

Identificação das perdas e sugestões de melhoria em uma indústria de beneficiamento de vidros segundo conceitos do Sistema Toyota de Produção

Simone Geitenes (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) simonegeitenes@gmail.com
Kao Pei Yui (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) mariajo_kao@hotmail.com
Letícia de Oliveira (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) letydeoliveira@hotmail.com
Caroline Bohn (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) b.carolinee@yahoo.com.br
Francieli Karina Giehl (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) francieligiehl@gmail.com

Resumo:

Para manterem-se no mercado, as empresas se obrigam a rever seus processos e custos de produção a fim de eliminar as perdas em todo o processo produtivo. O Sistema Toyota de Produção (STP), também conhecido como Produção Enxuta, tem como objetivo melhorar a competitividade da empresa por meio do aumento da produtividade gerado pela eliminação total e sistemática dos desperdícios. A empresa escolhida para a realização do estudo foi a Tempermed Indústria e Comércio de Vidros Ltda, localizada na área industrial da cidade de Medianeira, oeste do Paraná. Este trabalho baseou-se inicialmente em uma pesquisa bibliográfica a respeito da filosofia do STP, com ênfase nas sete perdas fundamentais e melhoria contínua. Em seguida, visitas *in loco* foram realizadas para a coleta de informações, e procedeu-se então uma análise criteriosa do sistema produtivo para a identificação das perdas e elaboração de possíveis melhorias a serem propostas. Com esse processo, foi possível identificar as principais perdas existentes no beneficiamento de vidro, assim como sugerir possíveis alternativas para reduzir os desperdícios. Dessa forma, este trabalho apresenta um estudo do relacionamento entre as Sete Perdas apresentadas por Shingo e Ohno e as existentes na empresa em estudo.

Palavras chave: Sete perdas, Sistema Toyota de Produção, Indústria de vidros.

Identification of losses and suggestions for improvement in a glass beneficiation industry according to Toyota Production System concepts

Abstract

For the companies to keep themselves on the market, they need to review their process and the production costs to eliminate the losses in whole the productive process. Toyota Production System (TPS) is also called as Lean Production and has the objective to improve the competitiveness through the productivity increase, that is generated by the total and systematic wastes elimination. The chosen company to the study accomplishment was the Industry and glasses Trade Tempermed, located in the industrial area of Medianeira's city, on west of Paraná. This work based on a bibliographical research about the TPS, with emphasis on the seven fundamental losses and continuous improvement. Then some visits were achieved to collect informations and a careful analysis of the productive system to identification of possible losses and drafting improvements to be proposed. Through this process, it was possible to identificate the main losses at the processing of glass, as suggesting alternatives to

reduce the wastes. In this way, this work presents a study about the relationship between the seven fundamental losses presented by Shingo and Ohno, and the existing losses at the studied company.

Key-words: Seven losses; Toyota Production System, Glasses industry.

1. Introdução

Devido à abertura de mercado ocorrida alguns anos atrás no Brasil, a competitividade no sistema produtivo vem crescendo em proporções significativas. Com isso, muitas indústrias vêm sendo obrigadas a reverem seus processos e custos de produção, de modo a manter-se no mercado.

Uma das estratégias que está apresentando bons resultados é a utilização do Sistema Toyota de Produção – STP. Que tem como objetivo melhorar a competitividade da empresa por meio do aumento da produtividade gerado pela eliminação total e sistemática dos desperdícios (Shingo, 1996 apud Hornig, 2008, p. 18). Sua essência é a perseguição e eliminação total de perda. De acordo com Emiliani (2001) fundamentalmente uma baixa competitividade é causada pela presença de uma grande quantidade de perdas.

De acordo com essa realidade que desafia muitas empresas, a minimização de desperdícios na produção ocupa um papel muito importante, para que se possa atingir uma melhor produtividade, não desperdiçar capital com peças defeituosas, manter em estoque somente o que for necessário, ter maior agilidade na produção com mudança de *layout* e eliminar os demais tempos perdidos que geram perdas na produtividade.

