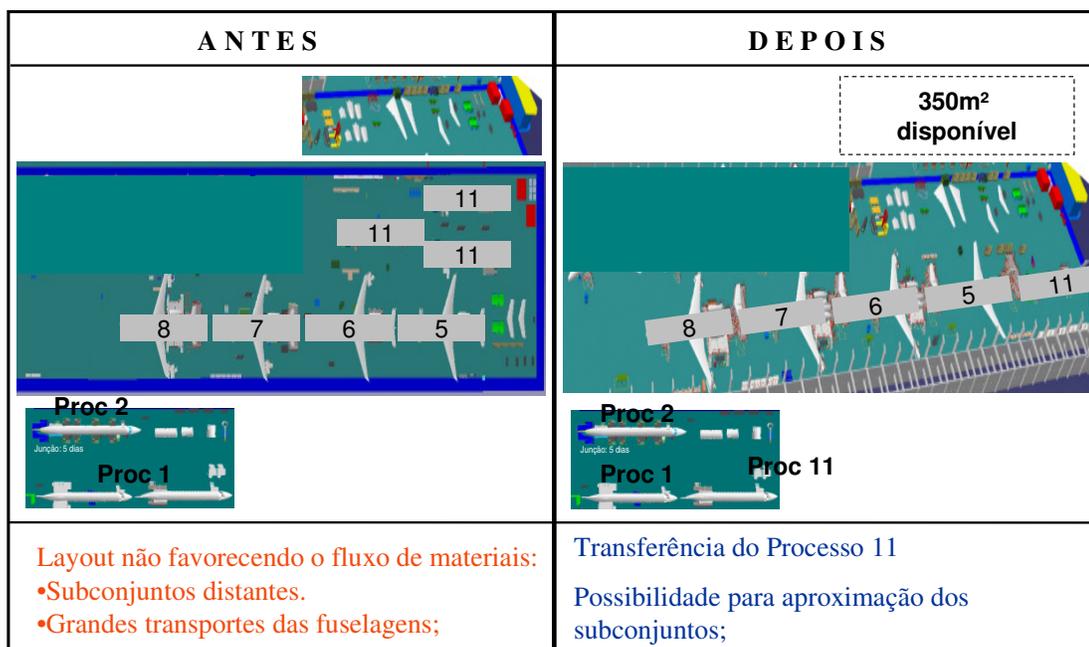


Figura 23 – Melhorias Entre os Fluxos dos Processos 5, 6, 7, 8 e Seus Subconjuntos

O resumo dos resultados obtidos é demonstrado na Tabela 23.

Tabela 23 - Resultados obtidos na realização do *kaizen* do Processo 1

Tópico	Sub tópico	Início	Metas	1ª Semana	5ª Semana	7ª Semana
Homem	Distância percorrida / oper. / turno	820 m	300 m	250 m	280 m	275 m
Material	Tempo de ciclo (dias / produto)	9	5,5	5,5	5,6	5,5
Material	Estoque em processo	2	1	1	1	1
Homem	Espaço físico ocupado (m²)	750	350	350	350	350

### ***Kaizen* do processo 16**

De acordo com a Tabela 15, o Processo 16 representava o recurso restritivo de todo fluxo de valor, ou seja, sua capacidade produtiva era a menor dentre todos os outros processos. Da mesma forma se realizou um projeto *kaizen* neste processo. Seu principal objetivo foi aumentar a capacidade produtiva de forma que suas três posições disponíveis se

tornassem capaz de atender a sua demanda. Com este resultado seria cancelado o pedido de fabricação do quarto ferramental já solicitado. O *kaizen* foi realizado e além de ser cancelada a fabricação do quarto ferramental, foi disponibilizado um dos três disponíveis, reduzindo como consequência, o estoque, o lead time, o espaço, etc., conforme ilustrado na Figura 24.

ANTES			DEPOIS		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: auto;">           Gabarito de montagem 1         </div>	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: auto;">           Gabarito de montagem 2         </div>	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: auto;">           Gabarito de montagem 3         </div>	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: auto;">           Gabarito de montagem 1         </div>		<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: auto;">           Gabarito de montagem 3         </div>
3 Gabaritos (GM) idênticos / Fabricação do 4º Gabarito aprovada / Excesso de espaço físico e Estoque em Processo / Falta de Fluxo			Redução do ciclo e liberação de 1 GM / Liberação de Espaço / Redução do Estoque em Processo / Introdução do Fluxo Contínuo.		

**Figura 24** – Resumo dos Resultados do *Kaizen* no Processo 16

Após a realização dos projetos *kaizen*, os resultados obtidos foram comparados às metas estipuladas e deram-se conforme ilustrado no Quadro 9.

