

APLICAÇÃO DE MODELO PARA ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS EM PROCESSO DE MANUFATURA DE EMPRESA DO SEGMENTO MÉDICO ODONTOLÓGICO

APPLICATION OF MODEL FOR ANALYSIS OF WASTE IN MANUFACTURING PROCESS OF THE DENTAL MEDICAL SEGMENT COMPANY

Luís Henrique Rodrigues*
Viviane Santiago Coelho Gomes**
Leidiane Mendes da Pena***
Helen Sodré Medrado****
Rafaella Gomides Andrade*****

RESUMO

Devido ao avanço tecnológico em gestão ocorrido nos últimos tempos, grandes desafios competitivos surgiram para as empresas. Qualidade no produto, aumento da produtividade e eliminação de desperdícios são fatores que, além de auxiliar as empresas a obterem vantagem competitiva, tornam-se uma necessidade para que as mesmas mantenham seus clientes e mercado. Deste modo, visando auxiliar as organizações a utilizarem a gestão da produção de maneira efetiva, este artigo apresenta um modelo que se propõe a dar apoio na identificação e análise de desperdícios em processos de manufatura, contribuindo para ganho em competitividade das empresas. Sob o ponto de vista da metodologia científica, o estudo desenvolvido se classifica como de natureza aplicada, exploratória, de abordagem qualitativa em um estudo de caso. A pesquisa foi enriquecida e embasada pelos conceitos e definições encontrados no referencial teórico, o que possibilitou a construção de uma proposta de um modelo teórico. A validação do modelo se fez através de um estudo de caso em uma empresa do segmento médico odontológico. Conclui-se que o modelo, em sua estrutura lógica, se mostra eficaz na identificação e gestão de melhorias em processos de manufatura.

Palavras-chave: Processos de Manufatura. Desperdícios em Processos. Segmento Médico Odontológico.

ABSTRACT

Due to the technological advances in management that have taken place in recent times, great competitive challenges have arisen for companies. Quality in the product, increase of productivity and elimination of wastes are factors that, besides helping the companies to obtain competitive advantage, they become a necessity for them to maintain their

* Universidade Anhembi Morumbi/Escola de Engenharia e Tecnologia – Doutor em Engenharia Mecânica – Coordenador do Núcleo e Estudos em Produção Mais Limpa. leancell@uol.com.br

** Universidade Anhembi Morumbi/Escola de Engenharia e Tecnologia – Engenheira de Produção. vivianescgomes@gmail.com

*** Universidade Anhembi Morumbi/Escola de Engenharia e Tecnologia – Engenheira de Produção. leidiane_mendes@outlook.com

**** Universidade Anhembi Morumbi/Escola de Engenharia e Tecnologia – Engenheira de Produção. sodre.hm@gmail.com

***** Universidade Anhembi Morumbi/Escola de Engenharia e Tecnologia – Engenheira de Produção. gomides.rafaella@gmail.com

clients and market. Thus, in order to help organizations to use production management effectively, this paper presents a model that proposes to support the identification and analysis of wastes in manufacturing processes, contributing to a gain in the competitiveness of companies. From the point of view of scientific methodology, the study developed is classified as an applied, exploratory, qualitative approach in a case study. The research was enriched and based on the concepts and definitions found in the theoretical framework, which allowed the construction of a proposal of a theoretical model. The validation of the model was made through a case study in a dental medical segment company. We conclude that the model, in its logical structure, is effective in identifying and managing improvements in manufacturing processes.

Keywords: Manufacturing Processes. Waste in Processes. Dental Medical Segment.

Introdução

Nos últimos anos, o ambiente empresarial tem se tornado cada vez mais competitivo, com o mercado tornando-se mais seletivo quanto à qualidade dos produtos e serviços, aos prazos de entrega reduzidos, à maior confiabilidade e à redução dos custos dos bens adquiridos. Visando atender a esta maior seletividade dos clientes as empresas tendem a procurar métodos e ferramentas para aprimorar seus processos de produção em termos de preços, qualidade, serviços, além de tentar reduzir o *lead time*, tornando-se conseqüentemente mais competitivas (CUDNEY; ELROD, 2011; PRASANNA; VINODH, 2013 apud NASCIMENTO et al., 2016).

