

OTIMIZAÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO DE MÁQUINAS DISPENSADORAS DE CÉDULAS USANDO PRINCÍPIOS DE MENTALIDADE ENXUTA E REEENGENHARIA DE PROCESSOS

OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROCESS OF DISPENSING NOTES MACHINES USING PRINCIPLES OF LEAN THINKING AND REENGINEERING

Rodolfo Marinho dos Santos¹

¹Universidade Federal do Pará- UFPA – Belém - PA - Brasil
rodolfo_marinho@yahoo.com.br

Resumo

Para a atual economia globalizada em que vivemos, a sobrevivência das organizações depende da habilidade e flexibilidade para inovar e efetuar melhorias contínuas em seus processos. Nesse contexto, as organizações buscam novas ferramentas de gerenciamento, que as direcionem para uma maior competitividade através da qualidade e produtividade. Este trabalho apresenta uma proposta de otimização no processo produtivo de Máquinas Dispensadoras de Cédulas usando princípios da Mentalidade Enxuta e da Reengenharia de Processos. O método foi criado através de características encontradas em duas metodologias existentes da Mentalidade Enxuta e de soluções desenhadas pela Reengenharia de Processos com este propósito. Estas características foram identificadas, selecionadas e adaptadas para uso no método seguindo um modelo de gestão de mudança. Em seguida, o método foi aplicado em um processo produtivo de uma empresa de Manaus, a qual faço parte do quadro de funcionários, no cargo de Engenheiro de Processos, seus resultados foram medidos apresentando boas melhorias em relação à maior velocidade de processamento de informações, redução da quantidade de pessoas necessárias e maior porcentagem de tempo de agregação de valor. Por último, foram apresentadas observações sobre as limitações do método e da generalização dos resultados da aplicação apresentada.

Palavras-chave: *lean manufacturing; fluxo de informação; reengenharia de processo.*

1. Introdução

As empresas vêm buscando, cada vez com maior frequência, melhorar as suas operações de forma a manter a competitividade. A aplicação da filosofia, sistema e técnicas da Mentalidade Enxuta vem obtendo bons resultados no sentido de melhorar os processos produtivos para adequar as empresas a esse novo cenário. Não obstante, à medida que os esforços na melhoria do processo produtivo vão sendo realizados, gargalos fora do campo das operações são encontrados e se tornam oportunidades de melhoria significativa para a empresa (BARTELS, 2005). A Reengenharia de Processos surgiu como uma solução para criar ambientes administrativos

mais eficientes por meio de uma nova forma de organizar o trabalho. A presente pesquisa se dar por vir que os últimos anos, o setor de serviços vir crescendo em importância econômica em relação ao setor industrial. Parte das atividades executadas no ambiente industrial pode ser classificada como desperdício de acordo com a definição usada pela Mentalidade Enxuta (OHNO, 1988). As técnicas e principalmente as práticas para melhorar a produtividade deste último tipo de trabalho conseguem alcançar resultados modestos em comparação com os resultados obtidos na realidade fabril por meio da implantação da Mentalidade Enxuta. Parte desta dificuldade existe pela natureza flexível das atividades executadas neste tipo de trabalho característica do tipo de profissional que exerce esta função (DAVENPORT, 1994). Quais características das metodologias existentes para melhoria de processo podem ser orientadas conjuntamente com características da Reengenharia de processos?

2. Mentalidade enxuta

O Pensamento ou Mentalidade Enxuta é definido por Womack e Jones (1996) como “uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar estas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz”.

A Mentalidade Enxuta teve sua origem na indústria automobilística japonesa do pós-guerra, mais especificamente na Toyota Motor Company (LIKER, 2004). A parte mais visível da aplicação da Mentalidade Enxuta é no ambiente produtivo de uma fábrica, onde ela é denominada Produção Enxuta, ou Toyotismo, e pode ser considerada um novo paradigma de produção em relação ao Fordismo. Enquanto este último se apoia no paradigma da economia de escala, o primeiro se apoia em um novo paradigma pós-industrial, baseado na economia de escopo (TACHIZAWA; SCAICO, 1997).

O Quadro 1 sintetiza diferenças básicas entre o Fordismo e o Toyotismo no que tange ao processo de produção:

Quadro 1 – Fordismo x Toyotismo

FORDISMO	TOYOTISMO
<ul style="list-style-type: none"> – Produção em Massa, bens homogêneos. Uniformidade e Padronização. – Grandes Estoques e Inventário. Testes de Qualidade <i>a posteriori</i>. – Longos Tempos de Preparo das Máquinas. Voltada para os Recursos. – Redução de Custos Reduzindo Salários 	<ul style="list-style-type: none"> – Produção em Pequenos Lotes. – Produção flexível de uma Variedade de Tipos de Produtos. – Sem Estoques. – Controle de Qualidade Integrado no Processo. – Tempos de Preparo das Máquinas Curtos. Voltada para a Demanda. – Aprendizagem na Prática Integrada ao Planejamento a Longo Prazo.

Fonte: Adaptado de Tachiza e Scaico (1997)

2.1. Os Cinco Princípios da Mentalidade Enxuta

Há cinco princípios elaborados por Womack e Jones (1996) que devem ser seguidos por uma empresa que almeja adotar a Mentalidade Enxuta como filosofia de trabalho em seus processos. Estes princípios são, em ordem:

a) Determinar o que é **valor** para produtos específicos sob o ponto de vista do cliente final, ou seja, o que efetivamente a empresa está criando que o cliente esteja disposto a pagar. Muitas empresas equivocadamente definem o que é valor olhando para dentro de suas próprias organizações. Quando uma empresa toma uma decisão de produzir certo produto com características baseadas nos recursos de produção que ela possui ou baseadas na opinião dos engenheiros de produto, elas não estão especificando valor de acordo com o desejado pelo cliente. Este, de acordo com a produção enxuta, é o único capaz de especificar o que é valor, e portanto, uma avaliação profunda dos desejos do cliente final é o primeiro passo para conseguir separar o que é do que não é desperdício dentro de uma organização;

b) Identificar o **fluxo de valor** específico de cada produto, ou seja, a coleção de todas as ações realizadas para levar um produto específico de sua forma bruta até as mãos do cliente final. Identificar o fluxo de valor é fundamental para a identificação dos desperdícios no fluxo de produção, de desenvolvimento de produtos e de informação. Devido à vital importância do conceito de fluxo de valor e seu mapeamento na Mentalidade Enxuta;

