

# Implantação de metodologia de análise do valor agregado em uma indústria metalúrgica de produtos sob encomenda

## *Implementation of methodology for analyzing the added value in a metallurgical industry of custom products*

Paulo Cesar Mayer (IMED – RS/Brasil) - paulo.mayer@imed.edu.br  
• R. Senador Pinheiro, 304, Passo Fundo-RS, 99070-220  
Alessandra Costenaro Maciel (IMED – RS/Brasil) - alessandra.maciel@imed.edu.br  
Daniel Knebel Baggio (UNIJUI – RS/Brasil) - baggiod@unijui.edu.br  
Dieter Rugard Siedenberg (UNIJUI – RS/Brasil) - dieters@unijui.edu.br

**RESUMO** Este trabalho aborda a implantação de uma metodologia de análise do valor agregado em um posto de trabalho onde são processadas chapas de aço através de operações por oxicorte numa máquina CNC (comando numérico computadorizado). O método utilizado baseou-se num estudo de caso, seguido da pesquisa descritiva por meio da observação e registro dos movimentos do trabalho. Para esta finalidade foram definidos todos os movimentos e tarefas dos operadores e da máquina, sendo classificados segundo os conceitos adotados por Ohno (2002). As respectivas cronoanálises ocorreram no período de março a junho de 2010 e posteriormente foram realizadas melhorias em todo o posto de trabalho, possibilitando eliminação e redução de perdas, aumento significativo do valor agregado e aumento de ocupação da máquina. Através deste estudo de caso foi possível constatar que os entendimentos de Ohno (2002) sobre valor agregado desenvolvido para uma indústria automobilística manufaturando um produto padrão, são perfeitamente aplicáveis a uma empresa que trabalha com um sistema de produção sob projeto e que não manufatura produtos padronizados.

**Palavras-chave** Sistema Toyota de Produção. Trabalho com Valor Agregado. Cronoanálises de Processos. Melhoria de Processos.

**ABSTRACT** *This paper addresses the implementation of a methodology for the analysis of added value in a job where steel sheets operations are processed by oxyfuel in a CNC (computer numerical control) machine. The method used was based on a case study, followed by descriptive research by observing and recording the movements of the work. For this purpose, all the movements and tasks of the operators and the machine were defined, and classified according to the concepts adopted by Ohno (2002). Their chrono-analyses occurred in the period from March to June 2010 and later improvements were made throughout the workplace, allowing the elimination and reduction of losses, significant increase in the added value and increased occupation of the machine. Through this case study, it was found that the understandings of Ohno (2002) about the added value developed for an automotive industry manufacturing a standard product are perfectly applicable to a company that works with a production system under design and does not manufacture standard products.*

**Keywords** *Toyota Production System. Value Added Activities. Process Analysis. Process Improvement.*

## 1. INTRODUÇÃO

A crise do petróleo na década de 70 configurou um período muito difícil para a economia mundial, em especial para as empresas da área automobilística que tiveram seus lucros significativamente reduzidos. Porém, o mesmo não ocorreu com a Toyota. Ela foi menos afetada pela crise e, apesar de reduzidos, os ganhos continuaram sendo obtidos pela empresa ao longo dos anos de crise. Atribui-se este desempenho econômico diferenciado à seu sistema de produção.

Anterior a crise do petróleo dois sistemas de produção dividiam a atenção no mundo: o sistema americano, baseado na produção em massa, adotado principalmente nos Estados Unidos, caracterizado pela produção de grandes lotes, um sistema ‘empurrado’ e grandes volumes de estoque; e o chamado Sistema Toyota de Produção (STP), com uma estratégia totalmente diferente: produção de pequenos e variados lotes, baixo nível de estoque e produção ‘puxada’, isto é, acionada pela demanda dos clientes. O que se observa na atualidade é que muitas empresas ocidentais procuram adaptar e introduzir algumas técnicas e filosofias de produção adotadas pelo STP.

De acordo com Ohno (2002), o STP é um método revolucionário, utilizado mundialmente e, apesar de desenvolvido na década de 50, continua sendo atual e eficiente, devendo permanecer por vários anos presente nas organizações. Segundo Antunes *et al.* (2008) o STP deve ser pensado dentro do princípio do não-custo. Como custo pode-se entender a relação entre os fatores da produção, trabalho e perdas. O Sistema Toyota de Produção consiste, portanto, em princípios e técnicas utilizadas para combater as perdas na produção e, desta maneira, reduzir custos.

Segundo Ohno (2002) a Toyota modificou a sua estratégia de produção porque o estilo japonês não combinava com o estilo americano de gestão da produção. Esta forma diferente de administrar a produção foi um dos principais motivos que levou a Toyota a manter os seus resultados financeiros, mesmo durante a crise do petróleo. Na percepção de Shimokawa e Fujimoto (2009) este desempenho chamou a atenção de empresas ao redor do mundo, fazendo com que várias delas, das mais diversas áreas, adotassem os princípios do Sistema Toyota de Produção.

Assim, este estudo toma como referência uma empresa industrial metalúrgica do interior do Rio Grande do Sul e tem como objetivo principal realizar uma análise do valor agregado em um posto de trabalho onde é operada uma máquina CNC que processa chapas de aço através de operações oxicorte. Neste contexto e em consonância com os fundamentos propostos por Ohno (2002) e relacionados ao STP foram coletados dados e realizadas cronoanálises visando implementar melhorias no referido posto de trabalho, reduzir ou eliminar perdas, aumentar o valor agregado e a ocupação da máquina.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), a indústria automobilística representa a maior atividade industrial no mundo, com uma produção estimada em 50 milhões de veículos por ano. Além dos bens materiais que resultam desta atividade, duas grandes transformações aconteceram no século XX, provocadas pela maneira como a produção foi repensada.

