

Método para priorização de projetos na implementação do Lean Manufacturing – Aplicação na indústria Aeronáutica

Fernando Reimberg Syrio

João Murta Alves

Elias Vicente

ITA

ITA

ITA

Fernando_reimberg@hotmail.com

murta@ita.br

Elias.vicente@embraer.com.br

RESUMO

A crescente necessidade por melhoria contínua tem expandido a aplicação do Lean Manufacturing de forma que apenas sua adoção tende a não mais representar diferenciais competitivos relevantes, mas pré-requisito para perpetuação. Neste cenário, ganham importância a profundidade e velocidade desta implementação para obtenção dos benefícios necessários. Este trabalho propõe um método para priorizar projetos Lean, considerando recursos insuficientes às modificações necessárias simultaneamente. O método foi aplicado num fluxo produtivo da “Aeronáutica ABC” e seus resultados comparados a implementação Lean em outro fluxo da empresa sem a utilização do método, mostrando-se eficaz na obtenção dos resultados necessários mais significativa e rapidamente.

Palavras-Chave: Priorização. Lean Manufacturing. Kaizen.

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O problema em estudo resume-se na dificuldade e subjetividade encontradas para priorização de projetos kaizen (projetos lean ou projetos de melhoria) num determinado fluxo de valor, em função das necessidades globais das empresas e seus atuais recursos disponíveis. Esta subjetividade expõe o projeto a riscos de investimentos inadequados dos esforços em processos com menor relevância sistêmica, algumas vezes influenciada por gestores dos próprios processos, em função de seus interesses e receios pessoais.

Na busca por resultados cada vez melhores e seguindo as instruções de Womack (2004) e até mesmo de Ohno (2007), muitas empresas partiram para atividades massivas de eliminação dos desperdícios através de ataques Kaizen, Jishukens, blitzes de Melhoria Contínua, etc. Porém a grande maioria esqueceu-se de uma etapa descrita como a mais importante, de acordo com Womack & Jones (1998): mapear o fluxo de valor e analisar quais impactos cada projeto de melhoria local traria para o resultado global. Segundo Womack & Jones (1998), apesar de grandes mudanças locais até mesmo impressionantes reduções de 50% a 80% dos tempos dos processos individuais, os resultados globais para a empresa e para o cliente final foram poucos. Como ajuda para se escapar desta armadilha, Mike Rother e John Shook publicaram “Learning to See” em 1999, apresentando o método para mapeamento do fluxo de valor em forma de manual prático de instrução, o qual tem ajudado de forma fantástica a conectar os projetos kaizen, otimizando os resultados globais do fluxo de valor sob o ponto de vista do cliente final. Porém no dia-a-dia de aplicação prática da ferramenta VSM (Value Stream Mapping ou Mapeamento do Fluxo de Valor), geralmente encontra-se dificuldades e dúvidas após o mapeamento, diante dos inúmeros desperdícios e oportunidades de melhoria encontrada ao longo do fluxo atual. As dúvidas se resumem em: qual etapa do

fluxo deve-se priorizar e realizar projetos kaizen, de forma que os resultados mais relevantes sejam obtidos mais intensamente, nos menores tempos possíveis?

A aplicação do VSM aponta claramente os desperdícios que devem ser atacados para a transformação do fluxo atual num fluxo de valor mais enxuto, porém não há um método claramente definido que atenda à necessidade de se priorizar os projetos kaizen de forma inequívoca, para se alcançar mais rapidamente os resultados do estado futuro. Esta priorização é importante principalmente nos casos em que não se dispõe de recursos suficientes para realizar todos os projetos kaizen necessários simultaneamente. 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 no fluxo de valor e de longos “lead time”, como o da indústria aeronáutica, indústria naval, etc., esta previsão de ganhos é subjetiva e de difícil determinação apenas visualmente no fluxo desenhado. Se os projetos kaizen não forem assertivamente priorizados em função dos recursos disponíveis e da urgência na obtenção dos resultados globais necessários, haverá grandes riscos de descrédito e enfraquecimento do patrocínio da alta administração às atividades de implementação. Por esta razão faz-se necessário a utilização de um método mais quantitativo para apoiar o planejamento de projetos kaizen priorizando-os de forma inequívoca.