c) Por meio da análise da cadeia de valor, eliminar os desperdícios implantando **fluxo contínuo** onde for possível. Obter fluxo contínuo significa posicionar os recursos de processamento pertencentes a um fluxo de valor específico de forma próxima, na sequência de operação correta, operando com tempos semelhantes, e sem estoque entre eles. O fluxo contínuo, se cadenciado pelo ritmo de produção correto – o *takt time* – para todos os processos que o compõe, elimina ou reduz drasticamente a maioria dos desperdícios identificados no fluxo de valor, seja como consequência ou requisito para sua implantação (ROTHER; HARRIS, 2002);

d) Puxar a produção de acordo com a demanda do cliente final. Este princípio estabelece que onde não for possível implantar fluxo contínuo, estabelecer a lógica puxada de produção, ou seja, produzir somente o necessário para suprir a demanda do processo posterior, na quantidade correta e no momento correto (SMALLEY, 2004). Este princípio deve ser usado tanto no tratamento dos processos posteriores que não estão em fluxo contínuo quanto no tratamento dos pedidos do cliente externo, sendo que este último é o verdadeiro disparador de toda a produção. A partir de seu pedido, ele inicia toda a cadeia de processamento para restabelecer o que foi consumido por ele, através da sequência de clientes internos existente na fábrica até o fornecedor

(MONDEN, 1997). Melhorias devem ser feitas de forma a possibilitar que haja a flexibilidade necessária para produzir a diversidade pedida pelo cliente na quantidade correta e no tempo correto, como a redução do tempo de *setup* das máquinas (SHINGO, 1996);

e) Melhorar o processo sempre, tendo como objetivo a perfeição. A perfeição, no contexto da Mentalidade Enxuta significa ter estoques zero, flexibilidade infinita, defeitos zero e *lead time* zero. Apesar de ser um objetivo utópico, é útil no sentido de guiar a busca sistemática pela melhoria, feita de forma incremental e constante (OHNO, 1988). Pelo fato de ser um objetivo claramente inalcançável, as melhorias são eternamente perseguidas, sempre tentando elevar o desempenho do processo a um estado mais próximo do “perfeito”. Esta filosofia de trabalho tem sua parte mais visível nos *kaizens*, que são grupos criados e administrados por funcionários da empresa que ocorrem regularmente com o intuito de realizar pequenas, mas sólidas melhorias no processo produtivo seguindo a lógica do ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) (IMAI, 1988).

2.2. Os Sete Desperdícios da Produção Enxuta

A identificação dos desperdícios é uma atividade fundamental na Mentalidade Enxuta para conseguir realizar melhoria em seus processos, e de acordo com Womack e Jones (1996) podem ser de dois tipos:

Desperdício Tipo I: são as atividades que não agregam valor mas são necessárias, e que portanto não podem ser eliminadas. Pela impossibilidade de eliminar essas etapas, os esforços de melhoria devem focar na redução da extensão dessas etapas.

Desperdício Tipo II: são as atividades que não agregam valor e que não são necessárias, e que devem ser eliminadas imediatamente.

O conjunto original de desperdícios foi idealizado por Ohno (1988), com raízes na realidade fabril. Os desperdícios foram classificados em sete tipos, que são, respectivamente:

Desperdícios com superprodução: toda operação que processa materiais/informações em maior quantidade, mais rapidamente, ou antes do que o cliente demanda é desperdício de superprodução. Ao conceber ou administrar um processo com estas características, a empresa está usando recursos em excesso e, portanto gerando custos desnecessários. Este desperdício tem um caráter especial, pois ele gera vários dos outros desperdícios como o desperdício com inventário, transporte, movimentação e espera.

Desperdícios com inventário: Este é o desperdício mais nocivo sob a ótica da produção enxuta. A geração de estoques é resultado da superprodução e tem várias consequências negativas para a empresa. A mais visível é o aumento do lead-time de processamento, que é definido como o tempo que uma peça/informação leva para atravessar todo seu fluxo, desde seu início até chegar ao cliente (WOMACK; JONES, 1996). O aumento do lead-time de produção

tem impacto direto na quantidade de giros de estoque que uma empresa tem em um determinado período de tempo, e tem como consequência prática a necessidade de uma maior quantidade de investimento para a obtenção de um lucro de tamanho igual ao que seria obtido com o mesmo processo possuindo um lead-time mais curto. Este investimento em estoque atinge proporções colossais quando o lead-time é elevado, e este montante de dinheiro retido na forma de estoques afeta drasticamente a rentabilidade do empreendimento (MASKELL; BAGGALEY, 2004). Outra consequência é o investimento que deve ser feito para acomodar e administrar os produtos enquanto eles não são vendidos. Ter estoques gera a necessidade de ter disponível uma área para guardá-los, contratação de pessoal para a contagem, manuseio, fiscalização e transporte destes produtos. Ainda há o risco dos produtos ficarem obsoletos ou se deteriorarem (GOEBEL, 1996). Pelo fato da existência de estoques gerar custos e afetar a rentabilidade da empresa de forma direta, sem gerar absolutamente nenhum valor para o cliente final, ela é classificada como um desperdício.

Desperdícios com transporte: são todas as atividades que envolvem movimentação de peças em processo, matéria-prima ou produto acabado de um lugar a outro, interna ou externamente à fábrica. Apesar de o transporte ser logisticamente necessário na maioria das ocasiões, ele se encaixa no conceito de desperdício por não agregar valor ao cliente final, pois este não está disposto a pagar mais pelo produto em função da quantidade de transportes que este teve pela fábrica, apesar dos custos extras gerados.

Desperdícios com movimentação: toda a atividade de movimentação de operadores, exceto quando este está sendo usado para transformar matéria-prima em produto acabado em um processo efetivamente necessário, é desperdício. Este desperdício inclui movimentos desnecessários durante a operação. Operadores recebem salários, e estes salários são custos para as empresas, então cada elemento de tempo perdido com movimentação desnecessária, é absolutamente desperdício, pois não agrega valor nenhum ao cliente.