A primeira transformação ocorreu quando Henry Ford e Alfred Sloan transformaram a produção artesanal em produção em massa, após a 1ª Guerra Mundial. A segunda transformação significativa ocorreu depois da 2ª Guerra Mundial, quando Eiji Toyoda e Taiichi Ohno criaram o conceito de produção enxuta, desenvolvendo o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Sistema de Produção Enxuta<sup>1</sup>. Segundo Ohno (2002), a crise do petróleo na década de 70 afetou governos e empresas do mundo inteiro e a indústria automobilística, principalmente. Porém, devido ao sistema de produção desenvolvido na Toyota, a empresa não foi prejudicada na mesma dimensão que ocorreu com as demais indústrias do setor.

O rápido crescimento mundial se estancou com a crise do petróleo mas as empresas americanas e européias demonstravam pouco interesse na forma como a produção era administrada. Os lucros foram diretamente afetados com o emprego do sistema convencional de produção em massa. Este sistema utilizado nos Estados Unidos em empresas como a Ford Motor Company caracterizava-se pela produção de um grande volume de carros e redução do número de modelos, ou seja, uma estratégia preocupada em reduzir os custos de produção. Ohno (2002) afirma que esta estratégia caracteriza o estilo americano, que diverge da estratégia japonesa: produzir em pequenos lotes e diversos modelos de veículos.

Shimokawa e Fujimoto (2009) enfatizam essa mudança na estratégia da gestão de produção japonesa. Esta mudança de paradigma, adotada pela Toyota, envolveu a adoção de uma nova estratégia para garantir a produtividade no chão de fábrica, isto é, a flexibilidade. Esta é uma característica do Sistema Toyota de Produção, no qual são produzidos diferentes lotes em quantidades variadas, de acordo com a demanda. Esta estratégia mostrou-se extremamente eficaz frente às mudanças de mercado, sendo considerada uma revolução e grande responsável pelo aumento do desempenho internacional no setor automotivo. Fábricas japonesas ao redor do mundo e em diversas áreas começaram adotar os princípios do Sistema Toyota de Produção.

O STP tem como objetivo o combate constante ao desperdício, utilizando como pilares o *Just in Time* (JIT), que significa desenvolver e manter um processo em fluxo contínuo, em que as partes corretas cheguem à linha de produção no momento certo e na quantidade necessária.

O outro princípio é a autonomia, também denominada por Ohno (2002) de automação com toque humano. Esta tem sua origem nas máquinas de teares autoativados, desenvolvidas por Sakishi Toyoda. Este pilar do STP é baseado em dar à máquina ou aos operadores, na linha de produção, a capacidade de parar o processo diante de um problema ou de um produto defeituoso, sendo que somente neste momento acontece a intervenção humana. Há diversos estudos que corroboram com a importância e o significado desta concepção de produção, como é o caso de Spear e Bowen (1999), Ghinato (2000), Womack e Jones (2004) e Liker e Meier (2007).

No dia-a-dia do chão de fábrica, os tempos e movimentos são elementos críticos e importantes, requerendo cuidado para que se aproveite o máximo do tempo. Para isso, Ohno (2002) os classificou em desperdício e trabalho. Desperdício é caracterizado por todos os elementos da produção que não agregam valor, aumentando os custos, sendo os mesmos repetitivos e desnecessários, devendo ser eliminados.

---

1 Alguns estudos brasileiros relacionados mais especificamente ao tema encontram-se em Saurin e Ferreira (2008), Costal *et al.* (2009), Vaz *et al.* (2011), Cirino *et al.* (2013) e Ferreira e Gurgueira (2013).

O trabalho pode ser dividido em trabalho que agrega valor e que não agrega valor. O trabalho que não agrega valor pode ser considerado como desperdício. Já aquele que agrega valor é o que envolve processamento para mudar ou transformar um produto ou a montagem do mesmo. Deve-se considerar também que o trabalho que não agrega valor pode ser considerado necessário, devido às características de máquinas e processos.

Em máquinas com comando numérico computadorizado que processam chapas, executando cortes através de processo por oxicorte, plasma, água ou *laser*, normalmente são necessários operadores para executar os planos de corte, ou seja, é necessário que a parte computadorizada das máquinas seja operada.

Os planos de corte, conhecidos geralmente como *nesting*, são elaborados por área específica na empresa e enviados para as máquinas (via rede de computadores ou copiados via disco-flexível ou ainda em um *pen drive*). Como são enviados vários planos de corte, geralmente para um ou dois dias de produção, os mesmos precisam ser selecionados em um microcomputador, pelos operadores, conforme as chapas são dispostas na máquina. A operação do microcomputador, selecionar os planos de corte, corresponde a um tempo trabalhado que não agrega valor, configurando, porém uma atividade extremamente necessária. Em outro exemplo, considere-se um posto de trabalho onde se executa o corte com uma guilhotina convencional. O trabalho de posicionar uma chapa para realizar os cortes, o trabalho de medir a chapa para atender o dimensional solicitado, também não agrega valor, porém são atividades necessárias.

Portanto, conforme Shingo (2008), trabalho que agrega valor é aquele que transforma matéria-prima, alterando a sua quantidade ou a sua forma. Para Bornia (1995), Csillag (1995), Abreu (1996) e Novaski e Assunção (2010) o trabalho que agrega valor é aquele que transforma matéria-prima em produto acabado ou semiacabado, isto é, normalmente são atividades de transformação que modificam o produto. Hammer e Hershman (2011, p. 10) enfatizam que trabalho que agrega valor “é aquele pelo qual o cliente está disposto a pagar e que contribui diretamente para gerar o resultado desejado”. Por sua vez Rother e Shook (2003) afirmam que o cliente final é quem define, em última análise, o valor efetivo de um bem ou serviço. De nada adianta oferecer ao cliente algo que ele efetivamente nem deseja ou que não atenda as suas necessidades.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

