

Estudo sobre a implementação da melhoria de processos em uma empresa prestadora de serviços de manutenção e seus resultados

Marciane F. Silva (Faculdades Integradas Einstein de Limeira) mazinha.13@hotmail.com
Vanessa A. Flores (Faculdades Integradas Einstein de Limeira) vaaflores@yahoo.com.br
Ivan Correr (Faculdades Integradas Einstein de Limeira) ivancorrer@yahoo.com.br

Resumo:

O crescente avanço industrial, na qual a produtividade é essencial para obter maior lucratividade, faz com que as empresas busquem métodos que garantam a confiabilidade, a competitividade e a qualidade necessária para a permanência no mercado. Neste cenário a manutenção preventiva adquire papel fundamental, para que as empresas mantenham a operação produtiva sem paradas inesperadas que prejudiquem seu desempenho. Esta necessidade faz com que as empresas invistam na prestação de serviços em manutenção preventiva a fim de se manter neste competitivo mercado. Portanto o presente trabalho apresenta os resultados da implantação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção e *Layout* para melhoria de processo em uma empresa prestadora de serviços de manutenção em equipamentos de automação a qual busca competitividade no mercado. Os resultados obtidos proporcionam ao cliente maior vida útil do equipamento reparado e redução do tempo de parada de linha. Para a empresa os resultados são evidenciados em aumento da qualidade (que confere menor retorno de equipamentos em garantia), redução do tempo de manutenção e principalmente a redução do custo, o que possibilita maior flexibilidade na negociação de preços com o cliente e consequentemente ganhos em competitividade.

Palavras chave: Serviços, *Layout*, Manutenção preventiva, Sistema Toyota de Produção, Competitividade.

Process improvement implementation study in a maintenance outsourcing company and its results

Abstract

Process improvement implementation study in a maintenance outsourcing company and its results.

The industrial growing advance, where the productivity is essential to reach more substantial lucrativity, makes the companies pursue methods to ensure reliability, competitiveness and quality to keep them in the market. In this scenario, the preventive maintenance plays a fundamental role, so the companies can keep the productive operation without losing performance in an unexpected production break. Thus, in a competitive market it is necessary to invest in outsourcing services, this study shows the results of the implantation of Toyota Production System concepts to improve the process in an equipment maintenance outsourcing automation company in order to seek competitiveness. The study results provide to the customer longer life expectancy of the repaired equipment and reduction of time during a break in the line production. The results to the company are: quality improvement, reduction of maintenance time and mainly costs. This enables more flexibility on price negotiation with the customer and then gains in competitiveness.

Key-words: Services, *Layout*, Preventive maintenance, Toyota Production System, Competitivity.

1. Introdução

Atualmente verifica-se um crescente avanço industrial nos mais diversos setores do mercado, onde a produtividade é essencial para obter maior lucratividade. Isso faz com que as empresas procurem se locomover rumo à superioridade empresarial, progredindo métodos que garantam a confiabilidade, a competitividade e a qualidade necessárias para a permanência no mercado. É nesta atual conjuntura que a manutenção adquire papel fundamental, não sendo mais uma atividade de urgência, feita às pressas para corrigir defeitos inesperados, mas sim um processo estratégico com política eficiente que minimize a falha ou quebra do equipamento objetivando a máxima eficiência no setor produtivo.

Devido a esta demanda, muitas empresas prestadoras de serviços de manutenção começam a adequar-se às exigências do mercado, tendo como necessidade entregar serviços e produtos que satisfaçam no âmbito da eficiência, rapidez e custo competitivo.

Portanto o presente trabalho visa implementar os conceitos abordados para melhoria do processo de manutenção preventiva, visando aumento da capacidade produtiva, padronização dos processos, competitividade e fidelização de clientes. Os ganhos para os clientes podem ser mensurados com redução de parada de linha não programada, qualidade e confiabilidade dos serviços realizados e redução nos custos de manutenção.

2. Referencial Teórico

2.1. Sistema Toyota de Produção (TPS)

A Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* surgiu como um sistema de fabricação com o objetivo de aperfeiçoar processos buscando sempre a eliminação das perdas. Busca-se intermitentemente a qualidade e flexibilidade do processo. (DRESH, DIENSTMANN, CASSEL, 2011)

Segundo Ritzman e Krajewski (2008), os sistemas de produção enxuta também tem aplicabilidade na prestação de serviços. Genericamente, os ambientes de serviço podem se beneficiar se dessas ferramentas se forem repetitivos, em escala considerável e com características que possam ser medidas, ou seja, que tenha processos similares á produção de produtos. Serviços customizados, ou seja, de acordo com a necessidade de cada cliente, também pode utilizar dessa ferramenta, mas com menor aplicabilidade.