Desperdícios com defeitos: toda atividade que quando não é bem executada gera um defeito no produto é desperdício, pois a atividade usou recursos – humanos, materiais e logísticos – e tempo para gerar um resultado que nenhum cliente está disposto a pagar. Mesmo que o defeito gerado seja passível de correção por meio de retrabalho, este último não precisaria existir, se a empresa possuísse processos que gerassem produtos com a qualidade já desejada. O ideal é, segundo (HIRANO, 1989), impedir com que erros sejam possíveis de serem praticados por meio da instalação de mecanismos à prova de erros (*poka yokes*), e assim prevenir o aparecimento de defeitos.

Desperdícios com processamento desnecessário: todo processo de transformação da matéria-prima em produto acabado que não gere valor, como a criação de características de

produtos irrelevantes ao cliente, e todo processo que não visa geração de valor futuro é um processo desnecessário e, portanto, deve ser eliminado.

Desperdícios com espera: a espera de um operador é desperdício porque está gerando custos para a empresa e não está, naquele instante, agregando valor. Uma ocorrência grande do desperdício de espera em uma fábrica pode indicar um excesso de recursos humanos no chão de fábrica ou um mau balanceamento da força de trabalho, este último resultando em uma velocidade de processamento menor do que seria possível com os mesmos recursos.

3. Materiais e Métodos

Uma vez definidas as características, é necessário fazer a seleção de quais irão compor o método deste trabalho.

Para a criação das fases, foi selecionado um modelo de gestão de mudança. O modelo utilizado foi uma adaptação baseada no modelo *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC). O modelo DMAIC é um modelo de gestão da mudança inspirado no ciclo PDCA (FEO; BARNARD, 2005). Seu principal uso é na metodologia *Six Sigma*, que pode ser definido como uma estratégia de gestão de negócios que busca identificar e eliminar as causas que geram defeitos em processos de negócio, originalmente desenvolvido na Motorola (ANTONY, 2008). O método DMAIC consiste em 5 fases, que são, na ordem:

- a) *Define*: nesta fase devem ser definidos os objetivos e metas do projeto de melhoria;
- b) *Measure*: nesta fase deve-se coletar dados relevantes sobre o processo alvo da melhoria;
- c) *Analyze*: de posse dos dados, nesta fase deve-se verificar relações de causa e efeito entre os dados coletados de forma segura;
- d) *Improve*: deve-se agir na otimização do processo alvo baseado na análise dos dados, usando ferramentas próprias para isso, como delineamento de experimentos;
- e) *Control*: o controle é necessário para assegurar-se que não haverá nenhum desvio da meta aplicada que resultará em defeitos. Deve-se criar mecanismos para medir a nova capacidade do processo e seu monitoramento antes que ele entre novamente em operação.

Este modelo de gestão da mudança foi escolhido por conter as seguintes características:

- É um modelo em uso há bastante tempo, portanto já se encontra em seu estado maduro;
- É um modelo conhecido e experimentado pelo autor deste trabalho, que possui boa eficácia, consistência e confiabilidade;
- É um modelo voltado para a implantação de sistemas da Produção Enxuta;
- O acesso a detalhes do método pelo autor deste trabalho é fácil e sem impedimentos.

As características identificadas como proveitosas em alguma das fases desse modelo de gestão de mudança, devem ser incluídas no método, as características que não possuem essa qualidade, devem ser excluídas. O resultado deste estudo encontra-se na Figura 5, onde cada característica foi classificada segundo a fase do modelo proposto onde sua presença seria útil, caso ela existisse. Note que a fase “Analisar e Projetar a Situação Futura” foi denominada simplesmente como “Analisar” no método proposto, por motivo de simplificação.

4. Resultados

4.1. Fase 1: Definir

De acordo com o estabelecido no método criado neste trabalho, a primeira fase consiste em definir o escopo da melhoria a ser implantada e criar a estrutura necessária para que ela se realize e se sustente com o tempo.

Nesta fase, portanto, temos as seguintes etapas estruturadas: 1) criação da estrutura de mudança; 2) definição do escopo de melhoria; e 3) criação do comprometimento necessário na organização.

4.2. Criação da Estrutura de Mudança

A primeira fase – criar a estrutura de mudança – consiste em três atividades: a criação do Comitê Executivo de Direcionamento (CED), do *Champion* e da equipe de mudança. Na empresa alvo onde foi aplicado o método, esta etapa foi realizada em dois dias, por meio de reuniões com as lideranças da empresa e da área alvo, assim que ela foi estabelecida. Dado o tamanho da empresa, da área alvo, e da quantidade de recursos humanos disponíveis para o projeto, tomou-se a decisão conjunta de que o CED não necessitaria ser composto por mais do que duas pessoas, haveria a necessidade de somente um *Champion* e que a equipe de mudança poderia ser composta por somente três pessoas.

De acordo com o método, o CED foi composto pelas lideranças que possuem total controle sobre a área alvo de aplicação. O *Champion* foi selecionado de acordo com a sua capacidade de realizar com competência as atribuições dadas a ele de acordo com o método e a equipe de mudança foi selecionada de acordo com a sua familiaridade com o processo, motivação para a mudança e disponibilidade de horário.

É importante lembrar que nessa aplicação, dado o tamanho da empresa, 60% dos recursos humanos da área alvo selecionada estavam envolvidos diretamente no projeto, sendo que dado o seu valor alto de participação esta característica, facilitou a quebra da resistência à mudança na área alvo.

Frequências razoáveis de reunião entre os envolvidos foram também discutidas e oficializadas para esta estrutura de mudança, de acordo com a necessidade de empenho e disponibilidade de cada envolvido.

A real ocorrência destas reuniões ordinárias estabelecidas, e a participação de cada envolvido nelas não pôde, por razões internas à empresa, ter sido fruto de observação direta. Porém, informações obtidas diretamente do CED foram de que as reuniões aconteciam na Frequência estabelecida e que a participação dos envolvidos era completa na maioria das reuniões.

