

Análise das perdas e propostas de melhorias de um processo produtivo

Fernando Elemar Vicente dos Anjos - IFRS

fernando.anjos@caxias.ifrs.edu.br

Rodrigo Pacheco

rodrigo.pacheco@caxias.ifrs.edu.br

Luiz Alberto Oliveira Rocha

laorocho@gmail.com

Debora Oliveira da Silva

deboraoliveira@unisinios.br



Este artigo, através de um estudo de caso, tem o objetivo de analisar as perdas oriundas do processo de produção e propor um plano de ação para a redução das perdas analisadas. Um conjunto formado por quatro centros de usinagens obtiveram, em média, mais de 50% do seu tempo total de disponibilidade em perdas, não agregando valor aos produtos, destacando-se set-up, operador deslocado, troca de turno e análise dimensional (inspeção). Por fim elaborou-se um plano de ação, destacando atividades para a redução destas perdas. Este trabalho justifica-se porque sempre que pesquisas geram resultados empíricos relevantes para o mundo real apoiam o desenvolvimento da ciência e proporcionam a aplicação de novas pesquisas.

Palavras-chave: Perdas, Análise de Perdas, Melhorias no Processo Produtivo.

1. Introdução

A competição entre as organizações está cada vez maior, o que vem gerando a necessidade destas em estar sempre observando e revisando seus processos, objetivando deslumbrar oportunidades de fortalecer seus fatores competitivos e eliminar potenciais perdas. Para Antunes et al. (2008), a eliminação destas perdas suporta a organização para sobreviver ao mercado e seus fatores de competição e, ainda, afirma que o processo necessita ser melhorado constantemente e que a busca da melhoria contínua deve ser a missão de toda organização. Perda de processo, visto pelo presidente da Toyota, Fujio Cho, e de acordo com Chase et al (2004), é qualquer coisa que não seja a quantidade mínima de equipamento, materiais, peças e trabalhadores (tempo de trabalho) que são absolutamente essenciais à produção. Em concordância com o exposto, Slack et al. (2006) redigem que a parte mais significativa da filosofia enxuta é seu foco na eliminação de todas as formas de perdas, ou seja, a eliminação das atividades que não agregam valor e quando abordamos a necessidade de melhorias das organizações, se faz necessário utilizar algum tipo de metodologia e ferramentas para a análise destes fatores.

Visando isso, Antunes (2008), nos mostra que para sistemas de manufatura, uma das filosofias mais utilizadas é a aplicação dos conceitos estabelecidos no Sistema Toyota de Produção (STP). Para o idealizador do STP, Ohno (1997), as perdas dos sistemas produtivos estão relacionadas à operações ou movimentos realizados no sistema produtivo que não agregam valor ao produto e somente geram custos às organizações e para analisar a redução das perdas do processo produtivo deve-se aplicar alguma estratégia de medição a elas, para saber onde existe as maiores oportunidades para enxugar o processo. Com este foco, verificou-se que a empresa abordada neste estudo de caso possui muitos atrasos nas entregas dos seus produtos, gerando uma imagem para o mercado de que esta não cumpre com o prometido, o que acaba por comprometer o futuro organizacional.

Por isso, à partir do entendimento de que as empresas precisam melhorar seus processos para aumentar a sua competitividade, que a redução das perdas dá suporte à organização para sobreviver à grande competitividade estabelecida no mercado e que a empresa foco deste estudo de caso possui problemas nos seus processos, os quais geram atrasos das entregas dos seus produtos atualmente, surge a questão de pesquisa que é: Como a mensuração e análise das perdas do processo produtivo pode gerar informações para a elaboração de um plano de ação com atividades para fortalecer a empresa e reduzir seus desperdícios?

Este artigo tem como objetivo analisar as perdas do processo produtivo da empresa focal deste

estudo de caso, propor um conjunto de ações para apoiar a redução nas perdas e consequentemente, oportunidade de melhorias no seu processo. Este trabalho se justifica porque sempre existe relevância em pesquisas empíricas, no qual aplicam-se ferramentas e metodologias acadêmicas que permitem melhorias nos resultados organizacionais, gerando menores perdas, tornando a empresa mais forte e competitiva na concorrência imposta pelo mercado. Este artigo é composto pelas seções de referencial teórico, metodologia, resultados, análise dos resultados e conclusão.