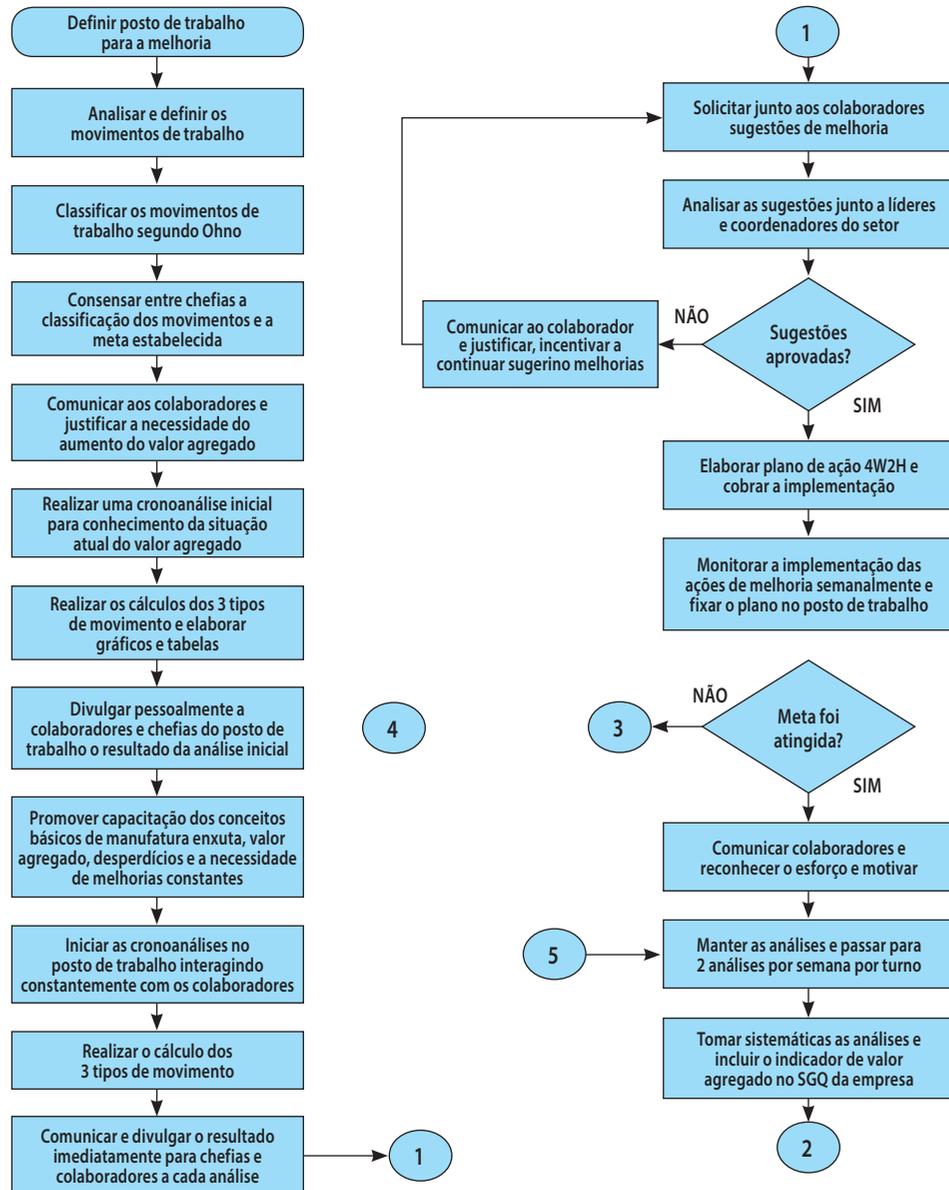
O presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa descritiva, exploratória e aplicada. “Descritiva pois expõem características de determinada população ou de determinado fenômeno” (VERGARA, 2000, p. 47) e exploratória, a qual investiga “uma situação para propiciar aproximação e familiaridade com o assunto, fato ou fenômeno e com isto gerar compreensão a respeito dele” (ZAMBERLAN *et al.*, 2014). Aplicada, pois é “fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos, ou não” (VERGARA, 2000, p. 47).

Refere-se ainda a um estudo de caso, o qual apresentou fases de pesquisa bibliográfica e de campo. Ressalta-se que corresponde a uma pesquisa com abordagem qualitativa e quantitativa.

Este estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa do setor industrial metalúrgica do interior do Rio Grande do Sul, com um quadro de pessoal de 800 colaboradores, que atua no ramo do agronegócio e segmento de armazenagem de grãos.

O método adotado para o procedimento de pesquisa foi o Sistema Toyota de Produção e, mais especificamente, o conceito de valor agregado de Ohno (2002). Nas Figuras 1 e 2 podem ser observadas as etapas desta pesquisa.

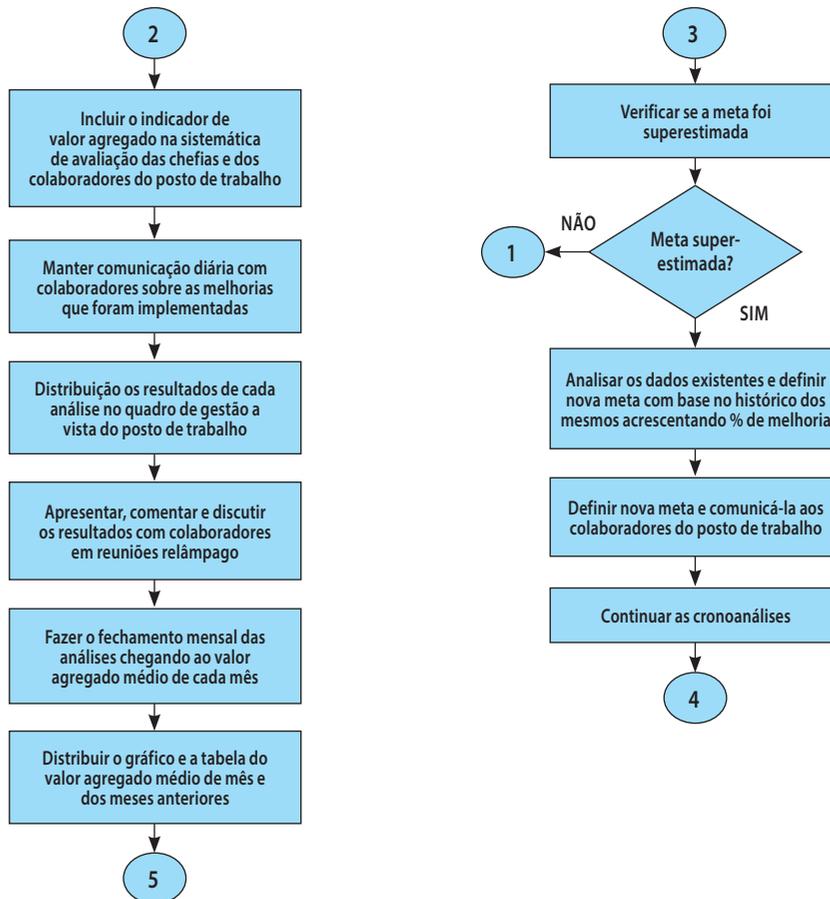
Figura 1 – Método proposto para identificação, manutenção e melhoria do valor agregado no chão de fábrica da empresa em análise (parte 1).