Para entregar o produto certo e na hora certa, é necessário compreender e identificar as necessidades e expectativas do ponto de vista do cliente, pois este é o primeiro princípio para a qualidade (BARROS; BONAFINI, 2014). Gerenciar os processos de qualidade e tomar decisões com mais exatidão, é uma tarefa importante e deve ser feita com base em dados e fatos. Para isto serve as ferramentas da qualidade, pois elas visam a coleta, o processamento e a disposição clara das informações ou dados relacionados aos processos gerenciados (MARIANI, 2005). Com a compreensão clara do que está ocorrendo no processo produtivo, torna-se possível identificar as causas dos desperdícios (MORAIS; MENEZES, 2016).

E essa busca da qualidade e competitividade empreendida pelas empresas, faz com que a eliminação do desperdício seja algo prioritário, além de ser uma questão de sobrevivência. O mercado não tem mais espaço para empresas ineficientes. A disputa pela preferência do cliente vai além do preço. Hoje, o cliente procura o valor no produto, que pode ser percebido no cumprimento de prazos de entrega, padrões de qualidade e preço

justo (TERNER, 2008).

Esse valor pode ser agregado ao produto, através da eliminação de perdas. Os princípios do Sistema Toyota de Produção convergem à busca incessante da eliminação de toda e qualquer perda. Na Toyota, estes princípios são conhecidos como “princípios do não-custo” (RIANI, 2006, p. 16). Além disso, os princípios do Sistema Toyota de Produção baseiam-se resumidamente em identificar valor, sequenciar da melhor forma as atividades que agregam valor, garantir que o processo flua continuamente sem interrupções e reduzir os desperdícios através da melhoria contínua (WOMACK; JONES 1998 apud HILGEMBERG et al., 2012). Mas, para que a eliminação dos desperdícios seja possível, é preciso enxergá-los e reconhecê-los, identificando o motivo e o responsável pelo desajuste, devendo ser ele mensurado para que se estabeleça seu tamanho e magnitude de abrangência (OLIVEIRA; PAGLIARINI; ROCHA, 2013). Na produção enxuta, existe um conjunto de técnicas e ferramentas que visam a eliminação dos desperdícios, bem como o alcance de metas estabelecidas, podendo ser citado como exemplo, o mapa do fluxo de valor (VSM - *Value Stream Mapping*) (RIANI, 2006).

O VSM abrange todas as etapas do processo, que agregam e não agregam valor, bem como, o que é necessário no fluxo de produção, desde a matéria-prima, concepção do produto, até a entrega do produto ao cliente (BHAT; SHIVAKUMAR, 2011 apud HILGEMBERG et al., 2012). Além disso, ele é o ponto inicial para as empresas que buscam ter um plano de produção bem estruturado, reduções de desperdícios e *lead time*, à medida que melhora a produtividade, qualidade e lucratividade (ELIAS; OLIVEIRA; TUBINO, 2011).

Uma metodologia também utilizada dentro do sistema Toyota de produção é o ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir do inglês *Plan, Do, Check, Action*), que foi desenvolvido por Walter Shewhart (SOBEK II; SMALLEY, 2010). “Trata-se do método mais genérico de processo de melhoria contínua, que se caracteriza por ser um processo iterativo e cíclico” (CARPINETTI, 2012 apud PINTO et al., 2016, p. 4). Para a gestão do PDCA, o relatório A3 é utilizado como ferramenta de apoio, pois ele registra todas as etapas do PDCA. Este relatório surgiu como uma forma de simplificar e agilizar o processo de compreensão e comunicação (SOBEK II; SMALLEY, 2010). Segundo Jackson (2006 apud CALADO, 2011), o relatório A3 é uma ferramenta eficaz, porém, Sobek II; Smalley (2010) acrescentam que saber utilizar o relatório A3, não é mais importante do que o conteúdo gerado por ele.

Partindo-se destes pressupostos, o presente trabalho propõe um modelo de análise

que seja capaz de auxiliar as empresas de manufatura a identificar os desperdícios existentes em seus processos de produção. O trabalho se completa com a aplicação do modelo em uma empresa do segmento médico.

Desta forma, o modelo foi construído com um total de onze etapas, baseadas no ciclo PDCA e estão distribuídas da seguinte forma: as seis primeiras etapas compreendem a fase “P”, duas se referem a fase “D”, duas estão relacionadas a fase “C” e a última compreende a etapa “A”. E a pergunta que a pesquisa busca responder é como identificar através de um modelo de análise, os tipos de desperdícios em processos de manufatura?