2. Referencial Teórico

Quando abordado sobre as necessidades de melhorias de processo e eliminação das perdas dos sistemas produtivos, sem dúvida a principal filosofia lembrada e seguida é a utilizada no Sistema Toyota de Produção. Shingo (1996) nos mostra que este sistema ganhou grande notoriedade devido à aplicação e resultados na filosofia *Just in Time (JIT)*. A relação entre o JIT e o princípio da otimização dos sistemas produtivos faz cada vez mais lógica com a redução dos desperdícios e a filosofia enxuta serem aplicadas nas organizações, pois o Sistema Toyota de Produção se compõe por três princípios fundamentais (ANTUNES et al, 2008), os quais são:

- Redução dos Custos;
- Mecanismo da Função Produção;
- Análise das perdas do sistema produtivo.

Consoante a isso, Falcão (2001) nos mostra que a redução de custos está baseada no princípio que o preço é determinado pelo mercado, sendo seu principal fator a percepção de valor do produto pelo cliente e, baseando neste pressuposto, quanto menor for o custo de fabricação, maior será o lucro obtido pela empresa. Por sua vez, Antunes (2008) nos fala que o mecanismo da função produção oportuniza a possibilidade de gerar a análise conjunta de fatores como: fluxo de pessoas, materiais, equipamentos em uma relação temporal. Por fim, para Ohno (1997), as perdas dos sistemas produtivos estão relacionadas à operações ou movimentos realizados no sistema produtivo que não agregam valor ao produto e somente geram custos às organizações. Ele ainda cita que existem referências fundamentais para o entendimento dos conceitos das perdas, os quais são:

- Melhorar os processos para aumentar a eficiência somente tem fundamento se os custos se reduzirem de alguma maneira;

- As melhorias devem ser implantadas em cada estágio do processo, sempre objetivando a melhoria global dos processos.

Para gerar o processo sistêmico de identificação e eliminação das perdas, Ohno (1997) e Shingo (1996) citam sete tipos de perdas, os quais devem ser analisadas e tratadas de maneira sistêmica e contínua. Antunes (2008) e Ghinato (1996), descrevem as sete perdas conforme descrição a seguir:

- Perdas por superprodução – consiste em fabricar algo além da quantidade necessária ou produzir algo de maneira antecipada a sua real necessidade de produção. Segundo o autor esta é a pior das perdas, porque a utilização dos recursos ocorre de forma desnecessária e antecipada e deve ser eliminada sob qualquer hipótese;
- Perdas por transportes – tratam da movimentação de estoque, pessoas e materiais de forma desnecessária, sendo que, os transportes desnecessários geram custos e necessitam de recursos para a realização das mesmas;
- Perdas por processamento em si – é a perda gerada por excesso de operações, aplicações de operações e atividades desnecessárias. Teoricamente, poderiam ser eliminadas que não afetariam a especificação do produto;
- Perdas por fabricação de defeituosos – é a perda gerada pela fabricação de produtos defeituosos, que geram custos por retrabalho ou sucateamento dos materiais;
- Perdas por movimentação – Ocorre quando se realiza movimentação desnecessária para execução das operações, procedimentos de fabricação ou inspeção dos materiais;
- Perdas por espera – Ocorre quando algum material está aguardando algum processamento ou quando algum operador está esperando algo para realizar alguma operação;
- Perdas por estoque – é oriunda dos estoques gerados pelo desbalanceamento das operações, pelas esperas entre processos, e nesta perda, pode-se incluir a matéria prima e os produtos acabados, que geram custos e não estão sendo utilizados.

Ainda com relação às perdas, Antunes et al (2008), destaca que dentro do mecanismo da função produção existem perdas relacionadas a processos e operação, e são exemplos destas: sucata, retrabalho, manutenção, medição, inspeção, paradas programadas, falta de colaboradores para trabalhar, *setup*, ajuste de ferramentas e equipamentos, movimentação de materiais, caminhar de pessoas. Também destaca que, de acordo com o sistema produtivo, podem existir muitas

outras perdas de processos, as quais irão depender de cada sistema, mas sempre é possível conectá-las com as sete perdas que são referências do Sistema Toyota de Produção.