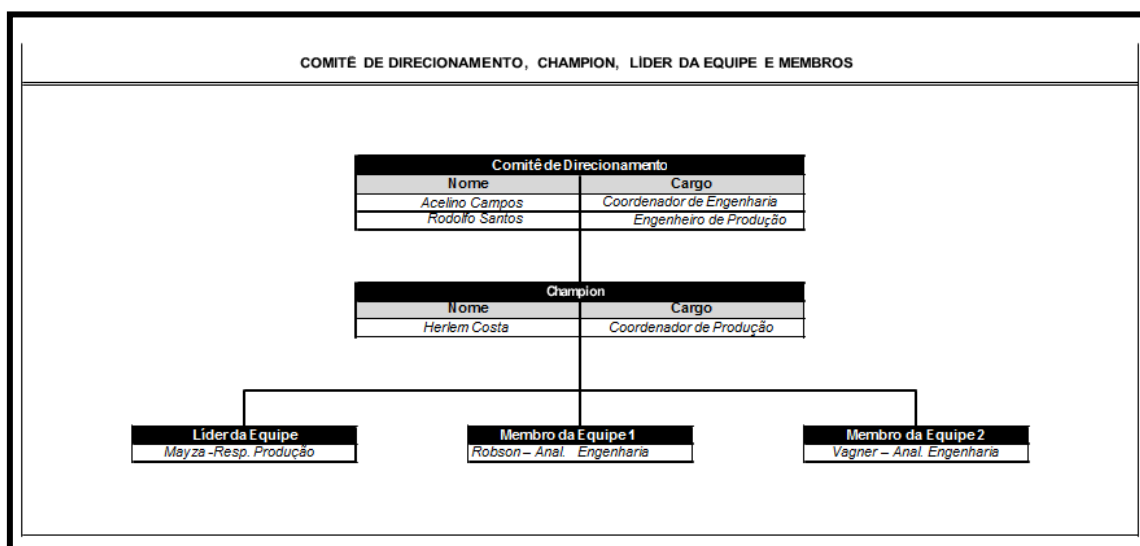
Ainda nesta mesma etapa foi discutido e oficializado um cronograma de implantação, com correspondência direta com as etapas do método. Neste cronograma, ficou estabelecido que o prazo para a aplicação seria de dois meses, entre o planejamento, execução e ações de sustentabilidade.

Por último, foi ministrado um treinamento pelo *Champion* à Equipe de Mudança. O treinamento cobriu os seguintes tópicos:

- Conceitos Fundamentais da Mentalidade Enxuta.
- Mapeamento de Fluxo de Valor Atual e Futuro.
- Eventos *Kaizen*.

A Figura 1 e 2 apresentam os resultados desta 1ª etapa da implantação: a composição do CED, a seleção do *Champion* e da Equipe de Mudança, as frequências estabelecidas para as reuniões ordinárias entre os envolvidos e o cronograma de implantação de acordo com as etapas do método:

Figura 1 – Estrutura de Mudança



Fonte: Adaptado de Unicoba (2015)

Figura 2 – Frequência de Reuniões e Cronograma da Implantação

DATAS DE REUNIÕES ORDINÁRIAS				
Equipe	Frequência	Data	Horário	Duração por Encontro
Comitê de Direcionamento	1 x Semana	Sextas-Feiras	14:00	01:00
Equipe de Mudança	3 x Semana	Segundas, Quartas e Sextas	09:00	03:00
Champion e Equipe	3 x Semana	Segundas, Quartas e Sextas	09:00	00:30
Champion e Comitê	1 x Semana	Sextas-Feiras	13:45 e 15:00	00:15

CRONOGRAMA DE TRABALHO DA EQUIPE DE MUDANÇA									
ETAPA	23/set	30/set	06/out	13/out	20/out	27/out	04/nov	11/nov	18/nov
1.2.1	■								
1.3.1	■								
1.3.2	■								
2.1.1		■							
2.1.2		■							
2.1.3		■							
2.2.1			■						
3.1.1			■						
3.1.2			■						
3.2.1/2/3/4/5/6/7			■						
4.1.1					■				
4.2.1					■				
4.2.2					■				
4.3.1						■			
5.1.1							■		
5.1.2							■		
5.1.3							■		
5.1.4							■		
5.2.1								■	
5.2.2								■	

Fonte: Adaptado de Unicoba (2015)

4.2.1. Definição do Escopo da Melhoria

A 2ª etapa desta fase do método consiste em selecionar o fluxo de informação alvo da melhoria. Esta seleção foi feita por meio da enumeração de todos os fluxos de valor existentes na área de assistência técnica, o estabelecimento de critérios para seleção de acordo com a prioridade para os clientes e a empresa – de acordo com o que pede o método e explicado no capítulo anterior – e a seleção do fluxo de valor de acordo com a sua classificação nestes critérios.

Os fluxos de informações significativos que passam pela empresa são quatro, denominados para esta pesquisa como a) processamento de pedidos, b) diagnóstico em campo, c) reposição de estoque e d) balanço de estoques. Alguns desses fluxos de informação possuem processos que são executados em outras áreas da empresa, não sendo exclusivamente controlados pela área de Produção, como era de se esperar de fluxos de valor de grande abrangência.

Os critérios para seleção foram também em número de quatro. O primeiro deles é a frequência de acionamento do fluxo de informação, ou seja, se o fluxo de valor é uma atividade rotineira da área de engenharia ou se acontece de forma esporádica. Quanto mais frequente o fluxo de informação, maior a sua importância relativa.

O segundo critério estabelecido foi a prioridade para a estratégia. Quanto mais importante for o fluxo de informação para a realização da estratégia da empresa, maior a sua importância relativa. Para que este critério pudesse ser usado, foram coletadas a Missão da empresa, sua estratégia para a realização desta missão e a estratégia da área alvo para apoiar a estratégia global.

O terceiro critério diz respeito à dificuldade de implantação. Quanto mais esforço for necessário para realizar uma mudança neste fluxo de valor, menor a sua importância relativa.

As dimensões observadas para avaliar a dificuldade de implantação foram a complexidade do fluxo, a quantidade de áreas envolvidas e a expectativa de resistência à mudança.

O quarto e último critério diz respeito à expectativa de tempo necessário para realizar a melhoria. Quanto maior fosse a expectativa de tempo para que a melhoria se concretizasse, menor sua importância relativa.

Os dois últimos critérios listados anteriormente foram formulados não por uma necessidade de adequação ao método, mas sim pelas restrições de prazo existentes para esta aplicação em particular, que não poderia ultrapassar dois meses. Sendo assim, o fluxo a ser selecionado não poderia ter um tempo de execução alongado e tampouco uma dificuldade elevada a ponto de tornar variável o tempo necessário para a sua realização.

De acordo com a pontuação de cada fluxo de informações nestes critérios, foi selecionado o fluxo de Reposição de Estoques. A Figura 3 foi usada pelo *Champion* para realizar a seleção do fluxo de valor alvo, por meio da apresentação de informações referentes à descrição de cada um dos fluxos de valor e das áreas envolvidas, a visão da empresa, seu foco e da área alvo, e principalmente da pontuação de cada fluxo de valor nos critérios estabelecidos.