Tópico	Sub Tópico	Jan	Metas	Mar	Jun	Set	Dez
Atendimento	Quantidade de processos que não atendem o <i>takt</i>	3	0	3	2	1	0
Atendimento	Atraso (dias)	16	0	16	8	2	0
Homem	Tamanho da Equipe	100%	75%	93%	87%	71%	71%
Homem	% de horas extras	10%	0	8%	6%	3%	2%
Material	Inventário (Quantidade de posições duplicadas)	12	0	11	5	1	0
Material	Lead Time	100%	70%	85%	80%	70%	70%
Material	Espaço Físico Ocupado	100%	77%	92%	80%	76%	76%
Qualidade	Quantidade de não conformidade por produto	100%	50%	90%	72%	63%	36%

Legenda:

- Resultado não atingido
- Resultado atingido parcialmente
- Resultado atingido completamente

**Quadro 9** - Quadro de Metas e Resultados LG03 com a realização dos Projetos *Kaizen*

**13° Passo: reinicie a aplicação do método**

Os doze passos anteriores são novamente realizados e seus resultados demonstrados resumidamente a seguir:

**1° Passo: identificar valor**

O cenário externo, em que a “Aeronáutica ABC” estava, alterou-se radicalmente. A demanda teve uma grande queda e a necessidade dos clientes e da empresa, passou a ser prioritariamente a redução dos custos, diferentemente das necessidades anteriores de atendimento à demanda.

**2° Passo: selecionar a família de produtos**

A família permanece sendo a LG03.

**3° Passo: mapear o estado atual do fluxo de valor**

O Estado Futuro, desenhado no Passo 4, ver Figura 10, tornou-se o Mapa do Estado Atual nesta etapa.

**4° Passo: desenhar o estado futuro e estabelecer as metas**

O estado futuro, desenhado sob a orientação das necessidades do cliente e da empresa, aponta possibilidades de fusões e eliminações de algumas etapas do fluxo, muito importantes para a redução do estoque, em processos e por consequência dos custos relacionados, conforme demonstrados na Figura 25 e Figura 26.