1.2 RELEVÂNCIA

A necessidade de rapidez na obtenção dos resultados com cada vez menos recursos disponíveis, ganha relevância no cenário atual de competição global cada vez mais acirrada. De acordo com Pires (2007), muitas empresas que apoiavam sua sobrevivência num mercado pouco competitivo tiveram que se adequar à competição baseada em níveis de desempenho globais, intensificar as atividades de eliminação dos “muda” (tradução para palavra “desperdício” em japonês) e simplificar continuamente seus processos produtivos. Para a eliminação dos “muda” têm-se implementado e disseminado largamente no meio industrial os princípios, conceitos e ferramentas do Lean Manufacturing que sem dúvidas tem proporcionado resultados bastante significativos. Seus princípios vêm sendo disseminados de tal forma que simplesmente o fato de se adotar suas práticas, já não garante toda vantagem competitiva necessária à perpetuação do negócio, principalmente se tais práticas não forem implementadas de forma determinada e estratégica, produzindo os maiores benefícios possíveis no menor espaço de tempo necessário.

1.3 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é contribuir para o aprimoramento da aplicação do Lean Manufacturing através do Mapeamento do Fluxo de Valor e realização de projetos kaizen.

Os objetivos específicos são propor um método de apoio à priorização de projetos kaizen em função dos desperdícios identificados no fluxo de valor e necessidades da empresa e aplicar o método proposto na indústria aeronáutica, especificamente no fluxo produtivo LG03 da empresa “Aeronáutica ABC”.

A proposta metodológica é de natureza aplicada, utilizada no fluxo de valor do produto LG03 da empresa “Aeronáutica ABC” para depois de validado, o expandir a todas suas outras famílias e possivelmente a outras empresas interessadas.

O problema foi abordado de forma quantitativa através do método proposto de priorização dos critérios relevantes e de forma qualitativa pela interpretação dos fenômenos e

a atribuição de significados onde o ambiente do trabalho e a equipe do projeto também foram fonte direta para coleta de dados. Os objetivos da pesquisa foram explorados por meio de pesquisas bibliográficas e do estudo de caso realizado na família de produtos LG03 na empresa “Aeronáutica ABC”.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em seis seções. A Seção 2 revisa brevemente os conceitos básicos do Lean Manufacturing, do Mapeamento do Fluxo de Valor, da ferramenta Projeto Kaizen, do processo de melhoria contínua segundo a Teoria das Restrições e da matriz GUT utilizada para priorização de projetos. A Seção 3 apresenta o método proposto para priorização dos projetos kaizen. A Seção 4 apresenta a aplicação do método proposto bem como seus resultados e benefícios. Finalmente, a Seção 5 apresenta as conclusões do presente trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEAN MANUFACTURING

O Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta) é um termo cunhado no final da década de 80 para definir um novo sistema de produção, cujo principal objetivo é a eliminação dos desperdícios e satisfação do cliente. Dentre as etapas de implementação do sistema Lean Manufacturing sugeridas pelo Lean Institute Brasil, a primeira delas após o entendimento dos conceitos básicos, refere-se ao Mapeamento do Fluxo de Valor, a fim de se atuar localmente obtendo benefícios sistêmicos.

2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Segundo Rother e Shook (2003), um fluxo de valor é toda ação que agrega ou não valor, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto. Afirma 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.

2.3 PROJETO 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”. É um conceito que une a filosofia, os sistemas e as ferramentas Lean para a solução de problemas. Algumas empresas o abordam o kaizen como um “workshop” e o chamam de Semana Kaizen, Projeto Kaizen, Blitz Melhoria Contínua, Jishuken, etc.

2.4 PROCESSO DE MELHORIA CONTÍNUA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

De acordo com Goldratt e Cox (1995), o processo de melhoria contínua a Teoria das Restrições, deve seguir os seguintes passos: 1 - Identificar as restrições do processo; 2 - Explorar as restrições do sistema; 3 - Subordinar tudo o mais às decisões referentes às restrições; 4 - Elevar a restrição do sistema; 5 - Voltar ao passo 1 para identificar a próxima restrição do sistema. Não deixar que a inércia torne-se a próxima restrição.