Figura 3 – Seleção do Fluxo de Valor

FLUXOS DE VALOR DE INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS				
Fluxo de Valor Disponível	Descrição			Áreas Envolvidas
Processamento de Pedidos	Este fluxo de informação significa toda a sequência de atividades entre a solicitação de uma peça por um cliente até a entrega da peça necessitada. Inclui checagem da versão do modelo da máquina do cliente pela engenharia, verificação da disponibilidade da peça em estoque, programação da produção caso necessário, liberação da peça e envio para o cliente.			Fornecedores, Assistência Técnica, PCP, Compras.
Diagnóstico em Campo	Este fluxo de informação é iniciado quando o cliente solicita a presença de um técnico da empresa em campo para verificar a causa de algum mal funcionamento da máquina. Inclui a solicitação do cliente, o despacho de um técnico responsável, a transmissão da informação de necessidade de alguma peça (que inicia o fluxo de informação de processamento de pedidos), seu envio juntamente com o técnico responsável novamente, e o retorno do técnico.			Assistência Técnica
Reposição do Estoque	Este fluxo de informação é iniciado quando há a percepção de que o estoque de peças de reposição está baixo. Envolve previsão de demanda futura, solicitação da assistência técnica para checagem de estoques, programação da produção e/ou compra das peças necessárias para reposição.			Fornecedores, PCP, Compras.
Balanco de Estoques	Este fluxo de valor é iniciado quando a Assistência Técnica possui a percepção de que a quantidade de peças em estoque difere do apontado no sistema. Ela implica a recontagem das peças, conferência com sistema e atualização dos dados.			Fornecedores, Assistência Técnica
SELEÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÃO				
Visão da Empresa	Ser reconhecida pelo CLIENTES e MERCADO, como a melhor e mais AGIL empresa em nossas áreas de atuações			
Foco da Empresa	Clientes, Mercado, Agilidade, Performance, Equipe, Produtos e Serviços, Criação de Valor			
Estratégia da Área Alvo	Entregar peças de reposição a seus clientes em tempo hábil			
Fluxo de Valor	Frequência de Acionamento	Prioridade Para a Estratégia	Dificuldade de Implantação	Tempo Necessário p/ Melhoria
Processamento de Pedidos	Alta	Alta	Média	Médio
Diagnóstico em Campo	Média	Alta	Alta	Alto
Reposição do Estoque	Alta	Alta	Baixa	Baixo
Balanco de Estoques	Baixa	Média	Média	Médio

Fonte: Adaptado de Unicoba (2015)

4.2.2. Criação do Comprometimento Necessário

A última etapa desta fase consiste em criar o comprometimento necessário para que a mudança se realize. Duas atividades estão dentro desta etapa. A 1ª é uma reunião inicial com a diretoria para garantir o apoio integral às iniciativas de mudança. Esta ação foi realizada pelo CED com o presidente da empresa, que garantiu apoio à mudança no fluxo de valor alvo, na criação das equipes e atribuição de responsabilidades, além de garantir a disponibilidade de tempo necessária para que os envolvidos se encontrem na frequência estabelecida.

A segunda e última atividade desta fase é a realização do *catchbal*. Na mesma reunião onde a atividade anterior foi realizada, todo o planejamento da estrutura até o momento foi apresentada à área de trabalho e ao presidente, suas contribuições foram solicitadas, assim como suas críticas. Como resultado deste primeiro *catchball* foram realizadas mudanças na frequência das reuniões e a substituição do *Champion*. A substituição do funcionário deu-se por motivo de força maior, já que sua presença era solicitada em outros projetos considerados mais estratégicos para a empresa, ficando sua participação no projeto comprometida. A substituição teve seus efeitos minimizados pelo fato de sua ocorrência ter sido no início dos trabalhos, portanto, o novo *Champion* participou da maioria absoluta das atividades do projeto. Os dados referentes a essas informações que constam, já estão corrigidas de acordo com esse primeiro *catchball*.

4.3. Fase 2: Medir e Mapear

A 2ª fase do método consiste em identificar as oportunidades de melhoria no fluxo de valor selecionado por meio da medição e coleta de dados pertinentes sobre o presente usando as ferramentas adequadas, além da criação das medidas de desempenho adequadas para nortear e acompanhar o desenvolvimento das melhorias no futuro.

Ela possui duas etapas: 1) criação das medidas de desempenho da mudança; e 2) medição e mapeamento do estado atual.

4.3.1. Criação das Medidas de Desempenho

A primeira etapa desta fase diz respeito à criação de métricas para avaliar o resultado da melhoria executada pela equipe:

a) *Lead Time*: esta métrica mede o tempo necessário para que a informação percorra por todo o fluxo, indicando a duração de um evento do fluxo. A medição do estado atual indica um *lead time* de 4,25 dias;

b) Percentual de tempo de agregação de valor: esta métrica indica qual a proporção de tempo do *lead time* que é gasta efetivamente com atividades que agregam valor para o fluxo,

descontando tempos de espera e outros desperdícios. A medição no mapeamento indicou um percentual de 0,58% de agregação de valor;

c) Quantidade de pessoas envolvidas no fluxo: esta métrica mede a quantidade de pessoas que necessitam ser acionadas para que o fluxo seja completado. A medição no momento de confecção do mapa revelou o acionamento de quatro pessoas.

Para que a mudança seja considerada bem sucedida, é necessário que as métricas anteriores revelem melhoria. Isto significa que o fluxo após a implantação deve possuir um *lead time* mais curto, uma menor quantidade de pessoas envolvidas no fluxo e/ou um maior percentual de tempo de agregação de valor.

A segunda etapa consiste em mapear o fluxo de valor selecionado usando a ferramenta específica para esse fim desenvolvida por Tapping e Shuker (2002). Esta etapa tem importância fundamental no planejamento das melhorias. É por meio da análise do mapa gerado que a equipe de mudança decide quais melhorias implantar, e onde elas devem ser realizadas.

O mapeamento da aplicação foi gerado pela equipe de mudanças, com participação do *Champion*. A técnica para o mapeamento usando a ferramenta específica citada anteriormente foi ensinada aos participantes.