Conforme Ritzman e Krajewski (2008), o foco dos sistemas JIT está na melhoria do processo, por isso, alguns conceitos aplicados na produção de produtos podem ser utilizados pelos prestadores de serviço. Esses conceitos incluem alguns aspectos: Alta qualidade consistente; Nível de ocupação uniforme das instalações; Relações próximas com os fornecedores; Automação; Método de puxar o fluxo de materiais; Fluxos em linha.

Rotineiramente o processo de produção enxuta é visto como algo complexo que só pode ser aplicado em grandes organizações, caracterizado com difícil aplicabilidade em pequenas empresas. Mas, considerando-se que em toda empresa a busca pela eliminação de perdas é algo essencial ao negócio, a implantação, mesmo que seja de pequenas melhorias, já pode ser considerado como início de um processo enxuto (DRESH, DIENSTMANN, CASSEL, 2011).

Para se beneficiar das vantagens dos sistemas de produção enxuta, as empresas precisam definir com clareza o valor de seus produtos ou serviços segundo a percepção de seus clientes. Todo produto ou serviço precisa ser analisado criteriosamente para detectar complexidade em excesso ou características e opções sem aplicação (RITZMAN e KRAJEWSKI, 2008).

De acordo com Martins e Laugení (2005), as empresas que trabalham de acordo com os princípios da produção enxuta, tem uma visão nítida do ideal de pessoas ou produto, esse

sendo entre os colaboradores motiva-os para sempre realizar melhorias, não somente para cumprir determinações dos clientes.

De acordo com Fusco *et al* (2003) quando um cliente efetua uma compra, não está comprando somente um produto ou serviço. Eles estão comprando um grupo de benefícios esperados para atender a suas necessidades e expectativas, às vezes intrínsecas, defini-se dessa forma o conceito de produto ou serviço. No projeto de produtos e serviços, os gestores devem entender claramente o que os clientes estão comprando deles.

Segundo Fusco *et al* (2003), o processo de fabricação do produto, ou mesmo do serviço, impactará significativamente a produção e o atendimento das necessidades de seus clientes. Um processo ruim, que pode estar em local inadequado, ou sem capacidade, ou com *layout* confuso ou desordenado, ou com tecnologia ultrapassada, ou com pessoal sem treinamento, não satisfaz clientes, justamente porque não desempenha suas atividades de forma adequada.

2.1.1 *Layout*

Para Gaither e Frazier (2004), os *layouts* das instalações são elaborados com o objetivo de produzir produtos e serviços que atendam as expectativas dos clientes, ou seja, produzir rapidamente e entregar no tempo certo.

Quanto ao *layout*, segundo Fusco *et al* (2003), a fim de melhorar o fluxo de processo, em vez de colocar todas as máquinas do mesmo processo juntas e transportar as peças entre os processos, o *layout* seria definido de acordo com o fluxo de operações.

De acordo com Gaither e Frazier (2004), entre vários objetivos dos *layouts* de instalações, o principal objetivo da maioria é minimizar o custo de processamento, transporte e armazenamento de materiais ao longo do processo.

Segundo Martins e Laugeni (2005), quando há elaboração de *layout*, certos pontos devem ser considerados inicialmente, precisa-se planejar o todo e depois as partes, planejar o ideal e depois o prático. Depois da definição do *layout*, o mesmo deve ser reavaliado sempre que necessário. Os principais tipos de *layout* são por processo, em linha, celular, por posição fixa e combinados.

2.1.1.1 *Layout por processo ou funcional*

Conforme Martins e Laugeni (2005), no *layout* por processo ou funcional, os processos do mesmo tipo são desenvolvidos no mesmo local, e são agrupados na mesma área. O material se desloca buscando os processos.

De acordo com Gaither e Frazier (2004), *layouts* por processo, *layouts* funcionais ou *job shops*, como eventualmente são denominados, são desenvolvidos para acomodar projetos de produtos e etapas de processamento variadas.