3. Metodologia

A seção de metodologia está dividida em duas partes, a primeira aborda sobre o método de pesquisa e a segunda sobre o método de trabalho.

3.1 Método de Pesquisa

Segundo Silva e Menezes (2001), toda pesquisa precisa ter a definição de qual será seu procedimento técnico, sua natureza, sua abordagem e seus objetivos. Portanto, para a elaboração desta pesquisa, o procedimento técnico que se optou foi o estudo de caso. Segundo Dresch et al (2015), o estudo de caso é um método empírico, no qual se realiza uma investigação de algum objeto, com o objetivo de entendê-lo profundamente e interpretá-lo.

Este estudo de caso é do tipo I, que segundo Yin (2001), trata-se de um estudo de caso com uma unidade de análise que ocorrerá uma vez no tempo. A natureza da pesquisa é aplicada, devido a ser realizada em um ambiente real. A abordagem da pesquisa é qualitativa e quantitativa. A abordagem qualitativa busca entender o processo produtivo e seu fluxo e a abordagem quantitativa busca definir os supermercados e dimensionamentos dos mesmos. Por fim, a pesquisa tem como objetivo ser explicativa, porque busca identificar e explicar fatores que determinam certo fenômeno.

3.2 Método de Trabalho

O método de trabalho são as etapas operacionais da pesquisa. Estas são executadas pelos pesquisadores para a execução das atividades propostas. Para esta pesquisa, executaram-se as etapas destacadas:

- a) Análise do processo da organização foco deste estudo de caso;
- b) Definição dos pontos e setores a serem analisados na organização;
- c) Definição da coleta de dados;
- d) Definição do método de análise dos dados;
- e) Elaboração do plano de ação a partir das análises dos processos;
- f) Estimativa dos resultados após a implantação das ações.

Na etapa “a” buscou-se entender o fluxo de processo da organização, desde o pedido até a

entrega, pois trata-se de uma empresa que trabalha com produção sob projeto. Neste tipo de processo os produtos são customizados e qualquer problema que gere impacto no cliente pode ocorrer tanto nas etapas administrativas quanto nas etapas de manufatura. Na etapa “b” realizaram-se entrevistas com alguns colaboradores da organização. O objetivo destas foi entender em quais lugares estavam ocorrendo os problemas de atraso de entregas e, à partir desta constatação, direcionar os esforços nas potenciais causas dos atrasos das entregas dos produtos. Para a realização da definição dos pontos a serem analisados durante a pesquisa, buscou-se entrevistar cinco colaboradores da organização, sendo eles:

- Diretor da empresa;
- Supervisor da Produção;
- Supervisor do Planejamento e Compras;
- Supervisor Comercial;
- Supervisor de Engenharia.

A definição por este grupo de colaboradores se deu devido a eles formarem o grupo de gestão da organização. Estas entrevistas foram conduzidas sem estruturação, mas iniciando sempre com o questionamento: Em quais locais estavam os maiores problemas da organização, que geravam atrasos nas entregas, reclamações dos clientes e, posterior, enfraquecimento da marca da organização?

Na etapa “c” do método de trabalho foram definidos os dados a serem coletados, nos quais, antecipado parte dos resultados das entrevistas, investigaram-se os problemas relacionados aos processos de manufatura, por conseguinte, não ocorrendo investigação nos processos administrativos. Na etapa “d” analisou-se os problemas de manufatura que impactavam de forma mais relevante nos atrasos das entregas dos produtos aos clientes. Já, na etapa “e” do método de trabalho, à partir da análise dos problemas do processo de manufatura, definiu-se um plano de ação para redução dos problemas identificados e, por fim, na etapa “f” se estimou qual proporção dos problemas identificados no processo poderiam ser eliminados.

