

Roteiro de Aplicação do Masp: um Estudo de Caso na Indústria Madeireira

Ademir Stefano Piechnicki
Ademirstefano@hotmail.com
(UTFPR-PG)

João Luiz Kovaleski
kovaleski@utfpr.edu.br
(UTFPR-PG)

Resumo: Este artigo demonstra a utilização do método de análise e solução de problemas (MASP), através do ciclo PDCA, no combate as perdas de produção em um processo de fabricação de molduras de uma empresa do setor madeireiro, localizada na cidade de Telêmaco Borba, Paraná. A aplicação do MASP foi justificada por comprovar-se que as pequenas paradas é um problema crítico, que ocorre nos processos de fabricação, impactando diretamente na produtividade e na redução de custos da referida empresa. A partir da estratificação e análise das perdas, os ganhos foram viabilizados através de ações simples e criativas, proporcionando o atingimento da meta de melhoria do projeto. Com a aplicação de ferramentas da qualidade foram descobertas as causas raiz das anomalias e a partir destas foi possível propor soluções para a redução e eliminação das perdas de produtividade apresentadas neste tipo de processo produtivo.

Palavras Chave: MASP - Ciclo PDCA - Produtividade - Setor madeireiro -

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a exportação dos derivados da madeira para os Estados Unidos sofreu uma queda acentuada. O motivo é a crise imobiliária americana, em função da retração no mercado da construção civil. Esse cenário é propício para que a concorrência entre as Empresas Madeireiras Brasileiras se torne cada vez mais acirrada.

Para que estas empresas madeireiras se mantenham competitivas, são obrigadas a combaterem as perdas que ocorrem em seus processos produtivos. Na maioria dos casos, essas perdas não são de origem essencialmente técnica, mas sim, oriundas de problemas que são absorvidos gradativamente, pela falta do cumprimento dos padrões básicos de operação e pela não utilização de métodos de gerenciamento de suas rotinas produtivas.

Surge então a necessidade do domínio das ferramentas de gestão da qualidade e de melhoria contínua, para uma aplicação eficaz de metodologias para a solução de problemas. Desta forma, utilizando a ferramenta do MASP, através do ciclo PDCA, o nível estratégico da empresa poderá garantir a sua sobrevivência e o alcance de suas metas, tomando decisões, baseadas em fatos e dados previamente comprovados como causas raiz dos problemas (WERKEMA, 1995).

Os problemas podem ser definidos como uma anomalia indesejável nos processos produtivos. Isso é extremamente prejudicial para qualquer ambiente produtivo, pois estas perdas somadas a outras oneram em grandes custos para uma empresa. Desta forma o MASP surge com um objetivo principal: eliminar a possibilidade de reincidência de uma determinada anomalia, agindo sempre de acordo com a filosofia da melhoria contínua (CAMPOS, 2004).

Segundo Rooney e Hopen (2004), a principal diferença entre a solução estruturada de um problema e outros métodos é a identificação de sua causa raiz, pois se esta não for erradicada, o problema retornará.

Arioli (1998), afirma que o MASP funciona como uma ferramenta eficiente para gerar melhorias, envolvendo um grupo de pessoas para tomar decisões, visando à qualidade dos produtos e serviços. Já para Sampara (2009), o objetivo do MASP é elevar a probabilidade de solucionar um problema, onde a solução é um processo que segue uma sequência lógica e racional.

Segundo Ferreira (2010), este método para ser implantado deve seguir várias etapas, são elas: identificação do problema, observação, análise, planejamento da ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Ao seguir por todas as fases do ciclo PDCA, através das ferramentas da qualidade, o sistema de produção atinge um nível de qualidade superior, onde o surgimento de novos problemas serão encarados como oportunidades de melhorias (TUBINO, 2009)

Cada etapa, para ser executada, necessita de uma ou mais ferramentas da qualidade e de um grupo de pessoas inseridas em um projeto de trabalho com um objetivo de atingir uma meta. Neste contexto, Corrêa (2004) afirma que o fundamental é ter pessoas capacitadas e envolvidas, pois as ferramentas da qualidade apenas apoiam e auxiliam na tomada das decisões.

Com isso, o objetivo deste trabalho será o de avaliar a influência das ferramentas da qualidade na produção de molduras no ramo madeireiro, mais especificamente no processo de *Finger Jointing*. Será demonstrado o Método de Análise de Solução de Problemas, o MASP, utilizado como tentativa de eliminar as perdas no processo produtivo. Depois da aplicação do método, avaliou-se a sua eficiência na solução dos problemas apresentados.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho de controle e melhoria de processo é baseada no método criado por Edwards Deming (1990), conhecido como ciclo PDCA. O ciclo PDCA - *Plan* (Planejar); *Do* (Executar); *Check* (Checar); *Action* (Agir Corretivamente).