2.5 GUT – GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA

Segundo Meireles (2001), a GUT é uma ferramenta usada para definir prioridades dadas diversas alternativas de ação, levando em consideração a: Gravidade, Urgência e Tendência do fenômeno. Por gravidade devemos considerar profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuarem sobre ele; Por urgência devemos considerar o tempo

para a eclosão dos danos se não se atuar sobre o problema; Por tendência devemos considerar o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação.

3. O MÉTODO PROPOSTO

Segundo Alves (2001), um modelo híbrido de gestão da produção na indústria aeronáutica, considerando vários aspectos e fatores de desempenho, pode gerar relevantes vantagens competitivas. O método proposto para priorização dos projetos kaizen se orienta por esta abordagem e é apresentado nos passos descritos a seguir.

3.1 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E VALOR

Antes do mapeamento do fluxo de valor, deve-se verificar qual a estratégia da empresa definida para o período vigente. Isto pode ser realizado analisando os planos diretores da alta administração da empresa, aliado ao significado de valor sob o ponto de vista do cliente final. Ou seja, deve-se identificar o que é mais importante: Redução dos custos? Eliminação dos atrasos? Redução do lead time? Aumento da capacidade produtiva? Melhoria da qualidade? Esta identificação é fundamental, especialmente no início da implementação dos projetos, para que os resultados iniciais confirmem o potencial do método e ganhe credibilidade e patrocínio da alta administração da empresa.

3.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (ESTADO ATUAL)

3.3 LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS (DESPERDÍCIOS, IMPACTOS EXTERNOS, DESEMPENHO, ETC.)

3.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (ESTADO FUTURO)

As etapas 3.2, 3.3 e 3.4 são aplicadas exatamente como proposto por Rother e Shook (2003), mapeando o estado atual do fluxo de valor, identificando seus problemas e oportunidades e construindo um mapa do estado futuro de forma a criar em fluxo contínuo, de acordo com Rother & Harris (2003), fazendo fluir os materiais, conforme Harris, Harris & Wilson (2004) e transformando assim o fluxo de valor atual num fluxo de valor enxuto.

3.5 QUADRO DE CAPACIDADE

Em função dos princípios da Teoria das Restrições, o método propõe uma análise de cada processo do fluxo de valor sob o ponto de vista das restrições do sistema, utilizando o quadro de capacidade ilustrado no Quadro 1, que em função dos tempos de ciclos, variabilidade do processo e quantidade de recursos, determina as etapas mais significativas, ordenando-as conforme sua importância.

3.6 QUADRO DE QUALIDADE

Neste passo, devem-se coletar dados das etapas do fluxo sob o ponto de vista da geração de não conformidades e retrabalhos. A análise de cada etapa deve considerar a quantidade de não conformidades geradas, bem como seus custos equivalentes e a partir disto ordenar as etapas do fluxo em função de sua representatividade, conforme ilustrado no Quadro 2.

3.7 QUADRO DE RECURSOS

O objetivo deste quadro, ilustrado no Quadro 3, é identificar qual a importância de cada etapa do fluxo para os desperdícios que elevam os custos para a empresa e para os

clientes. Para isto o quadro analisa cada etapa identificando o quanto é significativa em função da representatividade do estoque em processo, da quantidade de ferramental utilizada, do tamanho do espaço físico consumido, quantidade de horas extras despendidas, quantidade de operadores efetivos, e da taxa de ocupação dos operadores (similar à taxa de agregação dentro do processo). Sob o ponto de vista destes recursos, as etapas do fluxo são ordenadas em função de sua representatividade.

3.8 MATRIZ DE RISCOS DOS FORNECEDORES

Seu objetivo é identificar quais fornecedores de primeira camada estão impedindo a estabilidade básica do fluxo de valor. No método proposto utiliza-se a matriz GUT para identificar sua representatividade e ordená-los conforme relevância para o fluxo de valor, conforme ilustrado na Tabela 1.