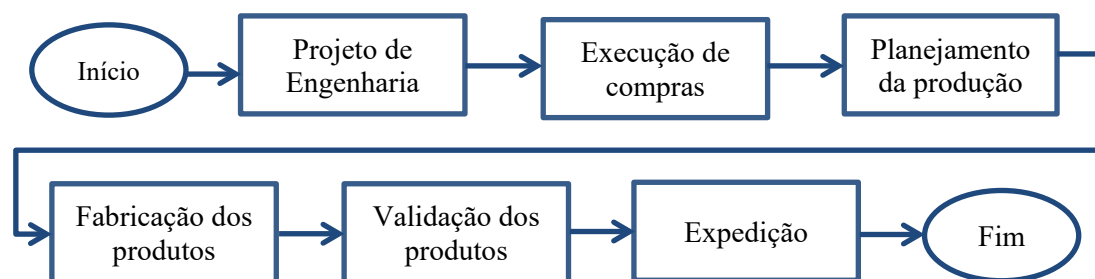
4. Resultados

A organização foco deste estudo de caso é uma empresa do ramo metal mecânico localizado na região da serra do estado do Rio Grande do Sul. Esta empresa é especialista na produção de moldes de injeção e matrizes para estampagem e sua estratégia de produção é fabricação sob projeto, no qual, o desenvolvimento do projeto e a sua validação ocorre com a participação do

cliente. Esta possui no seu parque fabril diversos equipamentos, dentre eles podemos destacar: injetoras e prensas (para testes das matrizes e moldes), centros de usinagem, tornos CNC, Fresadora CNC, equipamentos de eletro erosão a penetração e fio e outros.

O processo da organização tem um fluxo pré-estabelecido, mas ele é tratado de maneira bastante macro, devido à customização e a necessidade cada projeto ser único. As etapas de desenvolvimento e seus tempos são organizadas de acordo com suas características, considerando as suas oportunidades, riscos, dificuldades e complexidade de execução. As etapas de desenvolvimento são representadas na Figura 01.

Figura 01 – Etapas do processo do desenvolvimento dos produtos



Fonte: elaborado pelos autores (2020)

Analisando as informações coletadas durante as pesquisas, percebe-se que existem pontos divergentes e convergentes quando abordados os temas relacionados às perdas operacionais. Exemplos de pontos divergentes é a posição do supervisor comercial, que cita que os departamentos da organização não se entendem e necessitam se estruturar para atender as necessidades dos clientes. Outro exemplo foi relatado pelo coordenador da engenharia, que no seu depoimento afirma que as áreas de planejamento e compras e a área de produção não sabem administrar as suas rotinas e seus processos e que precisam, urgentemente, se reestruturar para poder manter a empresa organizada e competindo no mercado.

Quando abordado sobre os pontos relatados que são convergentes, alguns se destacaram, sendo todos relacionados ao processo de fabricação e testes dos produtos. Destacou-se a informação que, muitas vezes o processo ocorre dentro dos prazos previstos até a etapa de planejamento da produção, quando então inicia-se o atraso do projeto, durante a execução das atividades produtivas. Além disso, relatou-se que existe um determinado conjunto de máquinas que tornam o processo de fabricação mais lento. Este conjunto de máquinas é composto por três modelos que segundo os entrevistados, elas estão sempre lotadas. A fila nelas é representativa e ocorre necessidade de mudança de prioridades nestes equipamentos devido à pressão exercida

pelos clientes e atrasos de entregas programadas. À partir destas informações, decidiu-se analisar profundamente estes recursos e seu comportamento, sendo que estes foram denominados como:

- Dois Centros de Usinagem HSC modelo GENTIGER, denominados GT1/GT2 operado por um operador;
- Um Centro de Usinagem CNC modelo YCM-NSV, denominado Y1 operado por um operador;
- Um Centro de Usinagem HSC modelo MAZAK 510 C-HS, denominado MZ1 operado por um operador.

Após as entrevistas, os dados de perdas do processo foram coletados na organização por um período de 45 dias, compreendendo 16 horas por dia. A coleta ocorreu com apoio dos próprios colaboradores da empresa e depois compiladas e analisadas de forma geral, integrada e centralizada. Todas as paradas dos equipamentos medidos foram classificadas de acordo com o grupo determinado na Tabela 01.