Uma segunda atividade dessa etapa consiste em listar os desperdícios encontrados no fluxo de informações selecionado, de acordo com a classificação de desperdícios de Lareau (2002) e Almeida (2006). Além de identificados, os desperdícios foram localizados em seus processos correspondentes.

O mapeamento gerado identificou seis processos no fluxo de valor, envolvendo quatro pessoas distintas de três áreas: fabricação (produção), PCP e assistência técnica. O tempo total de atravessamento da informação foi estimado em 4,25 dias sendo que somente 0,58% desse tempo (0,2 horas) não poderia ser considerado desperdício, de acordo com a definição usada neste trabalho. Os tipos desperdícios identificados foram em número de oito, encontrados em 100% dos processos do fluxo. Apesar da identificação de somente oito tipos, foram detectadas vinte e sete aparições destes desperdícios no fluxo.

4.3.2. Identificação de Desperdícios

Desperdício de espera, de acordo com a definição dada por Lareau (2002). O aparecimento deste desperdício foi detectado seis vezes no fluxo de informação alvo, e está presente entre todos processos sequenciais listados.

Desperdício de movimentação, de acordo com a definição dada por Lareau (2002). O aparecimento deste desperdício foi detectado duas vezes no fluxo, no primeiro e no último processos, onde para que a informação chegasse no próximo processo, seria necessário o

deslocamento do remetente da informação.

Desperdício de programação, de acordo com a definição de Lareau (2002). Este desperdício foi detectado somente uma vez. Ele é fruto da falta de um método específico para programar a reposição de estoques, fazendo com que a decisão a ser tomada seja subjetiva e que gaste mais tempo para ser concluída, além da maior possibilidade de gerar desperdícios que estão fora do fluxo de informações estudado (como excesso ou falta de estoques no fluxo de materiais).

Desperdício de processamento desnecessário, de acordo com a definição de Almeida (2006). Este desperdício se repete seis vezes durante o fluxo de valor, uma vez em cada processo. Isto significa que todos os processos identificados durante o mapeamento são desnecessários ou inapropriados para que o fluxo seja completado de forma eficiente.

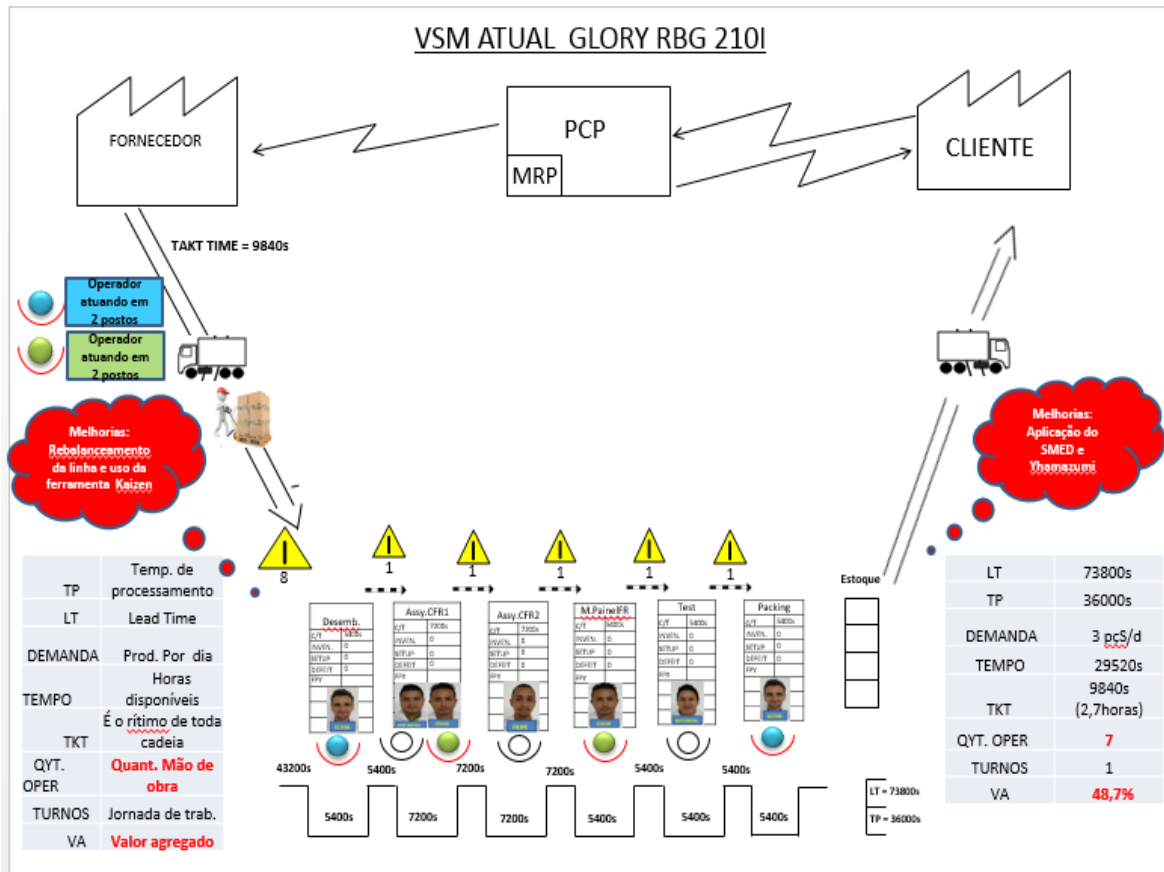
Desperdício de falta de informação, de acordo com a definição dada por Lareau (2002). Todo o tempo entre a detecção de que o estoque necessita ser repostado até o momento em que a decisão de quanto reabastecer chega ao encarregado de produção é desperdício de falta de informação, porque se a informação estivesse presente, todos esses processos não seriam necessários.

Desperdício de transporte, de acordo com a definição dada por Lareau (2002). Este desperdício se repete três vezes, em todas as passagens de informação entre departamentos.

Desperdício de controle, de acordo com a definição dada por Lareau (2002). A presença deste desperdício foi detectada uma vez, durante o processo de verificação da contagem dos estoques pelo responsável do estoque.

A Figura 4 apresenta o mapeamento feito pela equipe de mudança. Os números que acompanham os processos revelam a localização dos desperdícios, e representam os mesmos desperdícios da lista anterior.