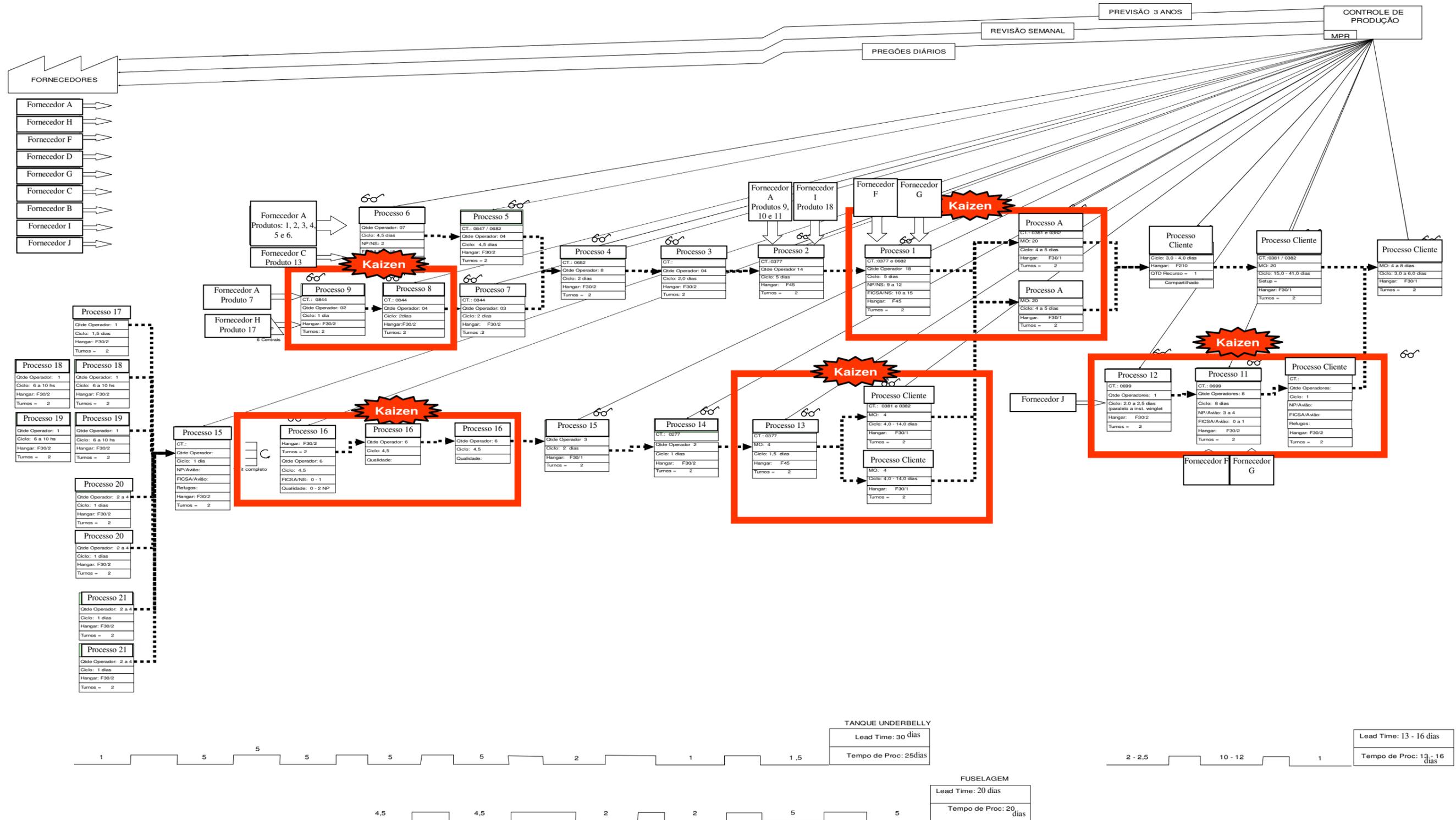


Figura 25 - Estado Atual Indicando Possibilidade de Eliminações de Algumas Etapas

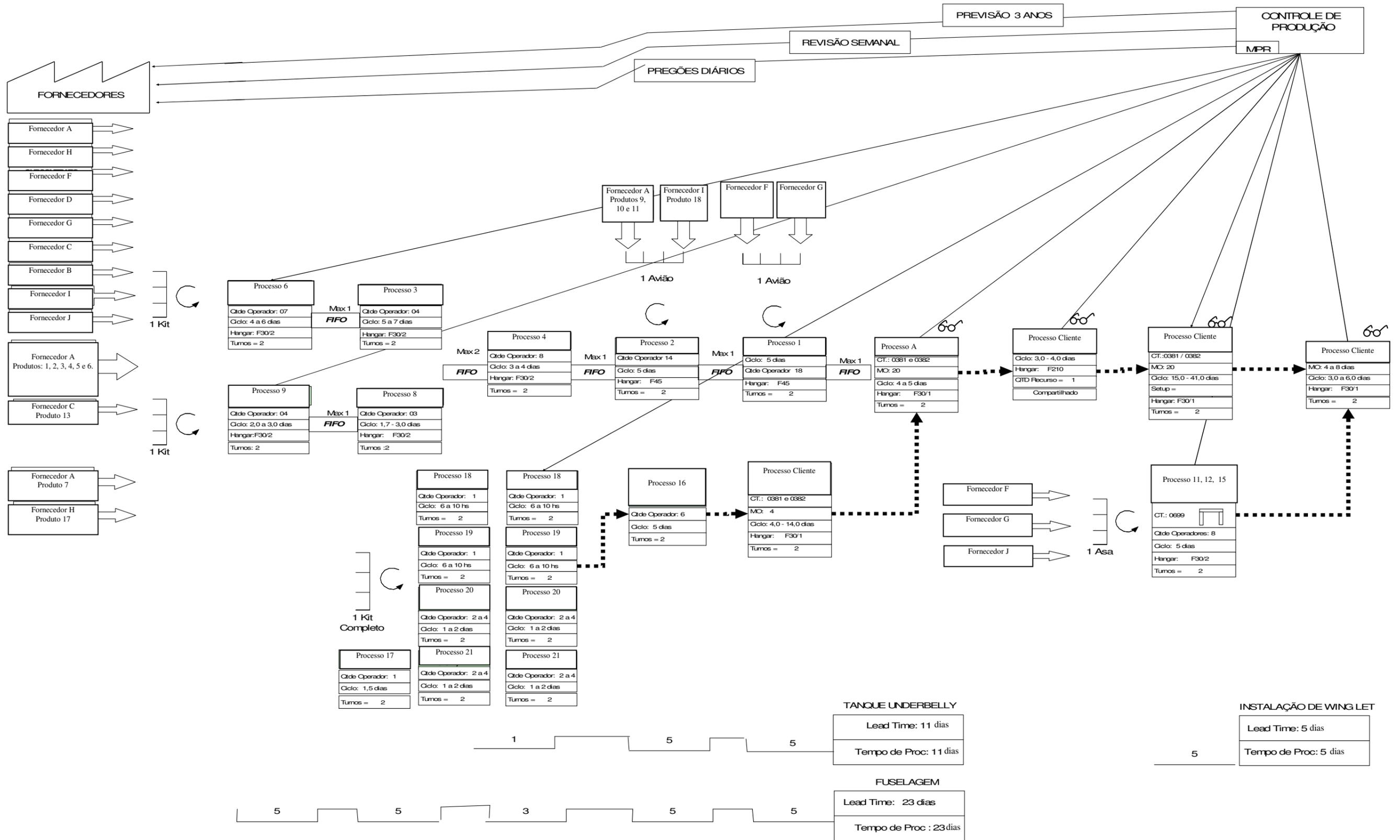


Figura 8 - Estado Futuro após Fusões e Eliminações de Algumas Etapas

As metas foram definidas conforme Quadro 10 e sugeridas aos gestores dos processos para acompanhá-las após as conclusões dos projetos.