Segundo Werkema (1995), o MASP, também denominado como ciclo PDCA de melhorias, consiste em uma seqüência de procedimentos racionais, baseada em fatos e dados, que visa levantar a causa fundamental de um problema para combatê-lo e eliminá-lo.

O MASP é uma ferramenta aplicada de forma sistemática contra uma situação insatisfatória ou para atingimento de um objetivo de melhoria estabelecido. Estas situações são identificadas, eliminadas ou melhoradas, através de etapas pré-determinadas, com base no ciclo PDCA (ARIOLI, 1998).

O quadro 01 apresenta todas as etapas deste processo, tomando por base no PDCA, onde deve ser inserido num ciclo de melhoria contínua. Desta forma Oliveira (2008), observou que na aplicação da MASP muitas são as ferramentas que podem ser utilizadas neste processo: análise de pareto, listas de verificação, 5W 2H, diagrama de causa e efeito (ou Diagrama de Ishikawa), gráficos, diagrama de dispersão, fluxogramas, Brainstorming, diagrama de afinidade e etc.

MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS - "QC STORY".			
PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	①	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	③	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	④	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤	Execução	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	⑦	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑧	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte: CAMPOS, (2004).

Quadro 1: Etapas MASP

Para este trabalho será utilizado o método de estudo de caso, pois combina as diferentes formas de coletas de dados que se baseia em várias evidências, tais como: documentação, registro de arquivos, entrevistas, observação direta (YIN, 2005). Desta forma por ser uma investigação empírica, possibilita a investigação de um fenômeno no contexto da vida real.

Serão relacionados os documentos da empresa com a literatura pesquisada, a fim de identificar como o problema afeta a empresa. E com a aplicação do MASP e das ferramentas da qualidade, porpor soluções para eliminar as causas raiz.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO FINGER JOINT

O processo de *finger-jointing*, que pode ser traduzido para o português como: “junta através de dedos”, surgiu da necessidade de viabilizar os processos de fabricação da indústria madeireira, de forma a otimizar a matéria prima para atender o exigente mercado Norte-americano.

Segundo Placage (2003), muitas vezes pequenos pedaços de madeira inseridos entre nós ou outros defeitos indesejáveis, podem ser reaproveitados se individualizados e juntados novamente, de modo a produzir outros produtos de qualidade superior.

Os equipamentos utilizados para a produção de sarrafos emendados se caracterizam pela fabricação contínua intermitente, ou seja, um a um são fresados, colados, agrupados e prensados em uma mesa de trabalho. Devido às características deste processo e à especificidade estrutural da madeira, produz-se um ambiente favorável para o surgimento de perdas no processo, o que representa um viés oportuno para a utilização de ferramentas de análise e solução de problemas.

3.2 ETAPA 1 - IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Devido à estratificação de dados da produção, demonstrado na Figura 1, observa-se o elevado número de horas de máquinas paradas no setor de Emendadeiras (finger jointing). Surge então a necessidade de se realizar um trabalho utilizando o MASP.

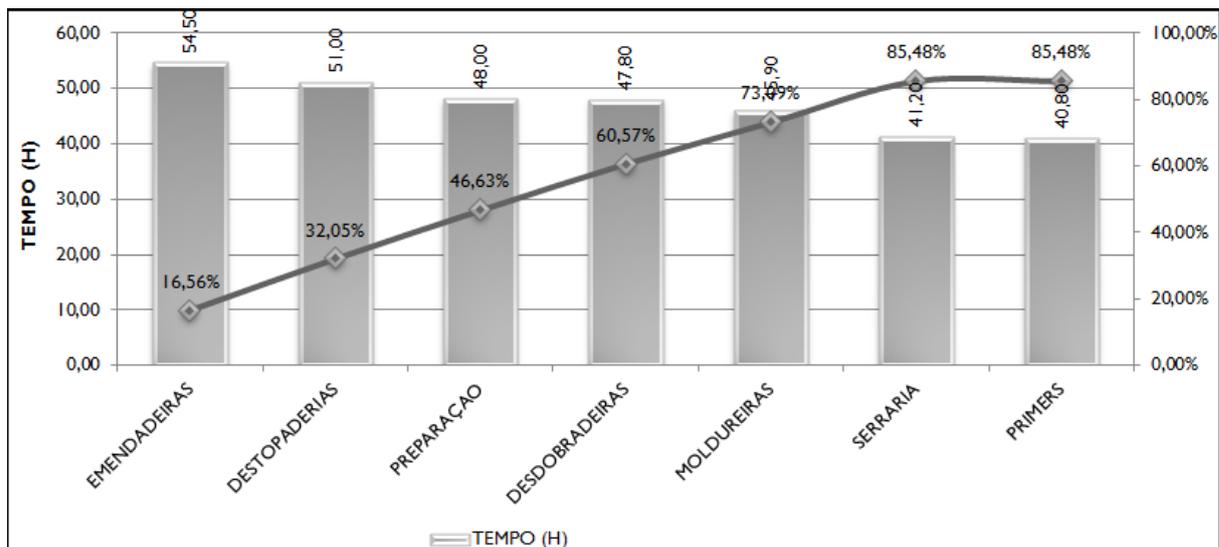


Figura 1- Tempo de Parada (6 meses)
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