Os *layouts* por processo tipicamente usam máquinas de uso geral que podem ser mudadas rapidamente para novas operações para diferentes projetos de produtos. (...) Os *layouts* por processo exigem planejamento contínuo, programação e funções de controle para assegurar uma quantidade ótima de trabalho em cada departamento e em cada estação de trabalho. (GAITHER, FRAZIER, 2004).

2.2. Manutenção

Segundo Martins e Laugeni (2005), o objetivo da manutenção das instalações é mantê-las operando para o que foi projetado. A nossa dependência dos equipamentos aumenta a cada dia, a interrupção do processo gera inúmeros problemas como reclamações de clientes, comprometimento da receita, custos de reparos, alteração de índices de acidentes, etc.

De acordo com Monchy (1987), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002) “Manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas” e trabalha na confiabilidade e no aumento da disponibilidade dos equipamentos, a meta é manter os mesmos aptos a funcionar sem que falhas inesperadas ocorram impactando a produção do bem ou serviço. Assim, as atividades de manutenção de uma empresa consistem na combinação de três abordagens fundamentais para cuidar de suas instalações: manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

2.2.1. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva busca eliminação ou redução das probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em períodos programados. (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002)

A manutenção preventiva é aplicada quando o custo da falha não programada é alto, devido a parada da produção normal, ou quando a falha não é totalmente imprevista então, a intervenção da manutenção pode ser programada antes que a falha se torne altamente provável. Quando a manutenção preventiva não é frequente o seu custo pode ser baixo, mas incidirá em grande chance, ou seja, custo, de manutenção corretiva. (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002)

A manutenção preventiva consiste em executar uma série de trabalhos, como trocar peças e óleo, engraxar e limpar, entre outros, segundo uma programação preestabelecida. Normalmente, os manuais de instalação e operação que acompanham os equipamentos fornecem as instruções sobre a manutenção preventiva, indicando a periodicidade com que determinados trabalhos devem ser feitos. A manutenção preventiva, exige, acima de tudo, muita disciplina. Só as empresas maiores e mais organizadas e conscientes dispõem de equipes próprias ou terceirizadas para os serviços de manutenção preventiva (MARTINS e LAUGENI, 2005)

2.2.2. TPM (Manutenção Produtiva Total)

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a manutenção produtiva total vai muito além de um método de fazer manutenção, é uma filosofia gerencial que atua na forma organizacional, nos comportamentos humanos, e em todos ligados diretamente ao processo produtivo.

A Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance – TPM*) é definida como: “a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”, onde manutenção produtiva é: “gestão de manutenção que reconhece a importância de confiabilidade, manutenção e eficiência econômica nos projetos de fábricas”. (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) e Monchy (1987), o desenvolvimento da TPM é feito através de frentes de gestão ou pilares, que são: Manutenção autônoma; Manutenção planejada; Melhorias específicas; Educação e Treinamento; Controle inicial; Manutenção da qualidade; TPM Office; Segurança, saúde e meio ambiente.

3. Materiais e Métodos

O presente estudo de caso foi realizado em uma empresa situada na região de Campinas, estado de São Paulo que atua em diversos segmentos, entre eles o de reparos em automação. O estudo foi aplicado especificamente no processo de manutenção preventiva em *drivers*

(Inversores de frequência, Conversores, *Masterdrives*). A empresa executa a Manutenção Preventiva, que hoje é um dos elementos fundamentais na fidelização dos clientes.

O objetivo é ampliar a capacidade produtiva da Empresa, reduzir ou evitar a quebra ou a queda no desempenho do equipamento do cliente inesperadamente, melhorar a qualidade e a eficiência, maximizar os resultados e a confiabilidade dos processos, capacitando pessoas para atingir o mínimo possível de defeitos, falhas e acidentes.

3.1 Layout

Um *layout* inadequado geralmente é responsável por problemas de produtividade na empresa, como por exemplo, o local e condições físicas desfavoráveis para o trabalho, causando desorganização, insatisfação do funcionário, provocando fluxo inadequado do sistema, falta de supervisão e manutenção do processo, entre outros. Para que esses e outros problemas sejam solucionados corretamente tem-se que delimitar estratégias para a organização.