Tópico	Sub Tópico	Atual	Metas	Jan	Mar	Jun	Set	Dez
Material	Estoque em Processo	100%	70%					
Material	Lead Time	100%	50%					
Material	Espaço Físico	100%	70%					
Homem	Tamanho da Equipe	100%	25%					
Qualidade	Quantidade de Problemas	100%	50%					

**Quadro 10** - Quadro de Metas estabelecidas para o segundo ciclo de aplicação do método

### 5º Passo: identificar as restrições do fluxo

Devido à grande queda de demanda, todos os processos passarão a atendê-la, portanto não há mais gargalos, conforme ilustrado na Tabela 24.

**Tabela 24** - Tabela de Capacidade

Processo	Ciclo em cada Posição (dias)			Qtde Posições	Dedicação do Recurso	Demanda (av/mês)	Capacidade (av/mês)			Dem - Cap	Prioridade
	Melhor Ciclo	Pior Ciclo	Mais provável				Melhor Capacidade	Pior Capacidade	Mais Provável		
1	8,00	14,00	5,50	1	100%	1	2,50	1,43	3,64	-2,64	1
2	3,50	5,00	5,00	1	100%	1	5,71	4,00	4,00	-3,00	1
3	1,50	2,00	2,00	1	100%	2	13,33	10,00	10,00	-8,00	1
4	1,80	5,00	4,00	1	50%	2	5,56	2,00	2,50	-0,50	2
5	5,00	7,00	5,00	1	100%	2	4,00	2,86	4,00	-2,00	1
6	4,00	6,00	5,00	1	100%	2	5,00	3,33	4,00	-2,00	1
7	1,80	5,00	4,00	1	50%	2	5,56	2,00	2,50	-0,50	2
8	1,70	3,00	2,00	1	100%	2	11,76	6,67	10,00	-8,00	1
9	2,00	3,00	3,00	1	100%	2	10,00	6,67	6,67	-4,67	1
10	1,50	2,00	1,50	1	100%	2	13,33	10,00	13,33	-11,33	1
11	10,00	12,00	5,00	1	100%	1	2,00	1,67	4,00	-3,00	1
12	2,00	2,50	2,50	1	100%	1	10,00	8,00	8,00	-7,00	1
13	1,50	2,00	2,00	1	100%	1	13,33	10,00	10,00	-9,00	1
14	1,00	2,00	1,50	1	100%	1	20,00	10,00	13,33	-12,33	1
15	2,00	3,00	3,00	1	100%	1	10,00	6,67	6,67	-5,67	1
16	15,50	18,00	5,00	1	100%	1	1,29	1,11	4,00	-3,00	1
17	1,50	2,00	1,50	1	100%	1	13,33	10,00	13,33	-12,33	1
18	0,80	1,00	1,00	1	100%	1	25,00	20,00	20,00	-19,00	1
19	0,80	1,00	1,00	1	100%	1	25,00	20,00	20,00	-19,00	1
20	1,00	2,00	2,00	1	100%	1	20,00	10,00	10,00	-9,00	1
21	1,00	2,00	2,00	1	100%	1	20,00	10,00	10,00	-9,00	1

### 6º Passo: analisar os problemas de qualidade

Foi utilizada a Tabela de Qualidade para se analisar novamente os problemas com qualidade, conforme a Tabela 25.

**Tabela 25 - Tabela da Qualidade**

Processos	Dados coletados		Pontuação Atribuída		Prioridade
	Não Qualidade		Não Qualidade		
	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo	
1	10	18%	5	5	5
2	2	4%	2	2	2
3	2	4%	2	2	2
4	0	0%	1	1	1
5	10	18%	5	5	5
6	12	21%	5	5	5
7	0	0%	1	1	1
8	2	4%	2	2	2
9	5	9%	3	3	3
10	0	0%	1	1	1
11	4	7%	3	3	3
12	2	4%	2	2	2
13	1	2%	1	1	1
14	0	0%	1	1	1
15	0	0%	1	1	1
16	2	4%	2	2	2
17	1	2%	1	1	1
18	1	2%	1	1	1
19	1	2%	1	1	1
20	1	2%	1	1	1
21	1	2%	1	1	1

### 7º Passo: analisar o potencial de ganho com recursos

Foi utilizada a Tabela de Recursos, conforme Tabela 26, para analisar o potencial de ganhos.