Fonte: Elaborado pelos autores (2010).

Na primeira etapa foram definidos todos os movimentos e tarefas dos operadores e da máquina, sendo todos eles classificados segundo os conceitos adotados por Ohno (2002). Na sequência foram realizadas cronoanálises abrangendo o período de março a junho de 2010. Os dados então obtidos foram analisados criteriosamente. No decorrer de 2011 e 2012 foram introduzidas melhorias no referido posto de trabalho, possibilitando eliminação e redução de perdas, aumento significativo do valor agregado e aumento da ocupação da máquina.

Figura 2 – Método proposto para identificação, manutenção e melhoria do valor agregado no chão de fábrica da empresa em análise (parte 2).



Fonte: Elaborado pelos autores (2010).

É necessário considerar que o método proposto é dinâmico, ou seja, está constantemente sendo aprimorado. Isto quer dizer que é necessário realizar análises sistemáticas do valor agregado em contato permanente com o chão de fábrica, procurando constantemente o *feedback* entre Engenharia de Processos e chefias de postos de trabalho, visando melhorar continuamente os processos.

As cronoanálises abrangeram o período de 23 de março a 21 de Junho de 2010. Foram tomados tempos em 42 períodos envolvendo três turnos de trabalho com todos os operadores, nos diversos tipos de peças e espessuras de material. O total de tarefas cronometradas nos 42 períodos foi de 1.143 apontamentos.

Em síntese, entre as leituras iniciais e a análise dos resultados o estudo abrangeu um período de aproximadamente três anos (2010-2012). A escolha dessa empresa se deu em função de sua importância e representatividade no mercado onde atua, processando em torno de 2.000 toneladas de chapas de aço por mês, bem como da acessibilidade aos dados. O processo e posto de trabalho (oxicorte) analisados concentram um conjunto de operações que dão origem a diversas outras atividades (estampa, solda, montagem, pintura) dentro da indústria em questão. É necessário salientar ainda que este posto de trabalho faz parte do processo de uma empresa produtora de estruturas de aço não padronizadas, ou seja, de um produto customizado, onde características do produto são determinadas pelo cliente.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Operação oxicorte

A Figura 3 ilustra um posto de trabalho onde é operado o oxicorte CNC. Este posto de trabalho é composto por um operador e um auxiliar, por turno, e pela máquina com duas mesas. Cada mesa possui 12 metros de comprimento por 2,5 metros de largura, onde estão dispostas as chapas de aço. Esta máquina tem capacidade de oxicortar (GLP + Oxigênio), chapas de até 150 mm de espessura e opera com uma a quatro canetas de oxicorte. No centro da imagem, pode-se ver o microcomputador desde onde se opera a máquina.

Esta máquina pode realizar cortes de formas variadas, retas ou curvas, recebendo via rede o programa de corte, o qual é selecionado pelo operador da máquina em um microcomputador que faz parte da mesma. Após os auxiliares e os talheiros posicionarem chapas de aço nas mesas de corte, o operador verifica a chapa que o programa solicita, confere se a mesma está correta e alinhada na mesa de corte e então executa o programa, oxicortando com uma ou mais canetas.

Figura 3 – Imagem da Máquina Oxicorte CNC.



Fonte: Arquivo dos autores (2010).

Para dar seguimento a análise foram definidos todos os movimentos e tarefas dos operadores, auxiliares, talheiros, bem como os movimentos da máquina. Estes foram classificados segundo os conceitos de Ohno (2002). Além da classificação das tarefas, foram realizadas cronoanálises no período de março a junho de 2010, para se chegar ao percentual de tempo de trabalho com valor agregado, trabalho sem valor agregado e desperdício.

### 3.2. Consensos entre chefias e operadores

A primeira atividade realizada refere-se ao estabelecimento de consensos entre as chefias e os operadores, referente aos tipos de movimentos, seguindo os conceitos de Ohno (2002). Nessa reunião, definiram-se também siglas para diferenciar os tipos de movimentos na empresa, como segue: AV para atividades com valor agregado; NAV para atividades que não agregam valor, mas necessárias; e NAVD para atividades que significam desperdício. Os movimentos e atividades realizadas no trabalho no posto são apresentados no Quadro 1.

Para avaliar também a ocupação da máquina nesse posto de trabalho definiu-se entre a Coordenação do Programa Manufatura Total Produtiva Total (TPM) da Engenharia de Processo, Diretor e Gerente Industrial, que deveriam ser agregados os tempos AV e NAV. Denominou-se o somatório destes dois tempos como: Ocupação do Posto de Trabalho (OCM).

Quadro 1 – Movimentos constatados no posto de trabalho Oxicorte CNC.