Na Oficina de reparos, o fluxo de trabalho era inadequado, com longas distâncias na movimentação, demora excessiva no desenvolvimento dos trabalhos, problemática na locomoção dos envolvidos em suas atividades profissionais na empresa, excesso de trabalho em processamento, congestionamento de materiais, projeção espacial inadequada dos locais de trabalho, gerando descontentamentos e baixa produtividade e bastante dificuldade em manter a supervisão e controle. O Centro de Lavagem e testes era pequeno e dispunha apenas de uma estufa, o que atrasava no cumprimento dos prazos estabelecidos, fazendo que o tempo de parada no cliente aumentasse (Figura 1).

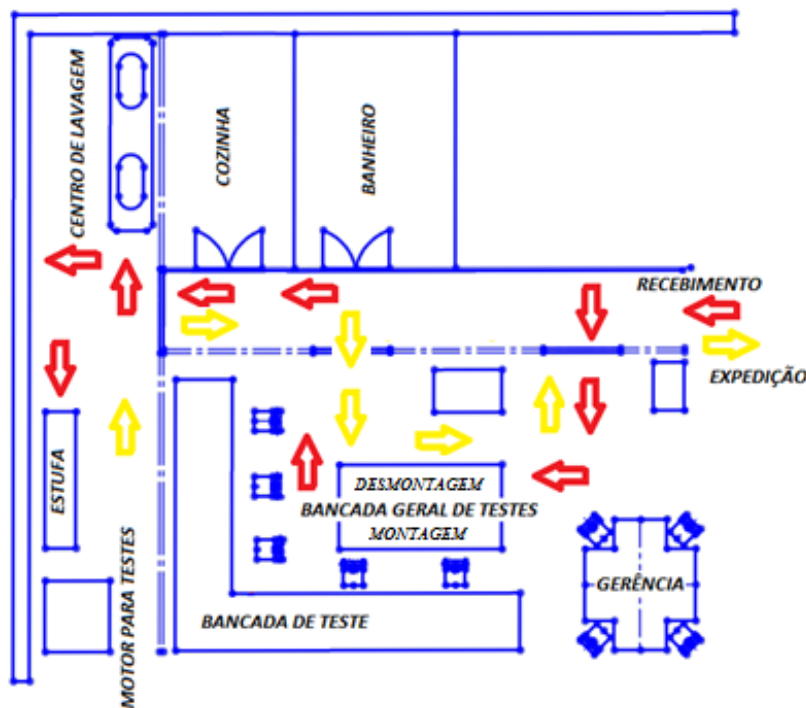


Figura 1 – *Layout* anterior do Centro de Reparos

Fonte: Autor (2014)

3.1.1 Alterações no *Layout*

Diante dos fatos expostos, a alteração no *layout* propôs uma mudança no desempenho do processo produtivo utilizando técnicas de melhorias na Manutenção Preventiva, visando à escolha do arranjo físico mais otimizado para a Empresa e posteriormente as diversas mudanças no processo de Manutenção diminuindo os problemas cotidianos e, com isso

reduzindo os custos de deslocamento indevido, os níveis de retrabalho e tempos operacionais.

O espaço físico, maquinários e equipamentos foram medidos e inseridos no novo propósito da empresa considerando a arquitetura e engenharia. Cada técnico recebeu uma nova mesa e equipamentos individuais. A área de testes, hoje restrita e separada do Centro de lavagem, foi elaborada para realizar testes mais específicos. Já o Centro de lavagem foi totalmente ampliado. Foram adquiridos duas novas estufas o que otimizou todo o processo. Foram cronometrados todos os tempos de cada etapa que envolve o fluxo dos processos, além da velocidade que o funcionário leva para executar o procedimento. Tais medições serviram como parâmetros para os cálculos da distância percorrida pelo funcionário e o tempo para realização do trabalho proposto. Além disso, a empresa investiu em novos equipamentos de testes, que proporcionaram na confiabilidade da Manutenção (Figura 2).