Nesta fase é demonstrado a importância e o impacto do problema no resultado geral da empresa, levantando todas as perdas que o problema provoca e os possíveis ganhos com o atingimento das metas do projeto. Para isso foram levantados os dados históricos de todo o processo, identificando a máquina com o maior número de perdas produtivas.

Ao se estratificar as horas de máquina parada no período de seis meses do histórico da empresa, observa-se que a Finger 1 representa 28,62% do tempo improdutivo do setor, conforme representado na figura 2. A partir desta análise, a Finger 1 se tornou o foco principal do MASP, tornando-se então, uma prioridade para toda a equipe envolvida, com o objetivo de unir forças e reduzir o tempo improdutivo no setor de Emendadeiras.

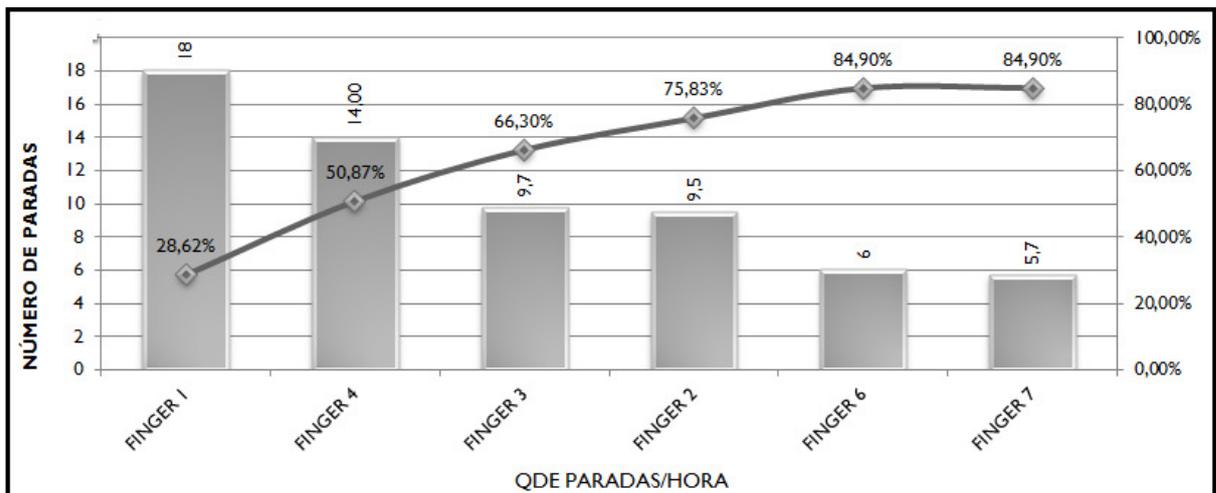


Figura 2- Tempo de Parada (h) do setor de Emendadeiras
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

A Figura 3 apresenta uma estratificação dos tempos improdutivo na Finger 1. Percebe-se que as pequenas paradas representam o maior modo de falha neste equipamento, com 37% do tempo improdutivo. A empresa classifica uma paralisação da produção como pequena parada, quando o tempo é menor ou igual a 5 minutos.

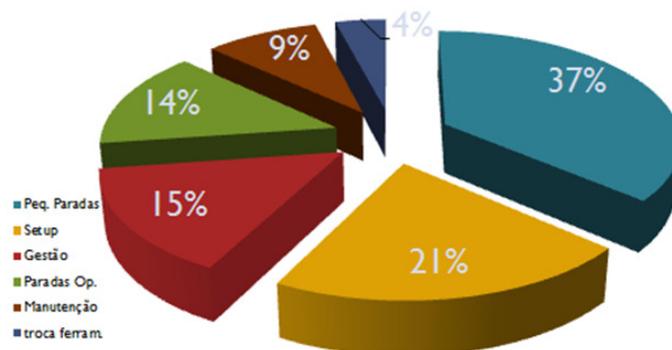


Figura 3- Tempo de Parada 01/09/2009 – 01/05/2010
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

Na figura 4 é apresentada a estratificação das pequenas paradas que ocorreram durante a produção, no período de seis meses. Para identificar os problemas mais importantes, foi utilizada a técnica de Pareto, que afirma que para muitos fenômenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas. (WERKEMA, 1995).