Tabela 01 – Classificação dos eventos de paradas

Manutenção
Análise dimensional / visual
Troca de turno
Intervalo para lanches
<i>Setup</i>
Trocas de ferramentas
Mudança no plano de produção
Erro Montagem / <i>Setup</i>
Operador ausente / deslocado

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No total das 720 horas de atividade de cada equipamento, coletaram-se os registros de produção, os registros de paradas e geraram-se os dados demonstrados na Tabela 02 para os centros de usinagem HSC modelo GENTIGER, na tabela 03 para o centro de centro de usinagem CNC modelo YCM-NSV e na tabela 04 para o centro de usinagem HSC modelo MAZAK 510 C-HS.

Tabela 02 – Eventos de paradas dos equipamentos GT1/GT2

Centros de Usinagem HSC modelo GENTIGER	
Evento	Tempo (horas)
Manutenção	45,3
Análise dimensional / visual	65,7
Troca de turno	77,8
Intervalo para lanches	24,7
<i>Setup</i>	93,2
Trocas de ferramentas	28,7
Mudança no plano de produção	21,3
Erro Montagem / Ajustes	49,2
Operador ausente / deslocado	76,3

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nos equipamentos denominados GT1 e GT2, percebe-se que das 1440 horas disponíveis de produção no período de 45 dias, 482,2 horas o equipamento não estava produzindo. Analisando as suas perdas, fica evidente que os maiores eventos de paradas estão relacionados respectivamente ao *setup*, operador ausente / deslocado, a troca de turno, sendo que estes três eventos totalizam 51,3% do total das perdas deste processo produtivo. O próximo equipamento analisado foi o centro de usinagem CNC modelo YCM-NSV e seus dados coletados estão dispostos na Tabela 03.

Tabela 03 – Eventos de paradas do equipamento Y1

Centro de Usinagem CNC modelo YCM-NSV	
Evento	Tempo (horas)
Manutenção	18,7
Análise dimensional / visual	28,2
Troca de turno	33,6
Intervalo para lanches	9,8
<i>Setup</i>	46,2
Trocas de ferramentas	30,1
Mudança no plano de produção	6,5
Erro Montagem / Ajustes	22,6
Operador ausente / deslocado	36,1

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

No equipamento denominado Y1, percebe-se que do total de horas disponíveis para a produção, 231,8 horas o equipamento não estava produzindo. Analisando as suas perdas, fica evidente que os maiores eventos de paradas estão relacionados respectivamente ao *setup*, operador ausente / deslocado e troca de turno, sendo que estes três eventos totalizam 50% do total das perdas deste processo produtivo.

O próximo equipamento analisado foi o centro de usinagem CNC modelo MAZAK 510 C-HS. Os dados coletados estão dispostos na Tabela 04.