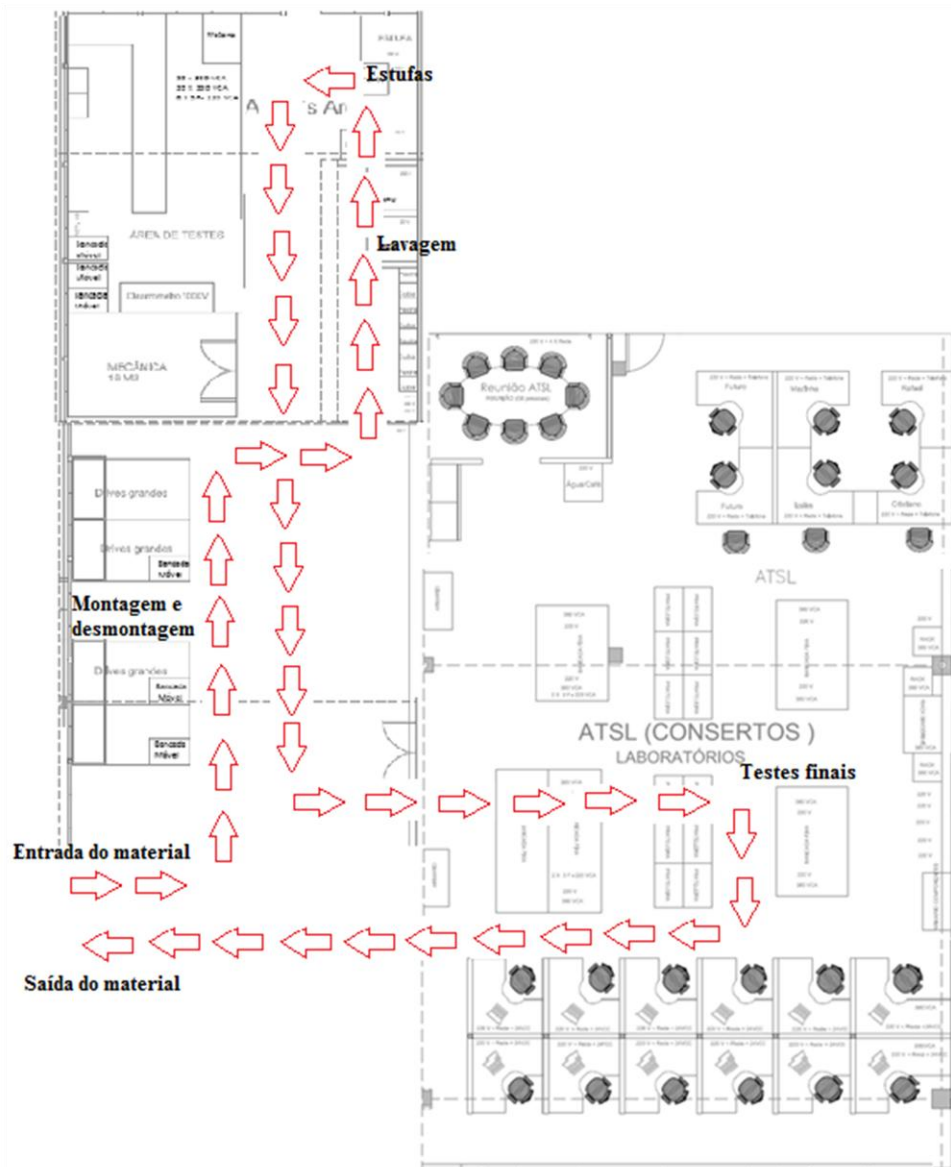


Figura 2 – Layout atual do Centro de Reparos
 Fone; Autor (2014).

Foram considerados alguns fatores para o novo *layout*: Tipo do produto a ser utilizado na manutenção preventiva; Operações envolvidas e a natureza dos riscos envolvidos: riscos químicos, poluição, segurança do prédio e de pessoal; Possíveis expansões; Características

das máquinas, equipamentos e matéria-prima: química, física, peso, volume, quantidade etc; Logística: perecibilidade dos materiais, arrumação e localização; Segurança contra acidentes, quantidade, sexo e serviços a serem prestados de acordo com as leis do trabalho.

3.2. Processo de execução do serviço de manutenção preventiva (Anterior x Atual)

O processo consiste em analisar as placas eletrônicas e as partes mecânicas, desmontar o equipamento, limpeza manual em lavadora de ultrassom, secagem em estufa, reparo, substituição dos componentes e peças defeituosas (quando necessário), montagem e testes. Após este processo é enviado o laudo técnico com o descritivo do serviço a ser realizado, proposta comercial, aprovação do cliente, realização do serviço ofertado, finalização e retorno ao cliente. Todo o processo é feito via sistema da própria Empresa, chamado *Servix*.