Foi observado que as pequenas paradas que apresentam maior ocorrência é na alimentação da máquina, provocada pelo enrosco da madeira no alimentador, o qual teve 376 ocorrências, ou seja, 41,36%. Em seguida, com quantidade de 271 paradas e percentual de 29,81% a parada por enrosco na prensa. Logo atrás, completando os 78,66% de representatividade em relação às quantidades totais está parada pelo posicionamento incorreto do *blocks* com 68 falhas e percentuais na ordem de 7,48%.

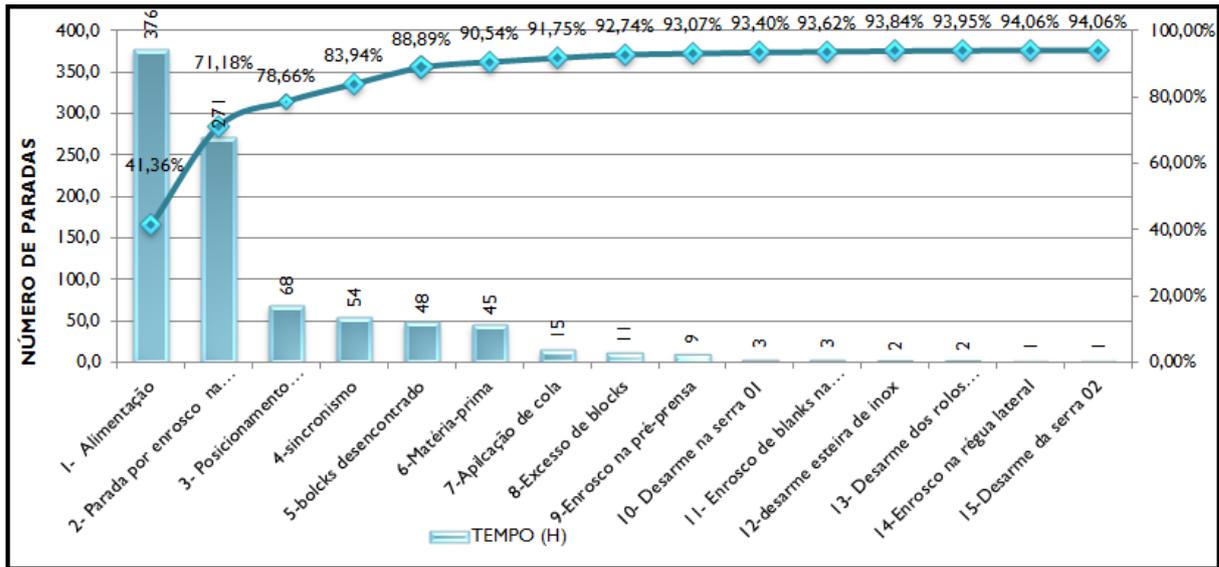


Figura 4- Pequenas Paradas da Finger 01
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

3.3 ETAPA 2 - OBSERVAÇÃO

Para entender como o problema ocorre exatamente, foram feitas observações no processo, reuniões no chão de fábrica, dentre outras formas possíveis de compartilhamento de informações tais como: conversa com operadores e mantenedores, registros fotográficos, filmagens e testes com os equipamentos.

Em função da estratificação da figura 4, as áreas de alimentação e prensa são consideradas como zonas críticas do trabalho. Nestes locais, foram realizadas observações com maior profundidade, bem como nas áreas anteriores e posteriores a este processo. Estas observações gerais incluem a verificação de ferramentas, gabaritos, ergonomia, treinamento e postura do local de trabalho, iluminação, condições básicas do equipamento e limpeza, com a finalidade de identificar situações irregulares e/ou potenciais causadores do problema em análise.

Essas evidências foram coletadas e serviram de base para a investigação e análise do problema, a fim de identificar as causas fundamentais das falhas.

3.4 ETAPA 3 - ANÁLISE

Após a fase de observação do problema, a pesquisa chega à etapa de identificação e análise das anomalias do processo. Nessa etapa foram listadas todas as evidências (pistas) coletadas na fase de observação e através de um *Branstorming* (chuva de idéias), descrita por Werkema (1995), como sessões realizadas com os membros da equipe para explorar a potencialidade criativa de cada participante. Desta forma foram realizadas dinâmicas de grupo, de forma organizada, onde todos puderam opinar sobre várias hipóteses que poderiam influenciar sobre os problemas.

As causas que foram levantadas no Brainstorm foram organizadas na estrutura do diagrama de Ishikawa. Este diagrama permite estruturar hierarquicamente as causas de um determinado problema e relacionar com seu efeito (SLACK et al., 2007). Desta forma as causas foram associadas conforme a sua natureza: máquina, material, mão de obra ou método.