**Tabela 26 - Tabela de Recursos**

Processos	Critérios					Pontuação Atribuída					Prioridade
	WIP	Qtd Posições	Espaço Físico	Qtd HE	Qtd de Efetivo	WIP	Qtd Posições	Espaço Físico	Qtd HE	Qtd de Efetivo	
	% do Total	Nº de posições	em m2	em %	% do Total	Prioridade					
1	32%	1	350	12%	24%	5	1	5	5	5	4,2
2	21%	1	350	10%	9%	5	1	4	5	4	3,8
3	5%	1	100	8%	3%	3	1	3	3	2	2,4
4	4%	1	200	12%	3%	3	1	5	5	2	3,2
5	8%	2	400	9%	5%	4	5	3	4	3	3,8
6	7%	2	400	8%	9%	4	5	3	3	4	3,8
7	2%	1	150	12%	3%	2	5	5	5	2	3,8
8	2%	1	150	7%	2%	2	5	2	3	2	2,8
9	2%	1	150	8%	3%	2	5	3	4	2	3,2
10	2%	1	150	5%	1%	2	5	4	2	1	2,8
11	4%	2	400	10%	16%	3	4	4	5	5	4,2
12	1%	1	200	9%	1%	1	5	3	4	1	2,8
13	1%	1	150	5%	3%	1	5	2	2	2	2,4
14	1%	1	150	5%	1%	1	5	2	2	1	2,2
15	1%	1	150	10%	2%	1	5	4	5	1	3,2
16	5%	2	450	15%	12%	1	5	5	5	4	4
17	0%	1	10	2%	1%	1	1	1	1	1	1
18	0%	1	10	2%	1%	1	1	1	1	1	1
19	0%	1	10	2%	1%	1	1	1	1	1	1
20	0%	1	10	2%	1%	1	1	1	1	1	1
21	0%	1	10	2%	1%	1	1	1	1	1	1

**8º Passo: identificar os riscos de suprimentos**

Devido à queda de demanda, as faltas de componentes acabaram. Portanto, foram reduzidos, momentaneamente, os riscos com suprimentos.

**9º Passo: estabelecer a importância dos critérios**

Antes de se estabelecer a importância dos critérios, se analisou a tabela de lead time, conforme Tabela 27.

**Tabela 27** – Tabela de *lead time*

Processos	Critérios e Dados Lead Time	Pontuação Atribuída	Prioridade
		De 1 a 5	
1	5,50	5	5
2	5,00	5	5
3	2,00	2	2
4	4,00	4	4
5	5,00	5	5
6	5,00	5	5
7	4,00	4	4
8	2,00	2	2
9	3,00	3	3
10	1,50	2	2
11	5,00	5	5
12	2,50	3	3
13	2,00	2	2
14	1,50	2	2
15	3,00	3	3
16	5,00	5	5
17	1,50	2	2
18	1,00	1	1
19	1,00	1	1
20	2,00	2	2
21	2,00	2	2

A importância dos critérios foi, consideravelmente, alterada devido às mudanças no cenário, ver Tabela 28.

**Tabela 28** - Matriz de Comparação dos Critérios

	Capacidade	Lead Time	Não Qualidade	Custos / Recursos	Total	%
Capacidade	1	0	0	0	1	6%
Lead Time	2	1	0	0	3	19%
Não Qualidade	2	2	1	0	5	31%
Custos / Recursos	2	2	2	1	7	44%

### 10º Passo: priorizar os processos

A Tabela de Priorização também revelou alterações na priorização dos Processos conforme Tabela 29.

**Tabela 29 - Tabela de Priorização**

Processos	Critérios				Total	Ordem de Prioridade
	Capacidade	Lead Time	Não Qualidade	Custos / Recursos		
	6%	19%	31%	44%	100%	
Processo 1	1	5	5	4,2	4,4	1
Processo 2	1	5	2	3,8	3,3	6
Processo 3	1	2	2	2,4	2,1	13
Processo 4	2	4	1	3,2	2,6	9
Processo 5	1	5	5	3,8	4,2	2
Processo 6	1	5	5	3,8	4,2	3
Processo 7	2	4	1	3,8	2,9	8
Processo 8	1	2	2	2,8	2,3	11
Processo 9	1	3	3	3,2	3,0	7
Processo 10	1	2	1	2,8	2,0	14
Processo 11	1	5	3	4,2	3,8	4
Processo 12	1	3	2	2,8	2,5	10
Processo 13	1	2	1	2,4	1,8	15
Processo 14	1	2	1	2,2	1,7	16
Processo 15	1	3	1	3,2	2,3	12
Processo 16	1	5	2	4	3,4	5
Processo 17	1	2	1	1	1,2	17
Processo 18	1	1	1	1	1,0	20
Processo 19	1	1	1	1	1,0	21
Processo 20	1	2	1	1	1,2	18
Processo 21	1	2	1	1	1,2	19

### 11° Passo: estabelecer um cronograma de Implementação

Os projetos foram programados conforme o Quadro 11.