A Tabela 1 demonstra as alterações realizadas no serviço de manutenção produtiva:

Processo	Anterior	Atual
Desmontagem geral para verificação de todas as placas e componentes.	O processo era executado pelo técnico especialista	Foi formada uma equipe de auxiliares, que executa este trabalho
Análise inicial do equipamento	O processo era executado pelo técnico especialista	O processo continua a ser realizado por um técnico especialista, devido a importância do processo
Limpeza geral, com descontaminação das placas eletrônicas.	O processo era executado pelo técnico especialista	Contratou-se uma funcionária do sexo feminino para executar os serviços citados
Secagem em estufas com temperaturas e fluxo de ar controlado.	O processo era executado pelo técnico especialista	Contratou-se uma funcionária do sexo feminino para executar os serviços citados
Tratamento nos barramentos de cobre (polimentos)	Não era executado	Hoje o serviço é executado por empresas terceirizadas, e é ofertado como opcional.
Aplicação de verniz protetor “ <i>Conformal Coating</i> ”, nas placas eletrônicas para aumentar proteção	Não era executado	Hoje é ofertado como opcional ao cliente. O serviço é realizado pelo técnico auxiliar
Montagem, de acordo com as características técnicas do fabricante do equipamento	O processo era executado pelo técnico especialista	O processo é realizado pelo técnico auxiliar
Medições e testes com baixa tensão das placas eletrônicas, através de gigas práticas	O processo era executado pelo técnico especialista	Continua sendo responsabilidade do técnico especialista
Energização do equipamento com variador, através da inserção controlada de tensão, evitando danos causados por curto-circuito	O processo era executado pelo técnico especialista	Continua sendo responsabilidade do técnico especialista
Testes funcionais gerais, onde utilizamos equipamentos de alta tecnologia para a análise e certificação do serviço executado	O processo era executado pelo técnico especialista	Continua sendo responsabilidade do técnico especialista

Fonte: Autor (2014)

Tabela 1 – Alteração dos processos de manutenção

4. Resultados

Os resultados obtidos no presente projeto, através da melhoria dos processos foram relacionados a: produtividade, qualidade, custos, tempo, e segurança. A Tabela 2 apresenta os principais ganhos.

Procedimento	Antes	%	Depois	%	Redução (%)
Desmontagem do equipamento	6 horas do técnico especialista	100	4 horas do técnico auxiliar	28	72,2
Análise técnica	5 horas do técnico especialista	100	4 horas do técnico especialista	80	20
Limpeza do equipamento	4 horas do técnico especialista	100	2 horas do técnico auxiliar	21	79,2
Secagem em estufas	10 horas	100	6 horas	60	40
Tratamento dos barramentos	-	-	7 horas (Serviço terceirizado)		Novas implementações. Serviço opcional.
Aplicação de verniz	-	-	3 horas do técnico auxiliar		
Montagem do equipamento	10 horas do técnico especialista	100	8 horas do técnico auxiliar	33	66,7
Testes finais	4 horas do técnico especialista	100	4 horas do técnico especialista	100	-

Fonte: Autor (2014)

Tabela 2 – Ganhos obtidos na alteração dos processos

Como pode ser observado na Tabela 2, no processo de desmontagem e montagem do equipamento, houve redução considerável nas horas técnicas, pois anteriormente todas estas etapas eram realizadas pelo técnico especialista, cujo valor de homem/hora é superior ao do técnico auxiliar. Além disso, o técnico especialista era responsável por todas as etapas da manutenção, o que acarretava em atrasos, devido ao mesmo não estar focado no primordial, ou seja, na análise e reparo em si. As alterações contribuíram para redução de custos e horas do processo de Manutenção da empresa. Já o cliente final ganhou em um menor tempo de parada.

Na análise técnica, houve pequena redução de horas, isso porque o técnico especialista focou no trabalho a ser realizado; Processo de limpeza com descontaminação passou a ser realizada por uma funcionária, pois a função exige um cuidadoso manuseio das peças, componentes e placas dedicadas. Hoje esta funcionária é responsável por todo o Centro de lavagem e secagem, reduzindo assim o número de horas técnicas especializadas, onde o ganho foi em produtividade técnica. Além disso, hoje a empresa dispõe de uma especialista no setor, o que acarretou em outros ganhos, como por exemplo, a fidelização do processo. Deste modo, o cliente também teve um ganho na redução de horas e custos, uma vez que a hora desta funcionária é inferior ao do técnico especialista.