Oxicortar	Programação CNC
Reposicionar - Escolher / Trocar Programa	Parada por Quebra de Máquina
Medir Canetas	Auto-Inspeção
Cortar Sucata com o Oxicorte	Espera por Talheiro
Troca de chapa / Medir chapa / Retalho	Trocar / Limpar Bicos
Espera por Material	Alinhar Chapa
DDS + Preparação Posto Trabalho	Manutenção Autônoma
Identificação/Marcação de Peças	Ligar Canetas/Acender canetas
Analisar Programa	Rede de Ar (Falta e Regulagem)
Cortar Esqueleto	Emissão de OS (Manutenção)
Treinamento ERP	Falta de Conhecimento
Falha de Operação da Máquina	Limpar furos
Limpar Máquina	Falta de Energia Elétrica

Fonte: Elaborado pelos autores (2010).

Quanto à meta a ser atingida, foi decidido pelo Diretor Industrial que a mesma seria estabelecida em 88% para o valor agregado e 95% para o OCM, sendo OCM o tempo que o empregado dedica agregando valor mais o tempo das atividades compreendidas como necessárias. Estas metas foram baseadas em estudos preliminares de ocupação e valor agregado que eram realizados na empresa.

Em outra atividade de consenso, definiu-se a classificação dos movimentos dos colaboradores no posto de trabalho e da máquina, como se pode observar no Quadro 2.

Depois de estabelecidas as definições acima com apoio do Diretor Industrial e do Gerente Industrial foi realizada uma capacitação denominada de “Introdução à Manufatura Enxuta». Nesta capacitação procurou-se dar ênfase aos conceitos básicos, na necessidade da melhoria contínua nos processos, na necessidade do aumento de valor agregado e no combate às perdas. Foram envolvidos todos os operadores de máquina, talheiros, auxiliares, programadores de produção, coordenadores e líderes dos três turnos, que interagem no posto de trabalho.

Nessa capacitação, procurou-se deixar claro que o objetivo do trabalho era de aumentar o valor agregado através da otimização das tarefas que agregam valor, da melhoria das tarefas que não agregam valor, mas que são necessárias e a eliminação ou redução drástica dos desperdícios. Também se procurou deixar claro que a análise nesse posto de trabalho não teria nenhum objetivo de analisar desempenho dos colaboradores e que a análise seria somente realizada nos processos.

Quadro 2 – Tipo de movimento definido e sua classificação.

<b>Movimento</b>	<b>Classif.</b>	<b>Movimento</b>	<b>Classif.</b>
Oxicortar	AV	Programação CNC	NAV
Reposicionar, escolher ou trocar Programa	NAV	Parada por Quebra de Máquina	NAVD
Medir Canetas	NAV	Auto-Inspeção	NAV
Cortar Sucata com o Oxicorte	NAVD	Espera por Talheiro	NAVD
Troca de chapa / Medir chapa / Retalho	NAVD	Trocar / Limpar Bicos	NAV
Espera por Material	NAVD	Alinhar Chapa	NAV
DDS + Preparação Posto Trabalho	NAV	Manutenção Autônoma	NAV
Identificação/Marcação de Peças	NAVD	Ligar Canetas/Acender canetas	NAV
Analisar Programa	NAV	Rede de Ar (Falta e Regulagem)	NAVD
Cortar Esqueleto	NAVD	Emissão de OS (Manutenção)	NAVD
Treinamento ERP	NAVD	Falta de Conhecimento	NAVD
Falha de Operação da Máquina	NAVD	Limpar furos	NAVD
Limpar Máquina	NAV	Falta de Energia Elétrica	NAVD

Fonte: Elaborado pelos autores (2010).

Na sequência do trabalho definiram-se as regras para a realização das cronoanálises. Para isso, definiu-se conjuntamente com as chefias e os colaboradores do posto de trabalho o tempo mínimo que seria necessário cronometrar para que se tivesse dados relevantes para a análise. Dessa maneira, definiu-se que o tempo mínimo de cronometragem seria de quatro horas, ou seja, meio turno de trabalho, com no mínimo quatro cronoanálises por semana, durante no mínimo dois meses.

Também se determinou que as cronoanálises deveriam ser realizadas em condições diversas que acontecem no posto de trabalho, ou seja, processo produtivo utilizando chapas de espessuras variadas, dimensionais variados de peças, diferentes operadores e em todos os turnos das 24 horas de operação da máquina.

Após todas as definições acima descritas, iniciou-se a análise do posto de trabalho, adotando os conceitos de tempos e movimentos, segundo Ohno (2002). A ferramenta utilizada foi a cronoanálise de processo, que consiste em anotar e cronometrar todas as atividades de um processo.

### 3.3. Análise no posto de trabalho e implementação de ações de melhoria

Conforme mencionado anteriormente, as cronoanálises abrangeram o período de 23 de março de 2010 a 21 de Junho de 2010. Foram tomados tempos em 42 períodos envolvendo três turnos de trabalho com todos os operadores, nos diversos tipos de peças e espessuras de material. O total de tarefas cronometradas nos 42 períodos foi de 1.143 apontamentos.

A cada período em que se realizaram as cronoanálises, as atividades e os tempos das suas execuções foram analisadas e classificadas em: AV, NAV e NAVD. Transformaram-se todos os tempos em segundos, separando as três classificações de tempo e somando-as. Também se realizou o cálculo percentual de cada tempo, obtendo-se assim o valor agregado. Estas informações foram disponibilizadas no posto de trabalho para os funcionários, como pode ser observado na Figura 4.

A Figura 4 ilustra como a empresa utiliza o quadro de gestão do tempo nos postos de trabalho. Como se pode observar são utilizados dois painéis: o primeiro painel (a direita) demonstra os indicadores do posto de trabalho e ainda um resumo dos indicadores dos outros cinco postos de trabalho onde está sendo implementado o Programa Manufatura Produtiva Total. No outro painel (à esquerda) em um dos lados fixa-se o calendário AM (Manutenção Autônoma) e no lado oposto o calendário PM (Manutenção Profissional).

Uma vez que realizadas as cronoanálises e classificados os tempos, promoveram-se reuniões-relâmpago para apresentar os resultados das análises para todos os envolvidos. Em seguida se abriu espaço para questionamentos e sugestões, com vistas a promover melhorias no processo e/ou eliminar desperdícios, sempre com o objetivo de aumentar o valor agregado.