Nas figuras 5 e 6, são demonstrados os diagramas de Ishikawa para a parada por entrosco na prensa e a parada na alimentação, onde foi identificado que a causa mais relevante está ligada a problemas com os equipamentos do processo, apresentando percentuais de 60% para a prensa e 66% na alimentação da máquina.

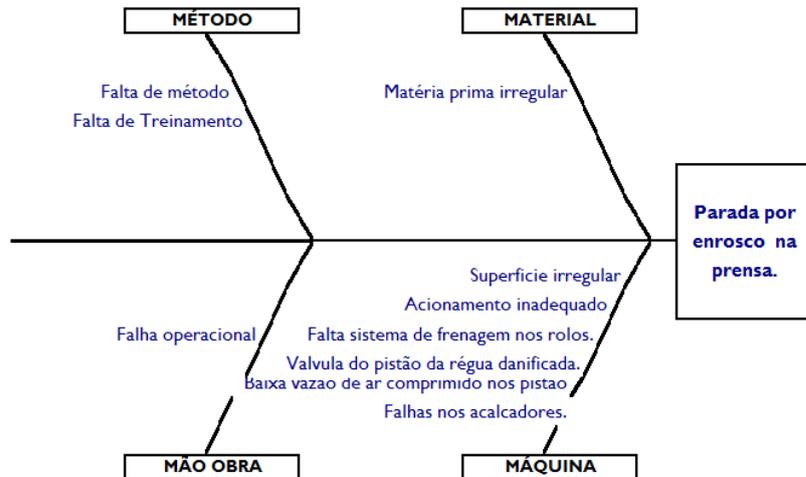


Figura 5- Diagrama de Ishikawa para parada na Prensa
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

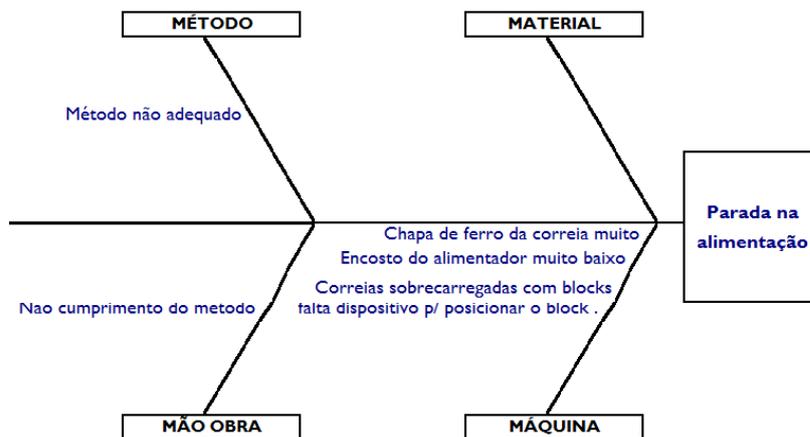


Figura 6- Diagrama de Ishikawa para parada na Alimentação
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

Para descobrir as causas raiz, ou seja, a origem das não conformidades, falhas ou problemas, foi aplicada a ferramenta dos 5 porquês nas possíveis causas levantadas no *Brainstorm*. A técnica dos 5 porquês parte da premissa que depois de questionar por 5 vezes o porque um problema está ocorrendo, sempre fazendo referencia a resposta anterior, será determinada a causa raiz deste problema (WERKEMA, 1995).

Desta forma, foi possível atingir um nível maior de profundidade na análise, antes de determinar uma ação de bloqueio para o problema, conforme apresentado no quadro 2.