No processo de secagem, quando o volume era grande, perdia-se muito tempo durante o período, pois anteriormente as estufas eram de pequeno porte e sem muitos opcionais. Investiu-se em estufas mais modernas, gerando um ganho considerável em horas, e o tempo de espera reduziu-se quase a metade do tempo anterior, devido aos benefícios dos equipamentos adquiridos. Este processo também passou a ser realizado pela funcionária (sexo feminino), reduzindo também o valor da operação, que antes era realizado pelo técnico

especialista.

No tratamento dos barramentos e polimento, foi realizada análise no processo de um cliente que sofria diversos problemas com paradas não programadas. Foi identificado um ambiente agressivo, acarretando a queima dos *drivers*, sendo que os barramentos soltavam uma foligem (descamava) nas placas eletrônicas, impossibilitando o bom funcionamento dos mesmos. Sendo assim, nas manutenções preventivas incluiu-se como opcional ao cliente, tratamento dos barramentos de cobre (polimentos e eletro deposição de estanho (eletrolise)), e a aplicação de verniz “*Conformal Coating*”, nas placas eletrônicas, sendo essas duas soluções aplicadas a equipamentos que estão instalados em ambiente com atmosfera muito agressiva. Com este processo aumentou a vida útil dos barramentos e das placas eletrônicas, resultando em 65% de aumento no intervalo entre as intervenções e ou paradas não programadas.

Os testes finais continuam sendo realizado pelo técnico especialista, pois se trata da finalização da manutenção, o que demanda uma maior atenção técnica, devido à criticidade do processo. Além disso, houve investimento em instrumentos usados para diagnósticos e reparos, para análise mais adequada (Multímetros Digitais, Alicates amperímetros, Garras de corrente, Câmera termográfica, Analisador de rede elétrica, Analisador de rede Profibus, Gerador de sinais, Fontes de alimentação DC, Gerador de funções e Estação de solda para componentes SMD, Megômetro, Torquímetro). O ganho foi em confiabilidade no processo e liberação de equipamentos 100% testados de acordo com a política dos fabricantes.

Iniciou-se uma análise criteriosa do MTBF (“*Mean Time Between Failures*”), sendo assim o cliente final é informado sobre a vida útil de peças e componentes do *driver*, ficando como sua opção a troca do componente e ou peça.

5. Considerações Finais

Considerando as melhorias implementadas, foi possível reduzir o tempo de manutenção nos equipamentos, colaborando com redução de parada de linha no cliente, possibilitando redução nos custos e aumento da disponibilidade de máquinas.

Com as alterações no *layout* observou-se, melhor aproveitamento de tempo, pois os processos foram alinhados de acordo com cada etapa a ser realizada, gerando ganhos em custos, facilidade no processo produtivo e melhor adequação do espaço físico utilizado através da simplicidade na sua aplicação. As melhorias contribuíram também para redução no custo do serviço prestado, que aumentou a rentabilidade da empresa, possibilitando maior flexibilidade na negociação de preços.

Dedicando mão de obra especializada para cada etapa, obteve-se padronização no serviço e consequentemente aumento da qualidade. Os novos equipamentos adquiridos, proporcionam maior confiabilidade na execução e testes dos serviços realizados.

Com o procedimento de manutenção preventiva abordado, pode-se melhorar a eficiência do equipamento durante a operação e evitar paradas não programadas nos clientes. Os novos processos inseridos na manutenção, alguns opcionais, proporcionam maior vida útil do equipamento, que também geraram ganho ao cliente.

Referências

DRESH, Aline, DIENSTMANN, Gustavo Henrique, CASSEL, Ricardo Augusto. *Princípios da produção enxuta em curtumes*. Belo Horizonte: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011.

FUSCO, Jose Paulo Alves, SACOMANO, José Benedito, BARBOSA, Fábio Alves, ASSOLIN, Walter. GAITHER, Norman, FRAZIER Greg. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Título Original: Production and Operations Management. Administração de operações. São Paulo: Arte & Ciência, 2003.

- MARTINS, Petrônio G., LAUGENI Fernando Piero.** *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MONCHY, François.** *A Função Manutenção*. São Paulo: Durban, 1987.
- RITZMAN, Larry P., KRAJEWSKI, Lee J.** *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. Título original: Foundations of Operations Management.
- SILVA, Valéria Cristiane Oliveira e RENTES, Antonio Freitas.** *A importância da Produção Enxuta nas empresas brasileiras do setor agroindustrial*. Florianópolis: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004.