3.9 MATRIZ DE COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS

Analisando cada etapa do fluxo em função da capacidade, qualidade e recursos, faz-se necessário, para priorização, uma ponderação de relevância de cada critério em função dos objetivos estratégicos da empresa e da perspectiva do cliente final. Para isto a matriz de comparação confronta os critérios entre si para ponderação de relevância de cada um deles, atribuindo pesos equivalentes, conforme Tabela 2.

3.10 MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO

Até este passo da aplicação do método, já se detém todas as informações dos processos sob o ponto de vista de atendimento, qualidade e custos bem como o grau de importância de cada critério em função dos objetivos estratégicos da empresa e valor sob a ótica do cliente. Neste instante analisam-se estes dados com a conectividade das etapas no fluxo de valor. Trata-se de uma análise qualitativa conjugada com ponderações quantitativas. Este passo utiliza as informações pontuais de cada processo e as analisa sob o ponto de vista sistêmico, explorando suas inter-relações de dependência. A matriz de priorização, ilustrada na Tabela 3, serve como ferramenta a esta conjugação, pontuando cada etapa do processo em função de sua representatividade em cada critério identificado. Seu resultado é a ordenação das etapas do fluxo em grau de prioridade para realização dos projetos kaizen.

3.11 CRONOGRAMA DE PROJETOS

O cronograma de projetos é subdividido em dois subitens: Cronograma Interno e Cronograma de Fornecedores. O cronograma interno sugere uma programação de projetos kaizen em função do tempo, conforme indicações da Matriz de Priorização para os processos internos. O Cronograma de Fornecedores sugere também uma programação de projetos kaizen em função do tempo, porém em função da Matriz de Riscos dos Fornecedores de primeira camada. 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. O cronograma de fornecedores deve ser negociado através de busca de parcerias e integração de clientes e fornecedores de primeira camada.

3.12 QUADRO DE METAS

Em função de todas as informações coletadas, oportunidades identificadas, conectividade dos processos analisada, objetivos estratégicos considerados, valores identificados e ferramentas proposta pelo Lean, é possível se estimar os resultados previsto e

determiná-los como metas a serem acompanhadas e atingidas no processo de implementação do Lean. Para isto propôs-se o Quadro de Metas, ilustrado no Quadro 4.

4. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Após o processo de sensibilização da direção da empresa, treinamentos e estruturação das equipes de trabalhos, as ferramentas Lean começaram a ser implementadas. Neste trabalho foram analisados a aplicação do método proposto e resultados obtidos no fluxo de valor, porta-a-porta, da fabricação do produto LG03.

4.1 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E VALOR

Os objetivos estratégicos para a “Aeronáutica ABC” foram considerados em função dos pronunciamentos do Presidente, bem como de seus Planos de Metas Anuais. Também foram estudadas as pesquisas de satisfação realizadas nos momentos das entregas de aeronaves para os clientes finais. Estas 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 Lean Manufacturing 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.

4.2 MAPA DO FLUXO DE VALOR (ESTADO ATUAL)

Para coordenação deste trabalho de implementação no fluxo LG03, foram selecionados dois engenheiros, sendo que um deles foi destinado aos processos desde o cliente final até a metade do fluxo sentido montante, enquanto o outro engenheiro, autor deste trabalho, destinou-se aos processos posicionados da metade do fluxo para as atividades iniciais, conforme tracejado na Figura 1 abaixo:

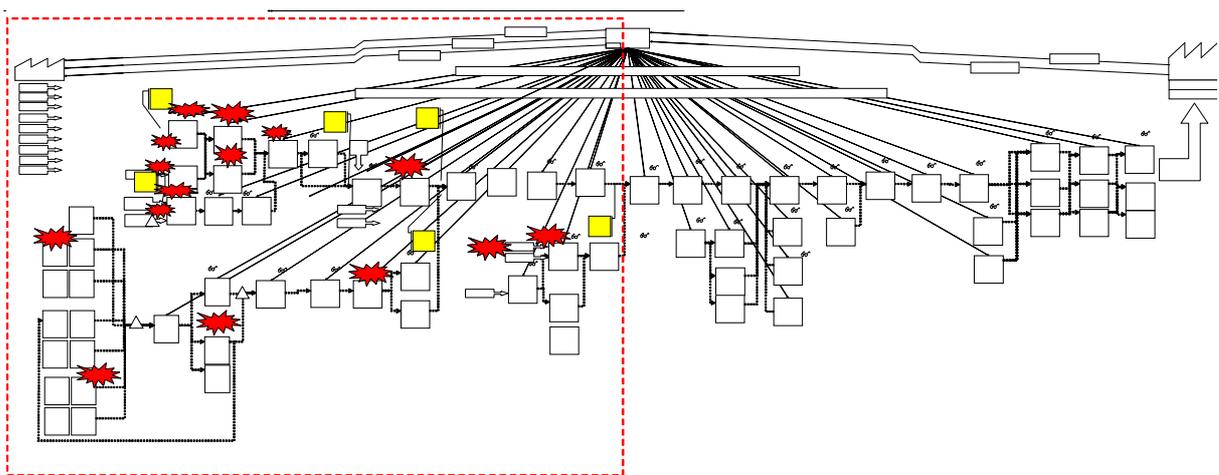


Figura 1 - Mapa do Fluxo de Valor LG03 dividido em duas partes

4.3 MAPA DO FLUXO DE VALOR (ESTADO FUTURO)

Logo em seguida, também conforme a orientação de Rother e Shook (2003), o mapa do estado futuro foi desenvolvido enfatizando nesta primeira versão, os pontos necessários à

estabilidade básica do processo, através do atendimento do takt time, introdução do fluxo contínuo e a eliminação dos principais desperdícios que vinham consumindo recursos sem agregar valor ao produto e ao cliente.

4.4 QUADRO DE CAPACIDADE

O Quadro de capacidade foi desenvolvido em função dos tempos de ciclo de cada etapa, da quantidade de ferramentais (posições) utilizados, no tempo disponível de cada etapa para o fluxo deste produto e da variação do processo considerando primeiramente sua capacidade mais provável, e posteriormente sua pior e melhor capacidade. A capacidade “mais provável” de cada Processo obtido em função de seu “Ciclo mais provável”, “Quantidade de Posições” e “Dedicação do recurso” foi comparada à demanda, identificando os processos que não a atendem e ordenando-os em função de sua prioridade, conforme Quadro 1:

Quadro 1 - Quadro de Capacidade LG03

Processo	Ciclo em cada Posição (dias)			Qtde Posições	Dedicação do Recurso	Demanda (av/mês)	Capacidade (av/mês)			GAP (DEM-CAP)	Prioridade
	Melhor Ciclo	Pior Ciclo	Mais provável				Melhor Capacidade	Pior Capacidade	Mais Provável		
1	8,0	14,0	10,0	2	100%	4	5,0	2,8	4,0	0,0	2
2	3,5	5,0	4,0	1	100%	4	5,7	4,0	5,0	-1,0	5
3	1,5	2,0	2,0	1	100%	5	13,3	10,0	10,0	-5,0	12
4	1,8	5,0	4,0	1	50%	5	5,5	2,0	2,5	2,5	3
5	5,0	7,0	6,0	2	100%	5	8,0	5,7	6,6	-1,6	7
6	4,0	6,0	5,0	2	100%	5	10,0	6,6	8,0	-3,0	9
7	1,8	5,0	4,0	1	50%	5	5,5	2,0	2,5	2,5	4
8	1,7	3,0	2,0	1	100%	5	11,6	6,6	10,0	-5,0	11
9	2,0	3,0	3,0	1	100%	5	10,0	6,6	6,6	-1,6	8
10	1,5	2,0	1,5	1	100%	5	13,3	10,0	13,3	-8,3	14
11	10,0	12,0	12,0	3	100%	4	6,0	5,0	5,0	-1,0	6
12	2,0	2,5	2,5	1	100%	4	10,0	8,0	8,0	-4,0	10
13	1,5	2,0	2,0	1	100%	4	13,3	10,0	10,0	-6,0	13
14	1,0	2,0	1,5	1	100%	4	20,0	10,0	13,3	-9,3	15
15	2,0	3,0	3,0	3	100%	4	30,0	20,0	20,0	160	17
16	15,5	18,0	16,0	3	100%	4	3,8	3,3	3,7	0,2	1
17	1,5	2,0	1,5	1	100%	4	13,0	10,0	13,3	-9,3	16
18	0,8	1,0	1,0	1	100%	4	25,0	20,0	20,0	-16,	18
19	0,8	1,0	1,0	1	100%	4	25,0	20,0	20,0	-16,	19
20	1,0	2,0	2,0	2	100%	4	40,0	20,0	20,0	-16,	20
21	1,0	2,0	2,0	2	100%	4	40,0	20,0	20,0	16,	21