Processo	Prioridade	Cronograma Anual Para os Projetos <i>Kaizen</i>										
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1	1		■									
2	6							■				
3	13											
4	9											
5	2			■								
6	3				■							
7	8											
8	11											
9	7											
10	14											
11	4					■						
12	10											
13	15											
14	16											
15	12											
16	5						■					
17	17											
18	20											
19	21											
20	18											
21	19											

Quadro 11 - Cronograma de Projetos *Kaizen*

### Passo 13.12 Realizar os projetos *kaizen* e acompanhar os resultados

Os projetos *kaizen* foram acompanhados pelos próprios gestores dos processos.

### 5.2 Considerações Finais

A implementação dos projetos no fluxo produtivo LG03 foi realizada, dividindo-se o escopo do fluxo ao meio, sob a coordenação de dois engenheiros. Na primeira parte do fluxo foi aplicado o método proposto neste trabalho, e na outra parte os projetos foram priorizados, conforme discussões com os gestores dos processos e com as pessoas envolvidas. Após a realização dos projetos simultaneamente no período de um ano, os resultados das duas partes do fluxo, são apresentados comparando-os entre si, de acordo com a Tabela 30.

**Tabela 30 - Análise Comparativa dos Resultados Obtidos**

<b>Resultados em Tópicos</b>	<b>Primeira Parte do Fluxo LG03</b>	<b>Segunda Parte do Fluxo LG03</b>
Quantidade de Projetos Realizados	11	15
Quantidade de Projetos Concluídos	64%	80%
Redução do Lead Time	30%	13%
Redução dos Atrasos	100%	50%
Redução de Etapas dos Processos	28%	3%
Eliminação dos Gargalos no Fluxo	100%	0%
Redução das Não Conformidades	64%	50%
Redução do Tamanho da Equipe	29%	14%
Redução do Espaço Físico ocupado	24%	8%

Desta forma, foi identificado que:

- os resultados pontuais entre os projetos realizados, nas duas partes do fluxo, foram, percentualmente, semelhantes em torno de 30% a 50%, em produtividade, de 50% a 70% em qualidade e de 30% a 50% em redução de recursos, ou seja, os projetos *kaizen* proporcionaram os mesmos resultados pontuais, independentemente de onde foram realizados;
- a quantidade de projetos realizados na segunda parte do fluxo, onde não foi utilizado o método proposto neste trabalho, foi maior que no fluxo inicial, ou seja foram realizados mais projetos *kaizen*;
- os escopos dos projetos *kaizen* realizados na segunda parte do fluxo foram menores que no fluxo inicial, pois suas metas individuais foram estabelecidas em acordo com os gestores dos processos e não pelas necessidades do cliente;

## 6 CONCLUSÃO

A partir do objetivo colocado em foco neste trabalho: proposta de um método de apoio ao planejamento de projetos *kaizen*, procurou-se, inicialmente, caracterizar os problemas e as dificuldades encontrados no planejamento de projetos, durante a aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, para diagnóstico do estado atual e proposição de um estado futuro mais enxuto. A aplicação desta ferramenta vem aumentando de frequência, a cada dia, assim como a adoção dos conceitos apresentados na Manufatura Enxuta, pelas empresas que buscam manter a sua sobrevivência no cenário atual de competição globalizada. Estas considerações permitem elaborar as primeiras conclusões deste trabalho:

- os conceitos apresentados pela Manufatura Enxuta já estão largamente conhecidos nas organizações e no meio acadêmico. Apenas o fato de adotá-los, como parte da estratégia empresarial, tende a não representar vantagens e diferenciais competitivos, mas requisito básico à sobrevivência no cenário atual;
- a necessidade de aplicação da Manufatura Enxuta, como requisito básico à perpetuação do negócio, não significa facilidade e simplicidade na implementação. Muitas empresas ainda fracassam ou obtêm apenas benefícios parciais da jornada de transformação enxuta, devido aos erros cometidos durante os esforços dessa implementação; e
- a assertividade no planejamento de projetos, a agilidade na implantação, o proveito de lições aprendidas e a concentração de energia são fatores que podem proporcionar vantagens competitivas para as empresas competidoras entre si, que estão iniciando a jornada da transformação enxuta.