A identificação das perdas em cada etapa do processo é essencial, pois assim a empresa pode priorizar as perdas e etapas do processo que devem ser melhoradas com mais urgência, oportunizando maior redução de custos (KAISER, 2001). Um estudo de tempo de fabricação realizado relata que 95% dele correspondem a atividades que não agregam valor mais são importantes e que apenas 5% correspondem a atividades que agregam valor. Com isso, demonstra-se que se o foco estiver voltado apenas para as atividades que agregam valor, a redução do tempo total de fabricação será de apenas 2,5% (CONNER, 2001).

Com base na Produção Enxuta e nas sete perdas fundamentais, classificadas por Ohno e Shingo, o estudo e a análise da indústria de beneficiamento de vidros, Tempermed, permitiram a identificação de possíveis perdas existentes no processo produtivo, assim como classifica-las a fim de propor melhorias com o intuito de reduzir e alguns fatores que não agregam valor ao produto final. Essas atividades que não agregam valor ao produto, são inevitáveis em alguns casos, porém, é necessário saber administrar os processos para que todos os elementos sejam aproveitados da melhor forma possível.

1.2. Empresa em estudo

A empresa em estudo é a Tempermed Indústria e Comércio de Vidros Ltda que está localizada na área industrial da cidade de Medianeira na região oeste do Paraná com origem no ano de 1995. As dependências da empresa possuem uma área de 10.000 m². Atualmente contando com cerca de 150 colaboradores, a empresa continua ampliando suas dimensões e buscando uma evolução constante baseada no aperfeiçoamento, avanço tecnológico, responsabilidade ambiental e social, oferecendo a vidraceiros produtos e serviços diferenciados.

A empresa atende clientes de toda região Sul do Brasil, e também dos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, em menores quantidades. As vendas são realizadas para pessoas jurídicas, e não para pessoas físicas, apresentando comércio atacadista.

Sua produção é puxada, pois os produtos são realizados por encomenda. A linha de produtos da Tempermed é composta por: vidros comuns, impressos, temperados, laminados, espelhos comuns e bisotados e vidros especiais (amplamente utilizados na construção civil).

2. Fundamentação teórica

Esta seção tem por finalidade abordar a base teórica utilizada para este trabalho. Está composta por: Sistema Toyota de Produção e Sete Perdas.

2.1 Sistema Toyota de Produção – STP

Após a Segunda Guerra, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota japonesa, foram pioneiros no conceito da produção enxuta (WOMACK, 2004). Assim, a produção em massa criada por Ford começava aos poucos ser substituída por um novo sistema de produção criado pela Toyota. O salto japonês para sua atual proeminência econômica logo seguiu, na medida em que outras companhias e indústrias japonesas copiaram este notável sistema (WOMACK, 2004).

Também conhecido como Produção enxuta ou *Lean Manufacturing*, este método de produção propõe um novo princípio a respeito da obtenção de lucro das empresas. Se normalmente as próprias empresas fixavam seus preços com a soma simples de custo mais lucro, com o aumento da concorrência, o mercado é quem passou a fixar. Forçando as empresas a focarem diretamente na redução de seus custos para poderem assim obter um lucro maior.

Antigamente a equação que era como mostrado na Equação 1:

$$\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço de venda} \quad (\text{Equação 1})$$

passou a ser:

$$\text{Preço de venda} - \text{Custo} = \text{Lucro} \quad (\text{Equação 2})$$

No STP a redução dos custos é alcançada pela eliminação das perdas (OHNO, 1997; SHINGO, 1996 apud HÖRNIG, 2008).

2.2 Sete Perdas

Perdas são atividades completamente desnecessárias que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas (GHINATO, 2000).

Segundo Kaiser (2001) é importante a elaboração de um método para identificar as perdas em cada etapa do processo e priorizar quais as perdas e etapas que deveriam ser melhoradas. Segundo o mesmo autor isso pode auxiliar às empresas a focalizarem suas ações em processos, avaliando as perdas em cada etapa e identificando onde há maior oportunidade de redução de custos.