Para as sugestões que foram aceitas, criou-se um plano de ação com base no modelo 4W1H (o que, quem, quando, onde, como), procurando implementar as ações após aprovação da chefia do posto de trabalho.

Figura 4 – Imagem do quadro de gestão do tempo.



Fonte: Arquivo dos autores (2010).

Para a Chefia do posto de trabalho, Coordenador de Setor, Gerente e Diretor Industrial, era distribuída, via e-mail, a planilha com tarefas e tempos digitados, separados em AV, NAV e NAVD, tabela dos percentuais segundo os três tipos de tempo e expresso em gráficos de pizza. Esta rotina aconteceu para todas as 42 análises, ou seja, a cada coleta de dados, analisavam-se os tempos (AV, NAV e NAVD), verificava-se o que poderia ser otimizado, melhorado e eliminado, conversando com os colaboradores envolvidos no processo e, finalmente, definia-se e aprovava-se com a chefia. Os gráficos eram atualizados diariamente e as ações de melhoria eram revisadas semanalmente.

Na Figura 5 pode-se observar o modelo de planilha adotada para as cronoanálises.

Figura 5 – Planilha adotada para a tomada de tempos no posto de trabalho (frente e verso).

Página 02			
PLANILHA DE ANÁLISE DE PROCESSO DE PRODUÇÃO			
Depto. Industrial	Máquina/Processo:	Data:	
Setor: Montagem	Turno/Horário:	Analista:	
Observações / considerações / Sugestões			

Página 01			
PLANILHA DE ANÁLISE DE PROCESSO DE PRODUÇÃO			
Depto. Industrial	Máquina / Processo:	Data:	
Setor:	Turno/Horário:	Analista:	
Tarefa No	Descrição	Tempo	Classif.

Fonte: Elaborada pelos autores (2010).

A planilha apresentada na Figura 5 (frente) corresponde o local onde eram descritas as tarefas realizadas, classificando-as nos seus respectivos tempos de execução e ainda informações gerais (cabeçalho). A coluna “tempo” era preenchida automaticamente no *Excel* quando se lançavam os tempos de execução das tarefas, adotando o modo *split* do cronômetro.

No verso desta planilha descreviam-se as observações do analista de processo, do operador, do programador da máquina, do auxiliar, do talheiro ou da chefia do posto de trabalho. Essas observações correspondiam a sugestões de melhoria, reclamações ou algo especial que caracterizasse a perda do valor agregado. Todas essas observações eram enviadas às chefias do setor para análise e conhecimento.

Na Figura 6 pode-se observar o resultado resumido de cada planilha com os tempos das atividades lançadas no *Excel*, classificação dos tempos, total de segundos, percentual de cada tempo e o OCM. Nesta figura pode-se verificar o somatório do AV e NAV, como OCM. Este termo passou a ser utilizado como ocupação da máquina, visto que o somatório destes dois tempos expressa o tempo de trabalho da máquina e do operador da mesma. Pode-se observar ainda, nesta Figura, a adoção do controle visual, isto é, a cor verde foi utilizada para AV, amarelo para NAV e vermelho como NAVD.

Figura 6 – Planilha de demonstração dos percentuais dos tempos

Tipos de tempos em “		%	OCM
AV	10.516	72,84	81,42
NAV	1.239	8,58	
NAVD	2.682	18,58	18,58
Tempos total	14.437		

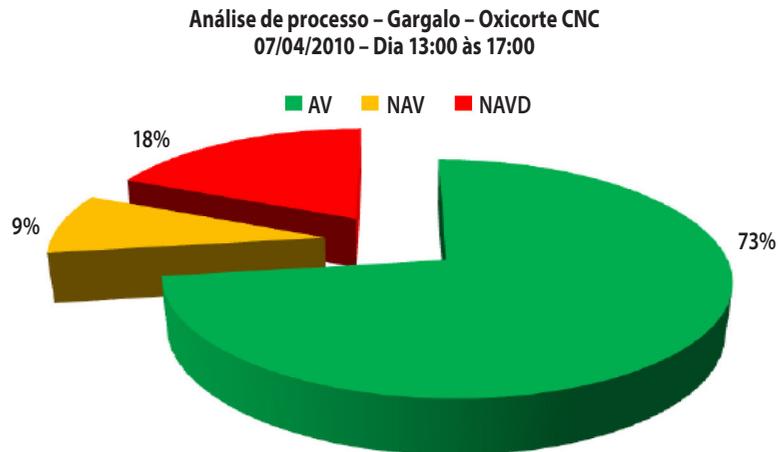
Fonte: Elaborada pelos autores (2010).

No Gráfico 1 pode-se observar a distribuição percentual dos diversos tipos de tempo cronometrados com as cores determinadas como padrão para os três tipos de movimentos no trabalho. Os dados constantes neste gráfico são reais nos dias em que aconteceram as análises.

A partir da análise diária dos tempos coletados e das reuniões com operadores de máquinas, talheiros, auxiliares, programadores de produção e chefias foi possibilitada a implementação de diversas ações de melhoria para o aumento do valor agregado.

Na Figura 7 podem ser visualizados os exemplos de lançamentos dos movimentos no trabalho. Distribuiu-se a mesma planilha para todas as chefias envolvidas, conjuntamente com o indicador do aumento do valor agregado no posto de trabalho.

Gráfico 1 – Distribuição percentual dos tempos AV, NAV e NAVD.



Fonte: Elaborado pelos autores (2010).

A análise dos tempos e movimentos resultou em ações de melhoria, todas documentadas, chegando-se num total de 37 ações. Destas, 27 foram implementadas no período de 23 de março a 21 de junho de 2010, e as restantes em data posterior ao período referenciado.