Figura 4– VSM Atual



Fonte: Adaptado de Unicoba (2015)

4.3.3. Analisar

Esta fase é a última fase de planejamento. Ela consiste em analisar os dados gerados na fase anterior e propor uma visão futura para o fluxo, para ser implantado na fase seguinte. Nesta fase também deve-se analisar as soluções propostas pela Reengenharia de forma a tentar usá-las no projeto do novo fluxo com o objetivo de melhorar sua velocidade. Ela consiste em duas etapas: 1) proposição da visão do estado futuro e 2) soluções presentes na literatura.

4.3.4. Proposição da Visão do Estado Futuro

Esta etapa foi realizada pela Equipe de Mudança, conjuntamente com o *Champion*. Depois de proposta a visão futura, houve a realização de um *catchball* com a diretoria, de forma a garantir respaldo para o planejamento proposto, além de tentar melhorar a solução através da contribuição da alta administração.

Primeiramente, houve a separação dos postos e estudo de tempos. A Figura 5 mostra o estudo de tempos e métodos com a ocupação atual.

Figura 5 – Estudo de Tempos Atual

UNICOBA		CÁLCULO DE MOD						
Peças por Hora		0,4	Tact Time Seg.	9.840	JORNADA			
Turno Comercial (pçs)		3			Qtde Dias:	22		
Produto : Máquina Dispensadora de Cédula RBG 210I GLORY				Produção Diária		3	Down Time	1,10
Elaborado : Rodolfo Santos				Horas Disponíveis		8,2		
Data : 10/09				Segundos Disponíveis		29.520		
Rev. : 00								
Postos	Descrição das Operações	Tempo de Mont. (Seg.)	Necessidade MOD	% Ocupação	Efetivo Real	Peças / Hora Colaboradores	Total Diário	MOD
1	DESEMBALAGEM UPPER UNIT/LOWER UNIT	5400,00	0,60	60%	1,00	0,67	5,47	MONTAGEM FINAL Colaborador 7 Revisora Operador de Máquina de Solda Multifuncional Alimentador 1 Lider 1 Técnico Oba 1 Total 10
2	PREPARAÇÃO DOS PAINES (FRONTAL - SUPERIOR - INFERIOR)	7200,00	0,80	40%	2,00	1,00	8,20	
3	COFRE 1 / TRILHOS INTERNOS / PAINEL ALARME / MCU	7200,00	0,80	80%	1,00	0,50	4,10	
4	MONTAGEM DO PAINEL	5400,00	0,60	60%	1,00	0,67	5,47	
5	TESTE FUNCIONAL	5400,00	0,60	60%	1,00	0,67	5,47	
6	EMBALAGEM	5400,00	0,60	60%	1,00	0,67	5,47	
7								
8								
9								
10								

Fonte: Adaptado de Unicoba (2015)

Entre as melhorias esperadas para esse cenário temos a redução da quantidade de pessoas envolvidas de sete para cinco, melhor ocupação dos postos de trabalho na Figura 6.

Figura 6 – Estudo de Tempos, após a readequação dos postos

UNICOBA		CÁLCULO DE MOD						
Peças por Hora		0,4	Tact Time Seg.	9.840	JORNADA			
Turno Comercial (pçs)		3			Qtde Dias:	22		
Produto : Máquina Dispensadora de Cédula RBG 210I GLORY				Produção Diária		3	Down Time	1,10
Elaborado : Rodolfo Santos				Horas Disponíveis		8,2		
Data : 10/09				Segundos Disponíveis		29.520		
Rev. : 00								
Postos	Descrição das Operações	Tempo de Mont. (Seg.)	Necessidade MOD	% Ocupação	Efetivo Real	Peças / Hora Colaboradores	Total Diário	MOD
1	DESEMBALAGEM UPPER UNIT/LOWER UNIT	5400,00	0,60	121%	0,50	0,33	2,73	MONTAGEM FINAL Colaborador 5 Revisora Operador de Máquina de Solda Multifuncional Alimentador 1 Lider 1 Técnico Oba 1 Total 8
2	PREPARAÇÃO DOS PAINES (FRONTAL - SUPERIOR - INFERIOR)	7200,00	0,80	80%	1,00	0,50	4,10	
3	COFRE 1 / TRILHOS INTERNOS / PAINEL ALARME / MCU	7200,00	0,80	80%	1,00	0,50	4,10	
4	MONTAGEM DO PAINEL	5400,00	0,60	60%	1,00	0,67	5,47	
5	TESTE FUNCIONAL	5400,00	0,60	60%	1,00	0,67	5,47	
6	EMBALAGEM	5400,00	0,60	121%	0,50	0,33	2,73	
7								
8								
9								
10								

Fonte: Adaptado de Unicoba (2015)

Para o estudo de tempos atual e estudo após a readequação dos postos, a solução proposta foi um enxugamento dos processos desnecessários. No 1º posto (desembalagem) teve sua ocupação reduzida em 50%, juntamente com o 6º posto (embalagem), estes dois postos estão sendo feito pelo mesmo operador. No segundo processo (posto) foi eliminado 01 operador, e com ele todo o tempo de espera entre a informação sair deste processo e alcançar o próximo. Houve a paralelização de versões atualizadas do quarto e quinto processo do mapa de fluxo de valor atual, e por último, o estabelecimento de um sistema de previsão de demanda formal para que a decisão de quanto e quando repor fosse tornada mais confiável e rápida.

4.4. Definições das Melhorias

Todos os desperdícios identificados foram atacados, em todo o processo. Os desperdícios de programação, de controle e de estrutura foram eliminados em ambos os casos, e os desperdícios de falta de informação e processamento desnecessário. Os outros desperdícios não foram eliminados, tiveram apenas sua ação reduzida. O Quadro 2 compara os resultados esperados para o fluxo de informações futuros:

Quadro 2 – Comparativo das Melhorias

ESTUDOS DE TEMPOS	QUANTIDADE DE PESSOAS ENVOLVIDAS	% DE AGREGAÇÃO DE VALOR
Atual	7	0,58%
Futuro	5	1,11%

Fonte: Adaptado de Unicoba (2015)

4.5. Implementar

Esta fase consiste em preparar e executar o planejado na fase anterior. Possuir três etapas: 1) preparação; 2) educação e treinamento; e 3) execução.