Para facilitar o processo de identificação e redução de perdas, Ohno e Shingo sugerem sete classes de perda (OHNO, 1997):

- a) Perda por superprodução: refere-se a produção além do volume programado (perda por quantidade) ou produzir antes do momento necessário quando os produtos ficarão estocados aguardando serem consumidos ou processados em outras etapas (perda por antecipação).
- b) Perda por tempo de espera: tempo em que nenhum processamento, transporte ou inspeção é realizado. Podem ser de três tipos: no processo, quando um lote fica aguardando a operação da máquina devido a falta ou atraso de matéria-prima; do lote, quando peças já

passaram por um processo e precisam esperar todas as outras peças do lote serem produzidas para continuar as próximas etapas do processo; e do operador, quando o operador fica ocioso assistindo uma máquina em operação.

c) Perda por transporte: perdas por deslocamentos desnecessários ou estoques temporários, são encaradas como desperdícios de tempos e recursos que devem ser eliminadas ou reduzidas o máximo possível, com a elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize distâncias percorridas.

d) Perda por processamento: ocorrem quando há execução de atividades desnecessárias, máquinas e equipamentos que são utilizados de forma inadequada. Podem ser reduzidas ou eliminadas com a aplicação de metodologias de engenharia e análise de valor, que não afetam as funções básicas do produto.

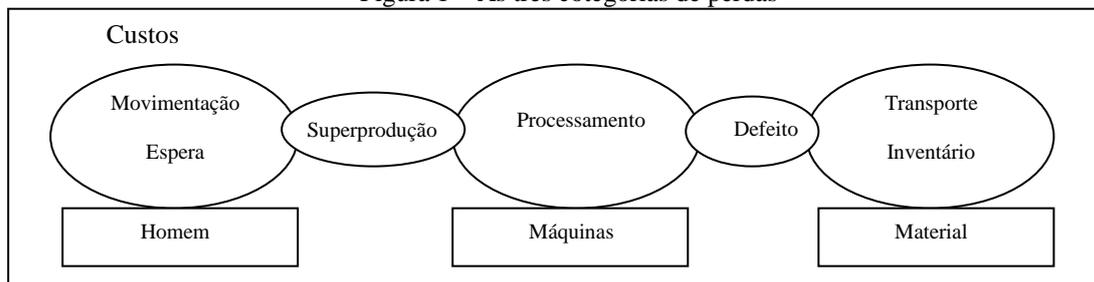
e) Perdas por movimentação: ocorrem devido a movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. O estabelecimento de padrões de operação é um fator essencial para tentar reduzir esse tipo de perdas, pois normalmente são identificadas pela falta de conhecimento destes padrões.

f) Perdas por produtos defeituosos ou retrabalho: A perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da elaboração de produtos com características de qualidade fora do especificado, não satisfazendo as condições de uso. Isso significa desperdiçar materiais, mão de obra, equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. A instalação de dispositivos *Poka-Yokes* pode ajudar a solucionar esses tipos de perdas.

g) Perda por estoque: ocorre devido a existência desnecessária de estoques elevados de matéria-prima, material em processamento e produto acabado, devido a falta de sincronia entre o prazo de entrega do pedido de compra e o período de produção. O nivelamento das quantidades e a sincronização da produção podem ajudar a resolver este tipo de perdas.

Rawabdeh (2005) afirma essas perdas também estão relacionadas com três grandes grupos: Homem, Máquinas e Materiais, que afetam o grupo Custo conforme as atividades ou condições. No grupo Homem está relacionado com os conceitos de movimento, espera e superprodução. No grupo Máquina está relacionado os desperdícios, devido aos processamentos e o grupo Material está relacionado com transporte, inventário e perdas por defeito. Contudo, o grupo Homem e Material se sobrepõem nas perdas de superprodução, enquanto que o grupo Máquina e Material se sobrepõem nas perdas por defeito.