Pequena parada: Parada na Alimentação por posicionamento incorreto do block						
Porquê 1	Porquê 2	Porquê 3	Porquê 4	Porquê 5	4 M	Ações
Blocks bate no atuador de segurança da entrada da máquina	Porque há um posicionamento incorreto dos blocks nos lugs	Porque o operador tem dificuldade em apanhar os blocks	Porque os blocks ficam fora da área de alcance das mãos do operador	Porque a chapa de ferro da extremidade da correia é muito comprida e acima da	Máquina	Diminuir a chapa de ferro da extremidade da correia e abaixar na altura ideal igual finger 4.
Blocks bate no atuador de segurança da entrada da máquina	Porque há um posicionamento incorreto dos blocks nos lugs	Porque o encosto está muito baixo.			Máquina	Aumentar a altura do encosto do alimentador.
Blocks bate no atuador de segurança da entrada da máquina	Porque há um posicionamento incorreto dos blocks nos lugs	Porque o operador tem dificuldade em apanhar os blocks	porque há quantidade grande de blocks na correia	porque as correias estão com velocidade alta	Máquina	redução de velocidade das correias
Blocks bate no atuador de segurança da entrada da máquina	Porque o block é colocada sobre os lug.	Porque não existe um dispositivo que ajude a posicionar os block nos lug			Máquina	Desenvolver um sistema que ajude a posicionar o block no lug.
Pequena parada: Parada na prensa por enrosco de blank na prensa.						
Porquê 1	Porquê 2	Porquê 3	Porquê 4	Porquê 5	4 M	Ações
Blank enrosca na régua da prensa.	Rolo não para no momento do destopo do blank.	Falta de sistema de frenagem nos rolos.	Projeto original da máquina não tem este sistema.		Máquina	Instalar sistema de frenagem nos rolos .
Blank enrosca na régua da prensa.	Retorno da régua muito lento	Baixa vazão de ar na válvula do pistão da régua.	válvula danificada		Máquina	Substituir válvula do pistão da régua.
Porque os acalçadores enroscam ao subir.	Falta de ar comprimido nos acalçadores de blank	Porque a alimentação de ar comprimido provém de fontes secundárias.	Porque existe somente uma linha de entrada de ar na máquina.		Máquina	Instalar sistema de alimentação de ar comprimido direto na válvula dos acalçadores.

Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada
Quadro 2: Análise dos 5 Porquês

3.5 ETAPA 4 - PLANO DE AÇÃO

Após a análise das causas fundamentais da falha, elaborou-se um plano de ação (quadro 3), utilizando-se a metodologia 5W2H (Werkema, 1995). O objetivo deste plano é de colocar em prática as contra medidas para cessar ou minimizar as pequenas paradas da máquina. Este plano de ação foi elaborado com a participação de todos os envolvidos, definindo as ações a serem executadas, quem será o responsável pela ação, por que deve ser executada, o prazo para a execução, como deve ser realizada, onde e como deverá ser executada a ação proposta, conforme demonstrado no quadro 3.

Este plano de ação foi criado a partir dos conhecimentos dos técnicos operadores e dos engenheiros de processo, oriundas de suas experiências diárias.

O Plano de Ação					
O Quê? (What)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Onde? (Where)	Porque? (Why)	Como? (How)
Instalar resistor de frenagem nos rolos.	Jonathan	08/10/2010	Finger I prensa	Para evitar enrosco na prensa	Máquina
Substituir válvula do pistão da régua da prensa.	João Luiz	08/10/2010	Finger I pistão da régua	Para evitar enrosco na prensa	Máquina
diminuir e abaixar a chapa de ferro da extremidade da correia transportadora de block.	Antonio vilmar	06/11/2010	Finger I transportador de block.	Para facilitar a alimentação dos blocks na maquina.	Máquina
Aumentar a altura do encosto do alimentador	Antonio vilmar	06/11/2010	Finger I alimentação	Para evitar que o block cai em cima do encosto do alimentador.	Máquina
Ajustar velocidade das correias transportadora de block.	Jonathan	04/11/2010	Finger I painel elétrico	Para diminuir o fluxo de blocks nas correias.	Máquina
Instalar alimentação de ar comprimido direto na válvula dos acalçadores.	Gilmar	11/11/2010	finger I Prensa	Para evitar que os acalçadores enrosquem.	Máquina

Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada
Quadro 3: Plano de Ação (5W1H)

3.6 ETAPA 5 - AÇÃO

A execução deste plano teve um acompanhamento efetivo, através de reuniões periódicas bem estruturadas, de forma a se verificar o andamento e as dificuldades de cada ação do plano.

Devido ao comprometimento de toda a equipe, as ações previstas tiveram um custo relativamente baixo, uma vez que os responsáveis procuraram formas de executá-las utilizando recursos internos da própria empresa, respeitando os requisitos das tarefas e o prazo estipulado. E neste contexto, o setor de Manutenção e Projetos tiveram uma participação efetiva na execução das atividades.

3.7 ETAPA 6 - VERIFICAÇÃO

As ações tomadas foram acompanhadas ao longo de sua implementação, e o que se observa através da Figura 7 é que a quantidade de paradas por problemas na alimentação e na prensa foram consideravelmente reduzidas. Houve uma queda neste indicador no momento em que algumas ações foram executadas. Na semana 7 e 8 foi instalado o resistor de frenagem na prensa e na semana 12 foi aumentado a altura do encosto do alimentador, conforme representado pela Figura 7.