4.5.1. Preparação

A primeira etapa desta fase é a preparação dos *kaizens* de implantação das melhorias. Na aplicação do método deste trabalho, apenas um *kaizen* foi necessário para que as melhorias tomassem forma. Este *kaizen* consiste em implantar o sistema *kanban* na produção, e reestruturar o fluxo de informação para as peças que não fazem parte do *kanban*. Esta etapa foi realizada exclusivamente pela Equipe de Mudança.

Entre as ações tomadas por ela nesta etapa estão:

- a) Realização dos cálculos para instalação do *kanban*;

- b) Seleção da equipe *kaizen*;
- c) Definição da data de início e duração do evento *kaizen*;
- d) Preparação do material necessário para realizar a mudança (quadros, cartões);
- e) Comunicação do evento para a fábrica.

5 Conclusão

Este capítulo apresenta as conclusões sobre o cumprimento dos objetivos deste trabalho, as limitações da pesquisa, considerações sobre o resultado da aplicação e sugestões para trabalhos futuros.

O uso do método DMAIC para realizar otimização no processo produtivo de máquinas dispensadoras de cédulas gerou resultados acima dos esperados.

Os problemas de pesquisas foram respondidos no capítulo quatro. Por meio deste estudo foram constatadas vinte e nove características distintas que puderam ser usadas conjuntamente para construir fluxos enxutos em um método. As características foram testadas com resultados positivos em uma aplicação com duração de três meses.

Outra consideração importante sobre o resultado da aplicação relaciona-se com o tamanho da empresa selecionada. O método proposto foi criado para lidar com qualquer tipo de fluxo de informação, principalmente com fluxos longos, complexos e interfuncionais. Apesar do fluxo de informação escolhido na empresa alvo ter sido interfuncional, ele não era longo, e nem complexo, dado o tamanho da empresa.

Outra consideração importante ainda relacionada com o tamanho da empresa é que, devido à baixa quantidade de níveis hierárquicos, certas atividades da Fase 1 e 5 não tiveram o efeito esperado. Estas atividades são: a) a criação do CED, que é realizada para guiar, priorizar e direcionar os esforços de mudança da equipe de acordo com o esperado pela diretoria e b) a atividade de realizar *catchbal*. Na prática, constatou-se que na empresa alvo, estas atividades foram redundantes e desnecessárias, pois a administração está em contato contínuo com os níveis mais baixos da hierarquia, e que portanto não são necessárias reuniões formais para alinhar as ações da equipe com as expectativas da direção. Esta mesma característica da empresa alvo é usada para justificar a má adequação da segunda etapa da Fase 5 na aplicação, que pede a criação de uma estrutura formal de controle denominada LDMS.

Conclui-se então que para organizações de porte igual ou inferior ao experimentado nesta aplicação, pode não haver necessariamente utilidade na criação do CED, da realização do *catchball* com a diretoria e da criação do LDMS para chegar-se a resultados positivos usando-se do Método.

De forma geral, pode-se afirmar que, com exceção das etapas citadas anteriormente, a aplicação percorreu todas as outras etapas do Método de modo satisfatório, e que todas elas foram úteis para a realização do objetivo proposto na aplicação

Abstract

For the current globalized economy we live in, an organization's survival depends on the ability and flexibility to innovate and make continuous improvements in its processes. In this context, organizations are looking for new management tools that directed toward greater competitiveness through quality and productivity. This work presents a proposal an optimization proposal in the production process of Vending Machines Notes using the principles of lean thinking and solutions from business process reengineering (BPR). The method was created using characteristics encountered on two existing Lean Office methodologies, and with the solutions presented by business reengineering. Those characteristics were identified, sorted and adapted to be used in the method based on a change management model. The proposed method was implemented in an information flow of a company in the brazilian state of Amazonas, company, which I labor workforce, in the position of Process Engineer, and its results were measured, presenting significant reduction of the information flow lead time, reduction of people needed to process the information and a larger percentage of added-value time. Finally, limitations

Key-words: lean manufacturing; flow information; process reengineering.

Referências

ANTONY, J. **Pros and cons of Six Sigma: an academic perspective.**

BARTELS, N. Lean, in the Most General Sense: Serious Lean Adopters Move Initiatives Beyond the Factory Cell to Maintenance, the Front Office, and the Supply Chain. **Journal of Manufacturing Excellence**, 2005.

BUCKHOUT, S; FREY, E.; NEMEC JUNIOR, J. Por um ERP eficaz. **HSM Management**, v. 3, n. 16, 1999.

FEO, J. A.; BARNARD, W. JURAN. **Institute's Six Sigma Breakthrough and Beyond – Quality Performance Breakthrough Methods.** New York: McGraw-Hill, 2005.

GOEBEL, D. Logística - Otimização do transporte e estoques na empresa. **Estudos em Comércio Exterior**, v.1, n. 1, jul./dez. 1996.

HIRANO H. **Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects.** New York: Productivity Press, 1989.

IMAI, M. Kaizen. **A Estratégia para o Sucesso Competitivo.** São Paulo: Instituto IMAM, 1988.

LIKER, J. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.** New York: McGraw Hill, 2004.

MASKELL, B.; BAGGALEY, B. **Practical Lean Accounting.** New York: Productivity Press, 2004.

MILAN, Gabriel Sperandio. Um estudo sobre a verticalização e a terceirização dos processo de leitura e de entrega de faturas de uma distribuidora de energia elétrica. **Revista Gestão Industrial**, 2011.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time.** Norcross: Engineering & Management Press, 1997.

OHNO, T. **The Toyota Production System.** New York: Productivity Press, 1988.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo**: Um Guia de Ação para Gerentes, Engenheiros e Associados da Produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**.1996.

SMALLEY, A. **Criando o Sistema Puxado Nivelado**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

TACHIZAWA T., SCAICO O. **Organização Flexível**: Qualidade na Gestão por Processos. São Paulo: Atlas, 1997.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T. **Lean Thinking** – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

Dados do autor

Autor: **Rodolfo Marinho dos Santos**

Endereço: Rua Cantagalo, nº10, Núcleo 08, Cidade nova II, Manaus-Am. CEP: 69096-120

Celular: 92 99415 -0529

Instituição: Universidade Federal do Pará- UFPA - Instituto de Tecnologia – ITEC - Mestrado Profissional em Engenharia de Processos Industriais

E- Mail: *rodolfo_marinho@yahoo.com.br*

Submetido em: 20-01-2016

Aceito em: 15-06-2016