Figura 1 – As três categorias de perdas



Fonte: Rawabdeh, 2005

2.3 Melhoria Contínua ou *kaizen*

O *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua de uma atividade, focada na eliminação de perdas (*muda*), de forma a agregar mais valor ao produto/serviço com um mínimo de investimento (GHINATO, 2000). Esta metodologia depende do contínuo monitoramento dos processos, através da utilização do ciclo de Deming (ciclo PDCA), desenvolvendo-se a partir da padronização da melhor solução e subsequente

melhoria deste padrão, garantindo que os pequenos e incrementais ganhos sejam incorporados às práticas operacionais.

Este método é baseado em três regras: “5S”, padronização e eliminação de perdas, onde equipes multifuncionais analisam sistematicamente os processos para identificar e eliminar perdas. De acordo com CARVALHO (2010), o 5S é uma metodologia que se destina ao aumento da produtividade por meio da organização dos espaços de trabalho. Tem origem nas cinco palavras japonesas: *Seiri* - selecionar, *Seiton* - organizar, *Seiketsu* - limpar, *Seisou* - padronizar, *Shitsuke* - disciplinar. No STP a padronização apresenta-se como um dos principais propósitos para a fabricação de produtos sem defeitos e de forma estável, viabilizando uma estratégia de produção em pequenos lotes (GHINATO, 1996. apud YOSHIDA 2010).

3. Metodologia

Realizou-se pesquisa bibliográfica a respeito da filosofia do Sistema Toyota de Produção, com ênfase nas Sete Perdas Fundamentais e Melhoria Contínua (*kaizen*). Após esse processo efetuou-se visitas *in loco* a indústria para coleta de informações a respeito do assunto em estudo e análise criteriosa do sistema produtivo para a identificação e elaboração das possíveis melhorias no processo.

4. Estudo de caso

4.1 Processo de beneficiamento do vidro

Com relação ao processo de beneficiamento do vidro temperado na empresa em estudo, ele é o mesmo para todos os tipos de vidro, iniciando com o pedido do cliente, escolha da chapa de vidro de acordo com as especificações do projeto do cliente, passando pelo corte, refilamento de bordas, furação, lavação e por último no forno de tempera seguido da expedição. A seguir é feita uma breve descrição de cada uma das etapas do processo:

- a) Pedidos: o cliente solicita o pedido do vidro temperado, especificando as medidas do corte, bem como as características do vidro (cor, espessura, quantidade de peças e local de furação);
- b) Corte: as características do projeto do cliente são passadas para uma máquina, previamente programada por computador, que corta de forma projetada para diminuir os desperdícios das chapas. Este setor conta com operadores de mesa de corte e auxiliares;
- c) Refilamento de bordas (lapidação): este setor conta com lapidadores, máquinas de lapidação de bordas e um equipamento elétrico lapidador de furos. A máquina de lapidação das bordas realiza a lapidação de cada borda do vidro, sendo necessária a passagem de 4 vezes do vidro pela máquina;
- d) Usinagem: equipamento capaz de cortar, bisotar, furar, lapidar e escrever em vidros. A máquina é operada por um colaborador, e usada para alguns produtos da empresa, os que apresentam mais detalhes e acabamento mais refinado, da linha Decoração;
- e) Marcação: onde é especificado (marcado) o posicionamento dos furos a serem feitos nas chapas de vidro, é realizada na máquina de furação (processo subsequente);
- f) Furação: este setor conta com uma máquina de furação, a qual é ajustada pelo colaborador de acordo com a espessura do vidro e perfura, conforme o projeto do cliente;
- g) Bisoteamento: máquina que trata a bordas dos vidros para que não causem ferimentos e ganhem resistência prevenindo contra rachaduras e trincas, e também executa bordas chanfradas, próprias para decoração (utilizado em mesas, espelhos, tampos, molduras, etc);
- h) Lavagem: nesta fase do processo o operador ajusta a máquina que faz a lavagem e secagem do vidro;

i) Temperamento: a última fase do processo é o temperamento do vidro. Os vidros previamente marcados com o código do cliente são colocados com o auxílio de colaboradores sobre a esteira do forno, o qual é ajustado com a temperatura de acordo com a espessura da chapa. Após o processo de têmpera o vidro é esfriado com ar ambiente, retirado, conferido e transportado para a expedição;

A figura 2 mostra imagens dos seguintes processos, respectivamente: 1) corte; 2) Refilamento de bordas; 3) Furação; 4) Temperamento.