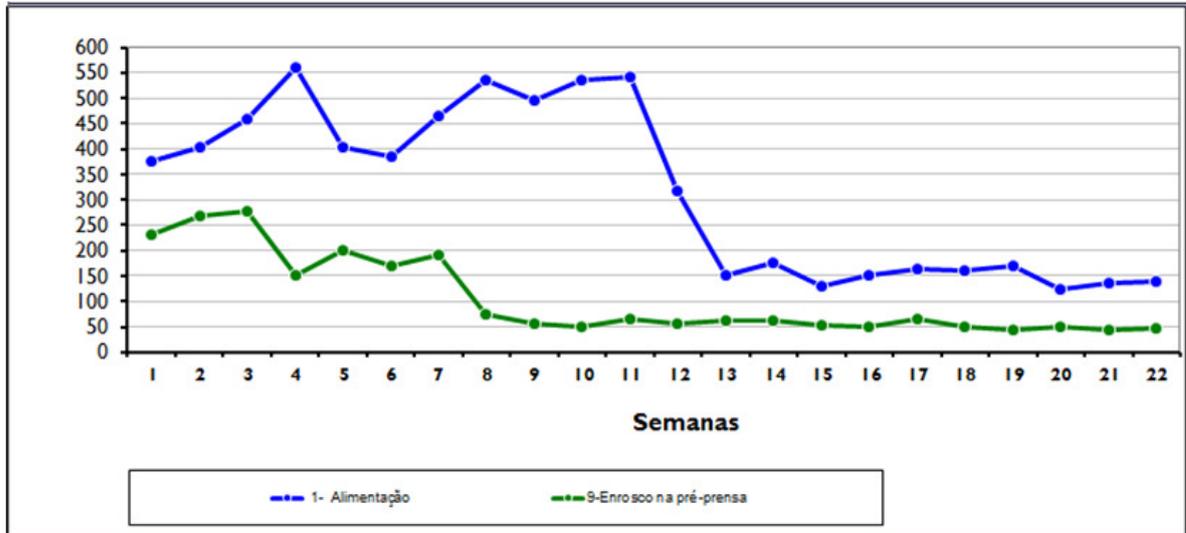


Figura 7- Acompanhamento das paradas na Alimentação e na Prensa
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

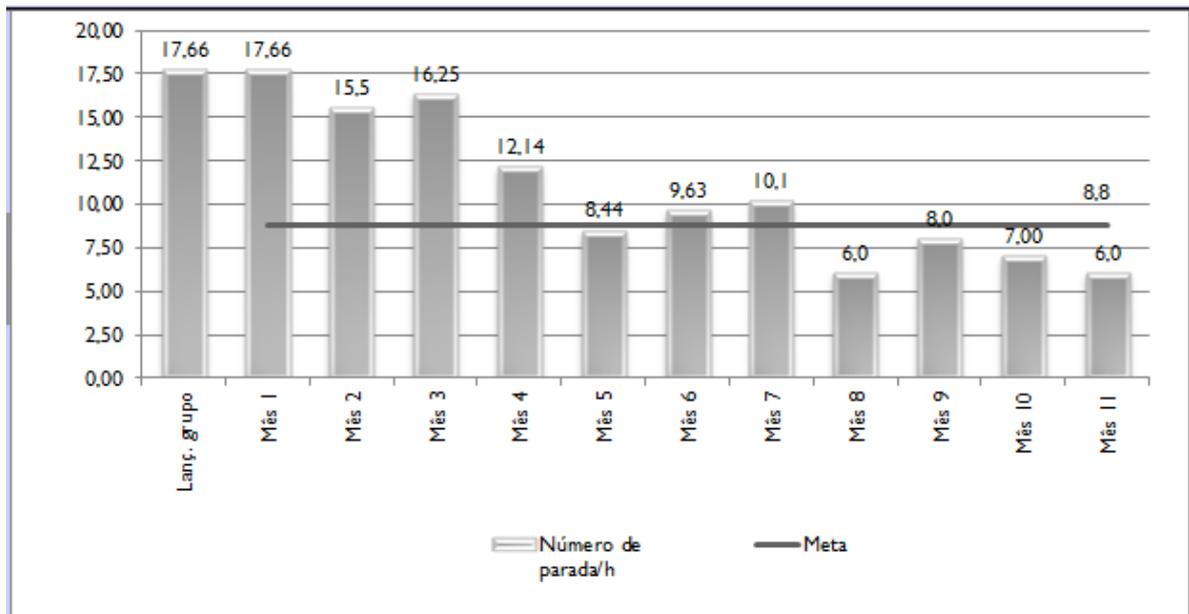


Figura 8- Quantidade de Pequenas Paradas/hora na Finger 1
Fonte: Empresa Madeireira Pesquisada

Através da Figura 8, nota-se que o número de paradas/hora na Finger 1 foi reduzido e que a meta foi atingida.

Após a implantação das contra medidas do plano de ação, comprova-se através das Figuras 7 e 8 que as pequenas paradas na Finger 1 foram reduzidas e que as causas fundamentais das paradas foram controladas.