Tabela 04 – Eventos de paradas do equipamento MZ1

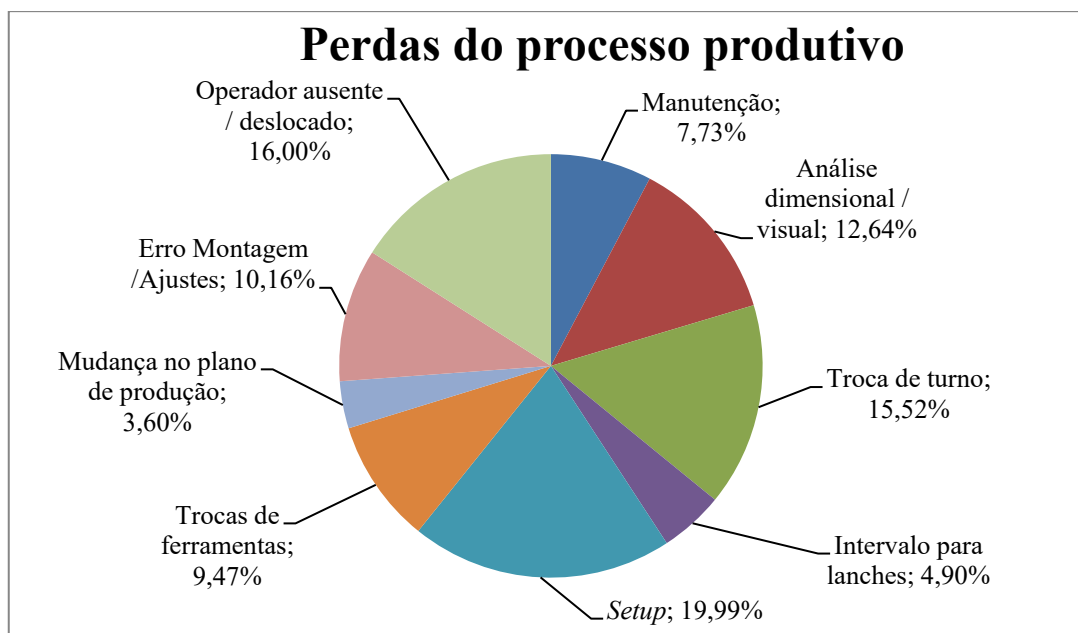
Centro de Usinagem CNC modelo YCM-NSV	
Evento	Tempo (horas)
Manutenção	7,0
Análise dimensional / visual	22,3
Troca de turno	31,2
Intervalo para lanches	10,5
<i>Setup</i>	44,3
Trocas de ferramentas	28,2
Mudança no plano de produção	5,3
Erro Montagem / Ajustes	21,6
Operador ausente / deslocado	34,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No equipamento denominado MZ1, percebe-se que do total de horas disponíveis para a produção, 205 horas o equipamento não estava produzindo. Analisando as suas perdas, fica evidente que os maiores eventos de paradas estão relacionados respectivamente ao *setup*, operador ausente / deslocado e troca de turno, sendo que estes três eventos totalizam 53,7 % do total das perdas deste processo produtivo.

Com isso, verificando os três conjuntos de equipamentos, percebe-se claramente que os três fatores que geraram o maior índice de paradas são os mesmos: *setup*, operador ausente / deslocado e troca de turno. Os dados das perdas produtivas do conjunto de equipamento agrupados seguem detalhados na Figura 02.

Figura 02 – Quantificação de paradas dos equipamentos



Fonte: Elaborador pelos autores (2020)

A partir das perdas analisadas no total dos equipamentos, observou-se que em 31,91% do tempo os equipamentos não estão produzindo, sendo este um dos responsáveis pelos atrasos nas entregas para os clientes. Partindo disso, decidiu-se organizar as ações a serem implantadas com o objetivo de reduzir estas paradas, como forma de incrementar o tempo que o equipamento está produzindo efetivamente. As ações definidas para reduzir as paradas no processo produtivo estão descritas na Tabela 05.

Tabela 05 – Ações para reduzir as paradas do processo produtivo

Plano de ação
1 – Criar procedimento para <i>setup</i> externo
2 – Fazer a relação das ferramentas necessárias para <i>setup</i> externo e comprá-las
3 – Desenvolver procedimentos para troca de turno
4 – Analisar os motivos da necessidade de deslocamento dos operadores
5 – Integrar operador extra a equipe para reduzir o deslocamento dos operadores
6 – Definir o responsável pelo <i>setup</i> externo
7 – Treinar equipe para <i>setup</i> externo
8 – Não parar o equipamento para troca de turno
9 – Delegar a um responsável a análise dimensional dos produtos
10 – Revisar o processo de análise dimensional que são realizadas no produto

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Cada uma das ações apresentadas na tabela 05 pode ser ampliada, de acordo com a volatilidade do processo ou com a maior necessidade de detalhes, haja vista que a empresa trabalha sob projeto. A implantação das ações descritas visa atacar as maiores perdas medidas neste processo produtivo, as quais foram: operador ausente / deslocado, análise dimensional, troca de turno e *setup*. Estima-se que a partir da implantação das ações, se consiga reduzir de 35% a 40% das perdas totais destes equipamentos que foram analisados. Para a implantação das ações, estima-se a necessidade de três meses e uma equipe dedicada na implantação das ações.

5. Análise dos resultados

Através da seção de análise dos resultados, pode-se interpretar os resultados da pesquisa realizada de maneira mais ampla. Primeira constatação relevante é que entrevistar os colaboradores de diversos departamentos da organização traz informações relevantes para análise. Esta ação sempre é complexa, porque cada entrevistado tem a sua maneira de entender o mundo e os problemas que ocorrem na organização, por muitas vezes defendendo seu lado e indicando o problema para outra direção que é responsabilidade de outro departamento. No entanto nesta pesquisa, as entrevistas convergiram para a identificação dos equipamentos problemáticos, os quais eram no seu entendimento a fonte do atraso, no caso os equipamentos denominados GT1, GT2, Y1 e MZ1.