Figura 2- Processos de beneficiamento do vidro

j) Expedição: o setor de expedição conta com colaboradores que são responsáveis pela localização dos vidros e seu carregamento nos meios de transporte dos clientes.



Figura 3- Setor de expedição

A tabela 1 apresenta a produção diária de vidros nos meses de janeiro a dezembro de 2012.

Tabela 1- Produção diária mensal no ano de 2011

Mês	Produção Diária média (m ² /dia)
Janeiro	1893,12
Fevereiro	1486,67
Março	1406,79
Abril	1630,95
Mai	1411,61
Junho	1840,09
Julho	1781,71
Agosto	1922,68
Setembro	1905,75
Outubro	1890,39
Novembro	2271,61
Dezembro	2364,77
*Total	436122,80

(*) O total descrito é considerando uma produção anual de 20 dias por mês.

Fonte: Arquivos Tempermed.

4.2 Identificação das Perdas

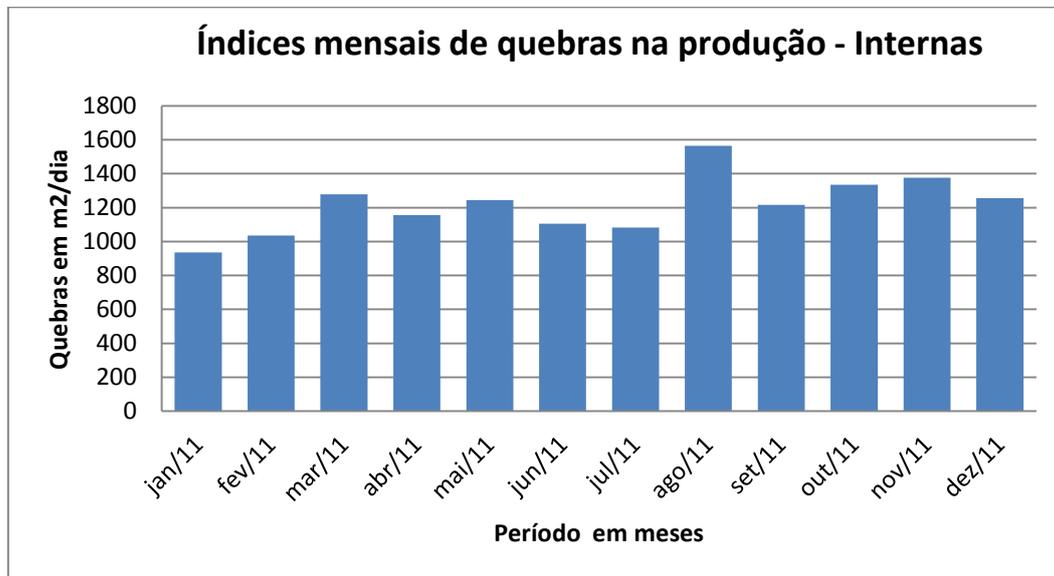
Após conhecer todas as etapas e o funcionamento da linha de produção, foi possível identificar as principais perdas no processo de beneficiamento do vidro da indústria em questão, assim como, fornecer algumas sugestões, visando otimizar os processos, com base nas sete perdas fundamentais.