Para contribuir no planejamento dos projetos *kaizen* outros métodos, conceitos e ferramentas podem ser utilizados de maneira híbrida, conjugando seus benefícios e potencializando seus resultados. Neste sentido podem-se elaborar algumas conclusões iniciais:

- a abordagem da Teoria das Restrições deve estar presente nos métodos de apoio à priorização de projetos aplicados à Manufatura Enxuta. A consideração do recurso restritivo, como limitador do sistema, contribui na priorização dos projetos *kaizen* a caminho da transformação do estado atual no estado futuro mais enxuto; e
- a proposta de um método de apoio para determinado objetivo deve considerar o público que irá utilizá-lo na prática. Sua estrutura conceitual e fluxo de aplicação processual devem também considerar sua praticidade e seu potencial de aderência, em função das limitações e valores das pessoas que os utilizarão. Ou seja, uma ferramenta de apoio muito complexa e burocrática pode ser de difícil aceitação no ambiente produtivo;

A aplicação do método proposto no fluxo produtivo LG03 da “Aeronáutica ABC” e sua comparação à aplicação da Manufatura Enxuta, em outro fluxo, sem sua utilização, permite elaborar algumas conclusões finais que sugerem a eficácia do método:

- foi proposto o método de apoio ao planejamento de projetos para Manufatura Enxuta, considerando as necessidades da empresa, dos desperdícios identificados e das limitações de recursos. O método reduziu significativamente a subjetividade e incertezas no planejamento dos projetos;

- a integração das ferramentas enxutas, da abordagem da Teoria das Restrições, da Matriz GUT e do Método KT, proporcionou maior assertividade ao diagnóstico e à priorização do fluxo de valor;
- o método foi estabelecido de forma prática e simples, facilitando sua aceitação e disseminação;
- os resultados globais, para a empresa e para o cliente final, oriundos dos projetos *kaizen* realizados na primeira parte do fluxo foram maiores do que na segunda parte do fluxo onde o método proposto não foi utilizado, ou seja, menos projetos *kaizen* realizados geraram mais resultados sistêmicos;
- todos os fornecedores contatados realizaram os projetos sugeridos e reduziram, significativamente, os impactos pra o fluxo LG03;
- em 2009, a empresa percebeu a importância dos projetos *kaizen*, também nos fornecedores e, diferentemente do que vinha praticando até então, decidiu melhorar as relações de parceria e bancar os custos de realização de projetos *kaizen* nos principais fornecedores;
- o método proposto foi apresentado em outubro de 2008 para o presidente e vice-presidente da empresa que o aprovaram; e
- a partir de janeiro de 2009, o método foi adotado como procedimento padrão para planejamento dos projetos de melhoria da “Aeronáutica ABC” sob a denominação de “Visão de Excelência”.

### **Sugestões de Pesquisas Futuras**

O estudo de caso foi realizado numa empresa da indústria aeronáutica, porém sua proposta é genérica e supostamente aplicável a qualquer empresa de qualquer ramo industrial. Neste sentido sugere-se que sejam realizados outros estudos de caso em ramos industriais diferentes para análise e comprovação de sua generalidade.

O método proposto possibilita priorizar os projetos locais, considerando todo fluxo de valor sob o ponto de vista de atendimento (capacidade), qualidade e custos, porém não determina o quanto se deve investir nas melhorias locais, em função de sua correlação com o

fluxo e potenciais benefícios para a empresa. Por outro lado, grande parte das análises de viabilidade das melhorias e condições de retorno sobre o investimento, não consideram a perspectiva do fluxo todo. Neste sentido, propõem-se como pesquisas futuras estudos que tragam a perspectiva do fluxo de valor e viabilizem maiores investimentos para sua melhoria, pela comprovação do retorno de seus investimentos, ou seja, pesquisas que determinem o quanto se pode investir em cada processo do fluxo de valor em função de seu impacto ao fluxo para a melhoria do atendimento, aumento da qualidade e redução dos custos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. **Proposta de um modelo híbrido de gestão da produção: aplicação na indústria aeronáutica.** 2001. 255f. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BALLÉ, F., BALLÉ, M. **A mina de ouro: uma transformação lean em romance.** Porto Alegre: Bookman, 2007.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** – 5. Ed.– Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. **Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.** São Paulo, Atlas, 1996.

CUNHA, L. O. **Proposta de um método de implementação da manufatura enxuta como suporte ao sistema de gestão da qualidade: aplicação em uma empresa da indústria aeronáutica.** 2009. 162f. Tese de mestrado em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

ELIAS, L. S. **Proposta de um método de implementação dos princípios e ferramentas da manufatura enxuta: Aplicação na indústria aeronáutica.** 2009. 147f. Tese de mestrado em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

FELD, W. M. **Lean Manufacturing. Tools, techniques and how to use them.** Simon & Schuster, Nova York. 2000.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

FREITAS, W. L. S. **Método de Análise Hierárquica: Estudo de caso na Priorização de Projetos.** 2003. 113f. Tese de mestrado em produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

GARDINER, S. C.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, L. R. **The Evolution of the Theory of Constraints.** Production and Inventory Management Journal, p.13-16, may/jun. 1994.

GOLDRATT, E. M. **A síndrome do palheiro**. São Paulo: Educator, 1992

GOLDRATT, E. M; COX, J. **A meta**. São Paulo: Educator, 1995.