4.5 QUADRO DE QUALIDADE

Foi construído 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 no Quadro 2:

Quadro 2 - Quadro de Qualidade LG03

Processos	Dados coletados		Pontuação Atribuída		Total	Prioridade
	Não Qualidade		Não Qualidade			
	Quantidade	Custo	Quantidade	Custo		
1	27	29%	4	4	16	2
2	4	5%	2	3	6	4

3	4	5%	2	3	6	5
4	0	0%	1	1	1	9
5	10	11%	3	4	12	3
6	36	33%	5	5	25	1
7	0	0%	1	1	1	10
8	3	4%	2	3	6	6
9	5	6%	2	3	6	7
10	0	0%	1	1	1	11
11	4	4%	2	3	6	8
12	2	1%	2	2	4	12
13	1	1%	1	1	1	13
14	0	0%	1	1	1	14
15	0	0%	1	1	1	15
16	2	2%	1	1	1	16
17	1	0%	1	1	1	17
18	1	0%	1	1	1	18
19	1	0%	1	1	1	19
20	1	0%	1	1	1	20
21	1	0%	1	1	1	21

4.6 QUADRO DE RECURSOS

O Quadro de Recursos utilizou a mesma lógica de comparação e priorização dos processos em função dos recursos consumidos conjugados, conforme ilustrado no Quadro 3:

Quadro 3 - Quadro de Recursos LG03

Processos	Critérios e Dados Coletados					Pontuação Atribuída					Total	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	48%	2	700	12%	24%	5	5	5	5	5	3125	1
2	16%	1	350	10%	9%	4	5	3	5	4	1200	4
3	4%	1	100	8%	3%	3	1	2	3	2	36	9
4	3%	1	200	12%	3%	3	1	3	5	2	90	7
5	6%	2	400	9%	5%	3	4	4	4	3	576	5
6	6%	2	400	8%	9%	3	4	4	3	4	576	6
7	2%	1	150	12%	3%	2	1	2	5	2	40	8
8	2%	1	150	7%	2%	2	1	2	3	2	24	11
9	1%	1	150	8%	3%	2	1	2	4	2	32	10
10	1%	1	150	5%	1%	2	1	2	2	1	8	14
11	3%	3	600	10%	16%	3	5	5	5	5	1875	2
12	1%	1	200	9%	1%	2	1	3	4	1	24	12
13	1%	1	150	5%	3%	2	1	2	2	2	16	13
14	1%	1	150	5%	1%	2	1	2	2	1	8	15
15	1%	1	150	10%	2%	2	1	2	5	1	20	16
16	4%	3	450	15%	12%	3	5	4	5	4	1200	3
17	0%	1	10	2%	1%	1	1	1	1	1	1	17

18	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	3	18
19	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	3	19
20	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	3	20
21	0%	2	10	2%	1%	1	3	1	1	1	3	21

4.7 Matriz de Riscos dos Fornecedores

Os fornecedores de primeira camada foram avaliados, pontuados e priorizados em função dos riscos e impactos que geravam ao fluxo LG03, através da Matriz GUT, ilustrada Tabela 1:

Tabela 1 - Matriz de Riscos dos Fornecedores

Atrasos e Faltas		G	U	T	Total	Prioridade
Fornecedor A	Produto 1	1	1	1	1	12
	Produto 2	1	1	1	1	13
	Produto 3	1	1	1	1	14
	Produto 4	1	1	1	1	15
	Produto 5	1	1	1	1	16
	Produto 6	1	1	1	1	17
	Produto 7	5	5	5	125	1
	Produto 8	1	5	4	20	10
	Produto 9	3	3	3	27	8
	Produto 10	3	3	3	27	9
	Produto 11	1	1	1	1	11
Fornecedor B	Produto 12	5	5	4	100	2
Fornecedor C	Produto 13	5	5	3	75	5
Fornecedor D	Produto 14	5	5	3	75	3
Fornecedor F	Produto 15	4	5	3	60	6
Fornecedor G	Produto 16	4	4	5	80	4
Fornecedor H	Produto 17	3	4	3	36	7
Fornecedor I	Produto 18	3	3	3	27	10

4.8 MATRIZ DE COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS

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, ilustrado na Tabela 2:

Tabela 2 - Matriz de Comparação dos Critérios

	Capacidade	Lead Time	Não Qualidade	Custos / Recursos	Total	%
Capacidade	1	2	1	2	6	40%
Lead Time	0	1	0	0	1	7%
Não Qualidade	0	2	1	2	5	33%
Custos / Recursos	0	2	0	1	3	20%

4.9 MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO

Já ponderado a relevância dos critérios, atribuídos seus devidos pesos pela “Matriz de Comparação” e priorizado cada processo em função dos quadros de Capacidade, Qualidade e de Recursos, utilizou-se a “Matriz de Priorização”, ilustrada na Tabela 3, para priorização final dos processos candidatos à realização dos projetos kaizen.

Tabela 3 - Matriz de Priorização dos Processos

Critérios e Pesos Processos	Critérios				Total 100%	Prioridade
	Capacidade 40%	Lead Time 7%	Não Qualidade 33%	Custos / Recursos 20%		
	Processo 1	2	3	2		
Processo 2	5	10	4	4	5	2
Processo 3	12	11	5	9	9	9
Processo 4	3	12	9	7	6	7
Processo 5	7	4	3	5	5	4
Processo 6	9	5	1	6	5	3
Processo 7	4	13	10	8	7	8
Processo 8	11	14	6	11	10	11
Processo 9	8	15	7	10	9	10
Processo 10	14	16	11	14	13	13
Processo 11	6	2	8	2	6	6
Processo 12	10	17	12	12	12	12
Processo 13	13	18	13	13	13	14
Processo 14	15	19	14	15	15	15
Processo 15	17	20	15	16	16	16
Processo 16	1	1	16	3	6	5
Processo 17	16	21	17	17	17	17
Processo 18	18	6	18	18	17	18
Processo 19	19	7	19	19	18	19
Processo 20	20	8	20	20	19	20
Processo 21	21	9	21	21	20	21

4.10 CRONOGRAMA DE PROJETOS

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 na Tabela 4. Para cada processo priorizado, foi planejado em seqüência, um projeto kaizen.

Tabela 4 - Cronograma de Projetos Kaizen internos LG03

Processo	Prioridade	Cronograma anual para os projetos kaizen										
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
1	1	■										
2	2		■									
3	9								■			
4	7							■				
5	4				■							
6	3			■								
7	8							■				
8	11									■		
9	10									■		
10	13									■		
11	6						■					
12	12										■	
13	14											■
16	5					■						

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

4.11 QUADRO DE METAS

Os projetos foram realizados mensalmente conforme os cronogramas definidos e seus resultados acompanhados através do Quadro de Metas, comparando o realizado com as metas estipuladas. Os resultados obtidos com a aplicação do método durante doze meses deram-se conforme ilustrado no Quadro 4 abaixo:

Quadro 4 - Quadro de Metas e Resultados LG03

Tópico	Sub Tópico	Jan	Objetivo	Mar	Jun	Set	Dez
Atendimento	Quantidade de processos que não atendem o takt	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%

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

A implementação do Lean no fluxo produtivo LG03 foi realizada dividindo-se o escopo do fluxo ao meio, sob a coordenação de dois engenheiros, sendo que em uma 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 pessoas envolvidas. Os resultados de todo o fluxo LG03 bem como das duas partes individuais, comparando-os entre si deram-se conforme a Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Análise comparativa dos resultados obtidos