a) Observou-se que há muitas chapas de vidro paradas aguardando os processos subsequentes o que acarreta capital parado e demora na expedição do produto acabado, ou seja, **Perda por Estoque e Perda por Espera**. Notou-se também que não há sequenciamento e controle nas ordens de produção, pois os materiais que estão em estoque no processo não seguem a ordem dos pedidos. Como proposta de melhoria recomenda-se fazer um balanceamento na linha de produção para que diminuir ao máximo o tempo de espera. A empresa poderia adotar também a regra do FIFO (*first in- first out*) em relação aos produtos processados, ou seja, a primeira chapa que chegar é a primeira a ser beneficiada para que não ocorram problemas com o tempo de entrega ao cliente;

b) Devido a erros na etiquetagem, existe um número significativo de **Perdas no próprio Processamento**: muitas vezes, o operador cola a etiqueta errada na peça e quando esta chega para a expedição não é encontrada com as devidas características que o cliente havia solicitado e é dada como perdida, iniciando-se um novo processo de fabricação da peça. Isto ocasiona grandes custos devido à necessidade de fabricar novamente a peça, podendo ser classificado também como **Perda por Retrabalho**. Ocorre a geração de estoque de peças rejeitadas que devem ser reutilizadas de alguma forma. Para esta perda sugere-se a implantação de dispositivos anti-falhas, também conhecidos como *poka-yokes*, com intuito de evitar a quebra no processo e falhas na etiquetagem das peças. O objetivo dos *poka-yokes* é viabilizar a inspeção 100% na fonte com *feedback* rápido e, conseqüentemente, eliminar a perda decorrente da fabricação de produtos defeituosos (DIEDRICH, 2002);

c) O gráfico 1, apresenta o índice que a empresa chama de “quebras internas” de produção durante o ano de 2011. As quebras internas ocorrem devido a erros de processamento de peças defeituosas ou com etiquetas de identificação de características e de clientes erradas bem como o manuseio dentro da indústria, encaixando-se na **Perda por Transporte e perdas por produtos defeituosos**. No gráfico são apresentadas as “quebras internas” diárias em média que foram fornecidas pela empresa.

Gráfico 1- Gráfico dos índices mensais de quebras internas de produção



Fonte: Arquivos Tempermed

Verifica-se que a quantidade de “quebras internas” é bem semelhante durante todo o ano o que indica que pode haver falhas constantes em alguma etapa do processo que podem ser corrigidas. É necessário avaliar porque ocorrem estas falhas para tentar corrigi-las.

Desta forma, seria indispensável que a empresa adotasse medidas para diminuição extrema destas perdas que comprometem de forma significativa sua produção.

A fim de evitar esses tipos de perdas, sugere-se um estudo do arranjo físico para aproximar o material em processo das máquinas, fazendo com que o operador não perca tempo se deslocando, e gerando também uma possível redução no consumo de energia elétrica já que a máquinas ficam ligadas esperando para serem utilizadas.

O arranjo físico é a disposição física dos recursos disponíveis, que se bem planejada traz maior flexibilidade, racionalização e qualidade ao processo de distribuição dos recursos produtivo (MARTINS *et al*, 2010).

A tabela 2 apresenta as quebras referentes ao ano de 2011 que a empresa considera como “quebras externas”, ou seja, peças que sofrem danos durante o transporte até o cliente, ou que chegando a ele, identifica-se que não é a peça correta, e a mesma deve retornar à empresa para que seja iniciado um novo pedido. Estas perdas podem ser consideradas como **perdas por transporte e perdas por retrabalho**.

Tabela 2- Índices mensais de “quebras externas” de produção no ano de 2011

Mês	Quantidade média (m ² /dia)	* Percentual (%)
Janeiro	208,76	11,0
Fevereiro	218,66	14,7
Março	288,21	20,5
Abril	284,26	17,4
Maio	196,55	13,9
Junho	173,97	9,5
Julho	126,58	7,1
Agosto	120,91	6,3
Setembro	130,56	6,9
Outubro	195,66	10,4
Novembro	217,52	9,6
Dezembro	144,91	6,1
Total	2097,79	

(*) O percentual é referente as “quebras externas” por dia em relação a produção diária mensal.