GOLDRATT, E. M; FOX, R. E. **A corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: Educator, 1994.

HARRIS, R.; HARRIS, C.; WILSON, E. **Fazendo fluir os materiais**: um guia lean de movimentação de materiais para profissionais de operações, controle de produção e engenharia. Lean Institute Brasil. São Paulo, 2004.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O Administrador Racional: Uma Abordagem Sistemática à Solução de Problemas e Tomadas de Decisões**. 2ª Edição. São Paulo, Editora Atlas, 1980.

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

LIPP, M. N. **Pesquisas sobre stress no Brasil: saúde, ocupações e grupos d risco**. Campinas: Papyrus, 1996.

LOPEZ, C. F. **Os desafios de levar o lean aos fornecedores: a experiência da Bosch**. Lean Institute Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J. **Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2007.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2. Ed., Rev., aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAY, M. E. **The elegant solution: Toyota's formula for mastering innovation**. New York: Free Press, 2007.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

NAZARENO, R. R. **Proposta de um método para a concepção, desenvolvimento, implementação e monitoramento de um sistema de produção enxuta.** 2003. 167f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

NOREEN, E. W.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. **A Teoria das Restrições e suas implicações na contabilidade gerencial.** São Paulo: Eucator, 1996.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 2007.

PELOSI, J. M. M. **Lean enterprise: a gestão enxuta em busca da excelência.** Lean Institute Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos.aspx>. Acesso em: 15 abr. 2010.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos.** São Paulo: Atlas, 2007.

ROTHER, M; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção.** São Paulo. Lean Institute Brasil, 2002.

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

RYTTER, N. G.; DON, A.; VOSS, C. **Lean process improvement activities: bridging short term outcomes and long term sustainability.** EUROMA, 2007.

SAATY, T. L. **Multicriteria decision Making: the analytic hierarchy process.** 2. ed. Pittsburgh: RWS Publications, 1996. 1 v.

SHINGO, S. **Study of Toyota Production System from Industrial Engineering Viewpoint.** Tokyo, Japan: Management Association, 1991.

VEIGA, G. L.; FAYET, R. A.; KOBAYASHI, T. **Aplicação do Jishuken para o estímulo do aprendizado organizacional – um estudo de caso.** Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campos, 1992.

**WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

## FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO  DM	2. DATA  26 de maio de 2010	3. REGISTRO N°  DCTA/ITA/DM-019/2010	4. N° DE PÁGINAS  125
5. TÍTULO E SUBTÍTULO:  Proposta de um método de apoio ao planejamento de projetos kaizen: aplicação na indústria aeronáutica			
6. AUTOR(ES):  <b>Fernando Reimberg Syrio</b>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES):  Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR:  Manufatura Enxuta. <i>Kaizen</i> . Indústria Aeronáutica.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO:  Produção enxuta; Manufaturas; Melhoria contínua; Administração de projetos; Indústria aeronáutica; Engenharia de produção; Engenharia aeronáutica			
10. APRESENTAÇÃO:  <b>X Nacional</b>  <b>Internacional</b>  ITA, São José dos Campos. Curso de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica. Área de Produção. Orientador: Dr. João Murta Alves. Defesa em 07/05/2010. Publicada em 2010.			
11. RESUMO:  Este trabalho propõe um método de apoio ao planejamento de projetos <i>kaizen</i> , priorizando-os em função das necessidades dos clientes e da empresa em questão, dos desperdícios identificados em seu fluxo de valor e das limitações de recursos para realizar todas as modificações necessárias simultaneamente. Para esta priorização dos projetos <i>kaizen</i> , o método proposto integra algumas ferramentas, conceitos e métodos já conhecidos como o Mapeamento do Fluxo de Valor, a Teoria das Restrições, o Método KT e Matriz GUT, apresentando-os de forma híbrida e numa sequência de passos pré-determinados. O método é estabelecido de forma prática e simples para facilitar sua aceitação na empresa na qual estiver sendo utilizado. Sua aplicação se dá num fluxo produtivo de uma grande empresa da indústria aeronáutica e seus resultados comparados à realização de projetos <i>kaizen</i> da forma tradicional, num outro fluxo produtivo da mesma empresa, porém sem a utilização do método proposto neste trabalho. O método contribui para a redução da subjetividade e dúvidas encontradas durante o planejamento dos projetos <i>kaizen</i> , e seus resultados mostram-se positivos para obtenção dos benefícios necessários à empresa e aos clientes de forma mais rápida e significativa.			
12. GRAU DE SIGILO:  <input checked="" type="checkbox"/> OSTENSIVO <input type="checkbox"/> RESERVADO <input type="checkbox"/> CONFIDENCIAL <input type="checkbox"/> SECRETO			

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)