Após reunião de consenso entre chefias e Gerência Industrial, analisando os processos executados no posto de trabalho pelo oxicorte CNC, chegou-se à conclusão sobre as atividades que agregam valor nesta máquina, sendo elas: Oxicorte das peças e os deslocamentos dentro do mesmo programa entre as peças.

Os deslocamentos ficaram dentro do tempo de valor agregado, pois estes fazem parte do processo de corte da máquina. Portanto, todos os outros tempos e movimentos foram classificados como NAV e NAVD, sendo que eles ocasionaram paradas em relação aos tempos de atividades que agregam valor. Essas paradas foram todas analisadas, separadas e controladas.

Figura 7 – Planilha de lançamento dos tempos observados.

Depto. Industrial		Máquina: Oxicorte CNC	Data: 31/03/2010		
Setor: Preparação de chagas		Turno: Noite 1 / 22:30 às 03:00	Anlista: Paulo Cesra Mayer		
Tarefa	Descrição	Tempo corrido	Classif	Tempo	Segundos
1	Início do turno da noite (2) 22:30	00:00:00			
2	Início do trabalho na máquina – 22:45	00:00:00	NAVD		
3	Produção	00:04:55	AV	00:04:55	295
4	Parada: troca de programa e acerto de canetas	00:09:10	NAV	00:04:15	255
5	Produção # 16 /Vel 650 / Pressão 6,9 / 2 e 3 canetas	00:58:07	AV	00:48:57	2.937
6	Parada: troca de programa e acerto de canetas	01:01:17	NAV	00:03:10	190
7	Produção # 9,5	01:04:30	AV	00:03:13	193
8	Parada: troca de programa e acerto de canetas	01:07:03	NAV	00:02:33	153
9	Produção # 9,5 /Vel 650 / 2 e 3 canetas	01:12:54	AV	00:05:51	351
10	Parada: troca de programa + identif. + baixa na lista	01:24:21	NAV	00:11:27	687
11	Produção # 9,5 / Pressão 6,2 bar / 3 canetas	01:36:01	AV	00:11:40	700
12	Parada: limpar canetas	01:38:31	NAVD	00:02:30	150
13	Produção # 9,5 /Vel 650 / 2 canetas	01:41:33	AV	00:03:02	182
14	Parada: medir peça e troca de programa	01:44:16	NAV	00:02:43	163

Fonte: Elaborada pelos autores (2010).

Além da análise das paradas, onde se classificam os tempos NAV e NAVD, também foi destinado esforço em otimizar o processo que agrega valor, pois mantendo-se o percentual de tempo agregando valor pode-se aumentar a produtividade e a quantidade produzida. Como exemplo cita-se a otimização da programação CNC para as chapas utilizando mais de uma caneta, executando assim mais cortes com o mesmo tempo de operação.

Tabela 1 – Demonstrativo do aumento do valor agregado e OCM.

Data	OCM	Valor Agregado
Média Março 2010	89,39%	79,95%
Média Abril 2010	92,98%	76,16%
Média Maio 2010	95,13%	79,40%
Média Junho 2010	96,96%	88,00%
Melhoria Maio/Abril	2,31%	4,25%
Melhoria Junho/Abril	4,28%	15,55%

Fonte: Elaborada pelos autores (2010).

Analisando os dados que constam na Tabela 1, pode-se perceber que a meta de valor agregado de 88% foi atingida em junho de 2010. Quanto ao OCM, a meta foi atingida em maio e junho de 2010. O aumento percentual do OCM foi de 2,31% em maio com relação a abril e 4,28% em junho em relação a abril. Foi tomado como referência abril/2010 devido ao trabalho ter sido iniciado no final de março e por se ter poucas análises nesse mês.

Dentre as principais ações de melhoria implementadas pode-se citar: melhoria dos programas CNC utilizando o máximo de canetas em cortes retos longitudinais; identificação de retalhos, a partir do desenvolvimento de programa específico nos planos de corte; troca nas atividades do operador do oxicorte (a tarefa de buscar retalhos e a medição dos retalhos passou para outro colaborador); armazenar os retalhos em pé para facilitar abastecimento nas duas mesas da máquina; elaborar plano de corte com chapa xadrez virada para baixo; instalar encostos para alinhar mais rapidamente as chapas nas mesas e melhorar a qualidade da operação da máquina através de capacitação de operadores.

## 4. CONCLUSÕES

A aplicação dos conceitos de Ohno (2002) quanto à classificação dos tempos nos postos de trabalho, utilizando a técnica da cronoanálise, bem como a análise diária do desempenho com envolvimento de colaboradores e de chefias engajadas em aumentar o valor agregado através da otimização do processo, na necessidade de melhorias e na eliminação dos desperdícios, permitiram chegar a resultados mensuráveis e não mensuráveis na empresa em estudo.

A meta de valor agregado foi atingida em junho de 2010 e chegou bem próximo da meta em maio de 2010. Quanto ao OCM, a meta foi atingida em maio e junho de 2010.

Dentre as principais causas que proporcionaram a melhoria da eficiência no posto de trabalho oxicorte CNC destacam-se: a conscientização dos operadores sobre os tempos que agregam e não agregam valor; os colaboradores foram envolvidos e ouvidos; conscientização dos operadores

sobre sua importância nos ganhos de produtividade; conhecimento das metas e das melhorias necessárias no posto de trabalho; conscientização sobre a necessidade de gerenciar as perdas nos processos; respostas rápidas às sugestões dos colaboradores; acompanhamento de perto, controle e “pressão” junto aos operadores; apoio de todas as chefias; apoio, envolvimento e comprometimento dos colaboradores do Departamento Pesquisa e Desenvolvimento; melhoria nos planos de corte; conscientização dos programadores sobre sua importância nos ganhos de produtividade; envolvimento constante e comprometimento do Setor de Manutenção e atuação ativa dos operadores, auxiliares e talheiros.