Resultados em Tópicos	Fluxo Inicial LG03	Fluxo Final LG03	Fluxo Total LG03
-----------------------	--------------------	------------------	------------------

Quantidade de Projetos Realizados	11	15	26
Quantidade de Projetos Concluídos	64%	80%	73%
Redução do Lead Time	30%	13%	22%
Redução dos Atrasos	100%	50%	50%
Redução de Etapas dos Processos	28%	3%	14%
Eliminação dos Gargalos no Fluxo	100%	0%	100%
Redução das Não Conformidades	64%	50%	57%
Redução do Tamanho da Equipe	29%	14%	21%
Redução do Espaço Físico ocupado	24%	8%	15%

- Todos os fornecedores contatados realizaram os projetos sugeridos e reduziram significativamente os impactos para 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;
- A quantidade de projetos realizados no Fluxo Final, onde não foi utilizado o método proposto neste trabalho, foi maior do que no Fluxo Inicial;
- 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% de redução dos recursos;
- O percentual de projetos concluídos no Fluxo Final foram maiores do que no Fluxo Inicial;
- Os escopos dos projetos no Fluxo Final foram menores do que no Fluxo Inicial, pois suas metas individuais e urgência foram estabelecidas em acordo com os gestores dos processos e não pela priorização proposta pelo método;
- Os resultados globais, para a empresa e cliente final, oriundos dos projetos realizados no Fluxo Inicial foram maiores do que na parte onde o método proposto não foi utilizado;
- A utilização do método proposto impediu que os projetos kaizen fossem planejados em função dos interesses, receios, e poderes de influência dos gestores dos processos. Ao contrário, proporcionaram assertividade e seqüência adequada em função das necessidades e urgências do cliente final e da empresa;
- O método proposto foi apresentado em outubro de 2008 para o presidente e vice-presidentes da empresa que o aprovaram;
- A partir de janeiro de 2009, o método foi adotado como procedimento padrão para planejamento dos projetos de melhoria da “Aeronáutica ABC”.

Concluindo, portanto, o método proposto para priorização de projetos na implementação do Lean Manufacturing e utilizado no estudo de caso, proporcionou maior objetividade quantitativa para programação dos projetos bem como resultados mais significativos e mais rapidamente alcançados, em função das necessidades globais da empresa e do cliente final. A priorização ainda é realizada de forma qualitativa, pois as pontuações são atribuídas em consenso, porém as mesmas são atribuídas metodicamente através dos quadros propostos e em função dos dados coletados inequivocamente no chão de fábrica, através dos fatos e não de suposições sustentadas por interesses e receios pessoais.

O tema é amplamente explorado pelo meio científico através do Mapeamento do Fluxo de Valor, porém este trabalho contribui para o refinamento de sua aplicação de forma mais

quantitativa num cenário de urgência nos resultados necessários e limitação de recursos para implementação das melhorias.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. Proposta de um Modelo Híbrido de Gestão da Produção: Aplicação na Indústria Aeronáutica. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas.

GOLDRATT, E. M & COX, J. A Meta. São Paulo: Educator, 1995. p318
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. São Paulo: Lean Institute Brasil – Versão 1.0, 2004

MEIRELES, M. Ferramentas Administrativas para identificar, observar e analisar problemas. São Paulo: Arte & Ciência, 2001. cap.4, p.51-58.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala / Taiichi Ohno; trad. Cristina Schumacher . Porto Alegre: Bookman, 2007.

PIRES, S. R. I. Gestão da Cadeia de Suprimentos: Conceitos, Estratégias, Práticas e Casos. São Paulo: Atlas S.A., 2007. cap.1, p.34-35.

ROTHER, M & HARRIS, R. Criando Fluxo Contínuo: Um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil – Versão 1.0, 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 - Versão 1.3, 2003.

WOMACK, J. P. A máquina que mudou o mundo: Baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel / James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos, tradução de Ivo Korytowski. – Nova ed. Ver. atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004 – 7ª Reimpressão.

WOMACK, J. P. & JONES, D. T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o desperdício e crie riquezas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.