Fonte: Arquivos Tempermed

Se considerarmos que a empresa produzisse 20 dias por mês, as “quebras externas” totalizariam de 46131 m² no ano, verifica-se que essas quebras totalizariam 10,6 % da produção total anual. Portanto sugere-se que a empresa adote programas de treinamento para seus colaboradores manusearem corretamente as peças e no caso de peças que chegam ao cliente e que não sejam as especificadas no pedido sugere-se a instalação de dispositivos anti-falhas (*poka-yokes*) citados anteriormente.

d) Como a indústria trabalha sob encomenda, acredita-se que não há **Perda por Superprodução**.

e) Outra sugestão é o estudo de Tempos e Movimentos, a fim de evitar **Perdas por Movimentação**.

Para que a eficiência da produção tenha um melhoramento contínuo (*Kaizen*), sugere-se que a empresa elabore um plano de gestão da qualidade e implante ferramentas como o 5S e ciclo PDCA para identificar e eliminar perdas que venham a ocorrer futuramente.

5. Conclusão

Um dos grandes desafios das empresas é produzir sem desperdícios. Neste caso, a implantação de ferramentas do STP apresenta-se como uma alternativa para a redução de movimentos, estoques, tempos de espera, retrabalho entre outros fatores que afetam diretamente os custos de produção e melhoria e organização do ambiente de trabalho. Sabendo disso, o estudo aqui proposto buscou conhecer e estudar as etapas do beneficiamento de vidros, a fim de detectar possíveis perdas no processo de fabricação e com isso propor melhorias.

Considera-se que as perdas levantadas comprometem diretamente o sistema produtivo e consequentemente os custos de produção. Porém, com as sugestões apresentadas pode-se

melhorar este problema consideravelmente. As propostas de melhoria não dependem de tanto recurso financeiro em relação ao benefício que elas trarão.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se: um estudo a fim de identificar quais perdas tem prioridade de correção; identificar qual perda trará maior oportunidade de redução de custos.

6. Referências

CARVALHO, M. T. *Lean Manufacturing na indústria de revestimentos de cortiça.* (2010). 71f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: <<http://tschan.pbworks.com/f/Disserta%C3%A7%C3%A3o+de+Mestrado.pdf>>. Acesso em Setembro de 2012.

CONNER, G. *Lean Manufacturing for the Small Shop.* Society of Manufacturing Engineers (SME), Dearborn, MI, 2001.

DIEDRICH, H. *Utilização de conceitos do Sistema Toyota de Produção na melhoria de um processo de fabricação de calçados.* Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia – ênfase Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1934/000362035.pdf?sequence=1>> Acesso em setembro 2012.

EMILIANI, M.L. *Redefining the focus of investment analysts.* The TQM Magazine 13(1), 34-51, 2001.

GHINATO, P. *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.* Ed: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. Da UFPE, Recife, 2000.

HÖRNIG, G. *Identificação e redução de Perdas em processo da indústria calçadista segundo conceitos do Sistema Toyota de Produção.* 2008, 90f. Monografia (graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS.

KAISER, D. *Identificação e redução de perdas segundo o Sistema Toyota de Produção: um estudo de caso na área de revestimento de superfícies.* 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/Detlev%20Kayser.PDF>>. Acesso em: 20/05/2012.

MARTINS, D.R.; PORTO, E.S.; SILVA, R.L.M.; MORAIS, S.F.A. *Democratização da inovação tecnológica à luz da responsabilidade social: inserção de conceitos em prevenção de incêndios no arranjo físico do centro de madeira de Campina Grande.* São Carlos, SP, Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_123_794_16658.pdf>. Acesso em: 28/09/2012.

OHNO, T. *O sistema Toyota de Produção – Além da Produção em grande escala.* 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RAWABADEH, I.A. *A model for the assessment of waste in job shop environments.* International Journal of Operations & Production Management 25(8), 800-822, 2005.

YOSHIDA, F.; N. *Análise de um modelo de padronização de processos para a construção civil.* (2010). 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, Brasil. Disponível em: <<http://www.uel.br/pos/enges/dissertacoes/64.pdf>>. Acesso em: Setembro de 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel.* Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.