Através da realização deste estudo foi possível colher subsídios concretos capazes de proporcionar melhorias e vantagens no processo produtivo. Nos 42 períodos analisados e 1.143 apontamentos realizados foi constatado empiricamente que sempre é possível melhorar a gestão de programação CNC e corte de chapas. Trata-se de um processo contínuo de aprendizagem, no qual sempre de novo se constata formas mais eficientes de utilizar o material. Para tanto, é necessário que os programadores mantenham uma estreita relação de comunicação e cooperação com os operadores da máquina oxicorte. Constatou-se que a programação não deve levar em conta apenas o objetivo da redução de sucatas e ocupação de retalhos. É vantajoso para a empresa que os programadores dediquem mais tempo à programação, procurando analisar criteriosamente resultados que agregam valor à produção.

Além disto, entende-se que o estudo efetivamente permitiu o aporte do conhecimento sobre os fundamentos da manufatura enxuta, principalmente o conceito de valor agregado, nos processos analisados. Uma vez que a empresa processa mais de 2.000 toneladas de chapas de aço por mês, foi possível constatar empiricamente a dimensão e importância dos três tipos de tempos aqui analisados (AV, NAV e NAVD) e que os tempos que não agregam valor acabam gerando significativas perdas de produção, de produtividade e no lucro da empresa. Portanto, conclui-se que é necessário dedicar mais tempo para analisar os processos, buscando reduzir ao máximo os tempos NAVD, pois estes representam desperdícios nem sempre perceptíveis à primeira vista, conforme enfatizam Basu (2009) e George (2012). O estudo realizado também serviu para evidenciar que ouvir todos os envolvidos e agir com rapidez sobre os desperdícios representa uma possibilidade concreta para aumentar a produção e a produtividade, agregando valor aos produtos. Isto ficou claro quando as metas pré-estabelecidas de 88% para o valor agregado e de 95% para a ocupação do posto de trabalho foram alcançadas.

Finalmente, deve-se frisar que, apesar dos conceitos de Ohno (2002) sobre os movimentos do trabalho terem sido desenvolvidos para uma indústria automobilística com linhas de produto padronizados, conclui-se nesta análise que tais conceitos também são aplicáveis em empresas que manufaturam produtos sob encomenda, ou seja, que confeccionam produtos não padronizados, como é o caso da empresa foco deste estudo. Constata-se, assim, a premissa de que alguns mecanismos do Sistema Toyota de Produção tem condições de qualificar o modo de produção predominante nas empresas ocidentais.

Entretanto, estudos similares deveriam ser desenvolvidos em outras empresas nacionais para comparar os resultados obtidos e conclusões alcançadas. Também é necessário considerar que o processo de melhoria implantado neste posto de trabalho poderia e deveria ser ampliado para todas as operações da empresa, bem como abranger novos períodos de análise visando checar e aprimorar ainda mais os resultados.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, R. C. L. **Análise de valor**: um caminho para a otimização dos custos e do uso dos recursos. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.
- ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; BORTOLOTTI, P.; KLIPPEL, M.; PELLEGRIN, I. **Sistemas de Produção**: Conceitos e Práticas para Projetos e Gestão da Produção Enxuta. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2008.
- BASU, R. **Implementing Six Sigma and Lean**: A practical guide to tools and techniques. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2009.
- BORNIA, A. C. A utilização do método da unidade de esforço de produção na quantificação das perdas internas da empresa. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 4, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas IV Congresso Internacional de Custos, 1995.
- CIRINO, S. R. A.; GONÇALVES, H. S.; QUEIROZ, F. C. B. P.; QUEIROZ, J. V.; HÉKIS, H. R. Sistema de Produção Enxuta: analisando as práticas adotadas em uma indústria têxtil paraibana. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 8, n. 1, p. 9-21, 2013.
- COSTA, G. S.; ROLA, E. S.; AZEVEDO, M. J. Uma Discussão sobre Critérios Competitivos da Produção em Empresas que Implantaram a Construção Enxuta. *In*: XXXIII EnANPAD, 33, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EnANPAD, 2009. CD-ROM.
- CSILLAG, J. M. **Análise de Valor**: metodologia do valor; engenharia do valor; gerenciamento do valor; redução de custos, racionalização administrativa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- FERREIRA, L.; GURGUEIRA, G. P. Ergonomia como fator econômico no pensamento Enxuto: uma análise crítica bibliográfica. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 8, n. 3, p. 39-51, 2013.
- GEORGE, M. **Lean Six Sigma**: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed. London: McGraw-Hill, 2012.
- GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed. Almeida & Souza. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000.
- HAMMER, M.; HERSHMAN, L. W. **Mais rápido, barato e melhor**. Determine o sucesso dos negócios alinhando processos organizacionais à estratégia. São Paulo: Ed. Elsevier, 2011.
- HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. **Produção, Estratégia e Tecnologia**: Em Busca da Vantagem Competitiva. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2008.

- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- NOVASKI, O.; ASSUNÇÃO, W. A. Uma Aplicação da Análise de Valor em uma Empresa de Manufatura através da UEP. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 5, n. 1, p. 93-112, 2010.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção** – Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar** – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão da Produção e Sistemas Produção**, v. 15, n. 3, p. 449-462, 2008.
- SHIMOKAWA, K.; FUJIMOTO, T. **The birth of lean**: conversations with Taiichi Ohno, Eiji Toyoda, and other figures who shaped Toyota management. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2009.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Visão da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman. 2008.
- SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota production system. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 5, p. 97-106, 1999.
- VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; OLIVEIRA, I. L.; SELIG, P. M. Conceito e metodologia para um mundo sustentável: uma reflexão da PL, P+L e produção enxuta. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 6, n. 1, p. 83-99, 2011.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2000
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riquezas. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, J. **A Máquina que Mudou o Mundo**. São Paulo: Ed. Elsevier, 2004.
- ZAMBERLAN, L.; RASIA, P. C.; SOUZA, J. D. S.; GRISON, A. J.; GAGLIARDI, A. O.; TEIXEIRA, E. B.; DREWS, G. A.; VIEIRA, E. P.; BRIZOLLA, M. M.; ALLEBRANDT, S. L. **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas**. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2014.