Esta delimitação realizada para avaliar os problemas foi importante, porque direcionaram os pesquisadores a avaliarem os equipamentos mais problemáticos. Nesta análise percebeu-se muitos problemas que geravam paradas nos equipamentos por longo tempo, como por exemplo manutenção, *setup*, medição, operadores deslocados e demais eventos. Percebe-se que estes problemas concordam com a afirmação de Ohno (1997), no qual relata que as perdas dos sistemas de produção, quase sempre, estão conectadas com operações ou movimento desnecessários, os quais acabam por não gerar valor ao produto e aumentando os custos à organização.

Após a identificação dos principais problemas que geravam paradas nos equipamentos analisados e, conseqüentemente, ocasionavam atrasos nas entregas para os clientes elaborou-se um plano de ação com atividades para serem executadas no processo a fim de reduzir as paradas. Por conseguinte, diminui-se o custo atrelado ao produto, pois de acordo com Antunes et al. (2008), toda a minimização de perdas, dá suporte à empresa para que essa se mantenha ativa no mercado e aumente sua competitividade, bem como, nos diz que é objetivo da empresa buscar

constante melhoria de seus processos, da mesma forma que se justificam Slack et al. (2006), quando nos mostram que essa é cerne da filosofia enxuta.

O plano de ação elaborado foi organizado focando atuar nas três principais perdas mensuradas durante a coleta de dados, ou seja: *setup*, análise dimensional e operador fora do posto de trabalho. Estas ações concordaram com a sugestão de Slack et al (2006) que cita que todas as formas de perdas devem ser reduzidas por não agregarem valor ao produto e, ainda se entende que a estas reduções tornarão a empresa mais precisa nas promessas dos prazos de entrega, aumentando a sua satisfação com sua carteira de clientes, melhorando sua imagem junto a estes e permitindo a essa manter-se viva no mercado que atua.

6. Conclusão

Após a elaboração da pesquisa e apresentação dos resultados pode-se afirmar que os objetivos da pesquisa foram respondidos. Através das entrevistas executadas foi possível perceber em quais locais da organização estavam ocorrendo as falhas que geravam os atrasos das entregas dos produtos aos clientes e, respectivamente, impactando nos seus fatores de competitividade. Após o levantamento dos problemas e equipamentos que geravam os maiores atrasos nas entregas foi possível definir os pontos de mensuração, a proporção real dos problemas que geravam os atrasos das entregas de produção.

Através do entendimento das perdas, pôde-se levantar as principais ações a serem executadas nos três equipamentos analisados. Este conjunto de ações, se implantados com os métodos adequados, possivelmente gerará os resultados propostos, reduzindo, assim, as perdas dos processos produtivos e, conseqüentemente, reduzindo os atrasos das entregas para os clientes. Por fim, para análises futuras, sugere-se implantar as ações propostas e mensurar novamente os índices de atraso de entregas da organização. Outra proposta é mensurar as perdas dos demais equipamentos da organização, porque após a melhoria dos três equipamentos avaliados, pode ser necessário a intervenção em outro equipamento, a fim de não gerar atrasos de entregas aos clientes.

REFERÊNCIAS

ANTUNES JUNIOR, José A. V et. Al. **Sistemas de produção: Conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre, Bookman, 2008.

CHASE, B; AQUILANO, N. J; JACOBS R. **Administração da produção para a vantagem competitiva.** Porto Alegre: Bookman, 2004.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel; ANTUNES, Junico. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2015.

FALCÃO, Antônio Sérgio Galindo. **Diagnóstico de perdas e aplicação de ferramentas para o controle da qualidade e melhoria do processo de produção de uma etapa construtiva de edificações habitacionais.** 2001. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que Simplesmente, Just-in-Time.** Caxias do Sul: EducS, 1996

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1997.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos. Princípios e prática de impacto estratégico.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

YIN, RK. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.