3.8 ETAPA 7 - PADRONIZAÇÃO

Para que as pequenas paradas da Finger 1 não voltassem a se repetir, foi fundamental fazer com que estas ações de melhoria fossem inseridas na rotina de produção, assim, todos os

procedimentos e ações que foram criados pelo projeto terão que fazer parte do dia a dia dos operadores.

3.9 ETAPA 8 - CONCLUSÃO

Para garantir o devido registro do problema, para posterior utilização como fonte de consulta e para treinamentos, este trabalho foi divulgado e disponibilizado no arquivo de registros de projetos de MASP da empresa. Também foi criado um cronograma para expansão horizontal das principais melhorias para as outras máquinas semelhantes no processo.

4 RESULTADOS

Anomalias surgem a todo momento nos Processos produtivos das empresas, e estes, devem ser suficientemente flexíveis para identificar essas perdas, de forma a reduzi-las ou eliminá-las, garantindo assim a máxima produtividade de seus processos.

Percebe-se que após o final do proposto trabalho, os problemas de paradas da Finger 01 foram controlados através da ferramenta MASP. Após a implementação de algumas ações de melhorias nos equipamentos, as perdas foram reduzidas drasticamente. Mas para que o resultado positivo fosse alcançado outras ações foram necessárias, tais como: estabelecimento do gerenciamento da rotina de trabalho, garantia do cumprimento adequado dos padrões de operação, fortalecimento da manutenção dos equipamentos e o controle das variáveis de processo pelos operadores.

A aplicação do MASP neste trabalho possibilitou a execução de ações simples e criativas que contribuíram para o aumento de produtividade e o alcance das metas propostas, e tudo isso, sem onerar custos para a empresa. Muitas destas ações são de fácil execução, exigindo apenas o estabelecimento de controles e a conscientização dos operadores para a necessidade de se eliminar perdas em seu processo.

Os operadores foram treinados, mas ainda é necessário garantir que todos os novos funcionários possam ser treinados, e que deve-se preservar funcionamento do sistema de gestão desta nova rotina, para verificar periodicamente o cumprimento dos procedimentos operacionais e continuar acompanhando o indicador do problema. Assim é possível detectar desvios e novas anomalias, que deverão ser analisadas e eliminadas, fazendo assim o ciclo do PDCA “girar”, formando um ciclo de melhoria contínua.

Ficou evidente como as pequenas paradas de processo podem ser prejudiciais a uma empresa e como é possível criar equipes multidisciplinares trabalhando durante meses focados na solução de um único problema. Isso permite capacitar os operadores para identificar e solucionar anomalias, que antes tinham como único objetivo operar os equipamentos.

Por fim, o Método para Análise e Solução de Problemas (MASP) é uma ferramenta poderosa e eficaz para a investigação e a solução de anomalias. Esta metodologia está diretamente ligada a um processo de melhoria contínua em processos madeireiros, e não apenas para este ramo, mas em qualquer processo produtivo industrial.

5 REFERÊNCIAS

ARIOLI, E.E. *Análise e solução de problemas: o método da qualidade total com dinâmica de grupo*. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 340 p.

CAMPOS, Vicente F. *TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Ed. INDC Tecnologia e Serviços, 2004.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA Carlos A. *Administração de Produção e Operações*, São Paulo, Atlas, 2004.

DEMING, W.E. *Qualidade: a revolução na administração*. 1. ed. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

FERREIRA, Laura Maria Leite. SANTOS, Marítiza Wanzeler. SILVA, Monica Gomes. MOREIRA, Bruna Brandão. Utilização do MASP, através do ciclo PDCA, para o tratamento do problema de altas taxas de mortalidade de aves no setor avícola, Anais. XXX ENEGEP, 2010.

OLIVEIRA, J.Z.N; TOLEDO, J. C. Metodologia de análise e solução de problemas (masp): estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor eletroeletrônico; Anais do XV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção; 2008 São Paulo; BRASIL; Português.

PLACAGE. São Paulo, 2003. Disponível em <<http://www.placage.com.br/>> Acesso em 12 Maio. 2011.

ROONEY, J.; HOPEN, D. *On the trial to a solution: part 2 – what is in? what is out? Defining your problem.* The Journal for Quality and Participation, Vol. 27, No. 4, 2004.

SAMPARA, E.J.M; ADAMI, R. Análise de insumos e aplicação de sistemática de solução de problemas para geração de melhorias; Anais do ENEGEP XXIX - Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2009; Bahia; BRASIL; Português.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, DALVINO FERRARI. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. São Paulo, Atlas, 2009.

WERKEMA, M.C.C. *As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos.* Vol. 1. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

YIN, Robert K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.