Ferramentas da Qualidade

A qualidade é uma palavra muito citada nas empresas, porém é pouco praticada (GOZZI, 2015) e embora ela seja um termo muito conhecido, ela ainda precisa ser explorada, pois há muito a ser estudado sobre este assunto. Ela surge no pensamento humano, no momento em que se compra algum produto que atenda suas necessidades e expectativas. Segundo a ISO 9000:2005, necessidades e expectativas são definidas como um conjunto de características que atendam aos requisitos esperados. Por isso, o ponto inicial para a qualidade é justamente identificar essas necessidades e expectativas dos clientes (BARROS; BONAFINI, 2014).

De maneira simplificada, a qualidade significa entregar ao cliente produtos que atendam às suas expectativas e que sejam feitos da melhor forma e com o menor custo possível (BARROS; BONAFINI, 2014).

Mariani (2005, p. 115) diz que “as ferramentas da qualidade têm por finalidade a coleta, o processamento e a disposição clara das informações, ou dados relacionados aos processos gerenciados” e segundo Moraes e Memezes (2016, p. 3), “elas não apenas ajudam a identificar o que está acontecendo em um processo produtivo, como também apontam as prováveis causas”. Entre as ferramentas da qualidade mais importantes pode-se citar o gráfico de Pareto que foi desenvolvido pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto (1843-1923) e segundo ele, 80% da riqueza estava nas mãos de 20% da população e somente 20% da riqueza, estava nas mãos dos outros 80% da população (TRIVELLATO, 2010). Foi de acordo com este princípio que o Gráfico de Pareto foi desenvolvido. Na prática, verifica-se que um pequeno número de causas (geralmente 20%) é responsável pela maioria dos problemas (80%).

Outra ferramenta da qualidade é o diagrama de Ishikawa ou diagrama de causa e efeito, também é conhecido como espinha de peixe (CUSTODIO, 2015). É definido como uma ferramenta que apresenta a relação entre causas e efeito do processo e por razões técnicas, podem afetar o resultado considerado (MACHADO, 2007; LEONEL, 2008).

Os 5 porquês é uma técnica simples que tem como objetivo encontrar a causa raiz de um defeito ou problema (NUNES, 2008; TERNER, 2008). Este método consiste em perguntar o porquê de um problema em 5 iterações, para ser encontrada a sua causa raiz, sempre questionando a causa anterior. Os 5 porquês é uma técnica bastante utilizada na montagem do diagrama de Ishikawa.

Outra técnica é o 5W2H. As siglas são derivadas das primeiras letras em inglês: *What* (O quê), *When* (Quando), *Who* (Quem), *Where* (Onde), *Why* (Por que), *How* (Como) e *How Much* (Quanto custa). São perguntas que precisam ser respondidas, para se obter eficiência e eficácia na elaboração de um plano de ação. É considerada uma ferramenta simples e que fornece resultados excelentes, no que tange atividades de planejamento organizacional para os gestores (PIECHNICKI, 2014).

A Folha de verificação (também chamada de *checklist*) é um formulário pré-impresso ou digital que permite qualquer pessoa identificar exatamente os itens a medir/registrar e em que altura e sequência isso deve ser feito. Elas facilitam o recolhimento de dados e também propiciam a sua organização, que futuramente ajudarão a encontrar dados que venham a ser necessários, assim como fazer estudos retrospectivos (ROJAS, 2014).

O gráfico de controle é uma ferramenta estatística que proporciona a realização de monitoramento de determinado processo, sobretudo no que tange sua estabilidade, avaliação e controle de qualidade. Sua representação gráfica se dá por meio de uma característica da qualidade ou estatística mensurável, através de seu eixo de ordenadas, o número da amostra ou o tempo pelo eixo das abscissas (MATA, 2013).

O Ciclo PDCA

Segundo Campos (2013, p. 61) “o PDCA é o método para a prática do gerenciamento, na qual é o ato de buscar as causas da impossibilidade de atingir uma meta, estabelecer contramedidas, montar um plano de ação, executar e padronizar em caso de sucesso”. Leonel (2008, p. 6) define o PDCA como um “método gerencial de

tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização”.

As fases do ciclo PDCA são explicitadas da seguinte maneira, segundo Machado (2007): Planejar (P): Na etapa de planejamento são estabelecidas as metas e as formas de alcançá-las, porém, antes disto é necessário observar o problema a ser solucionado, analisar o fenômeno e descobrir as causas do problema. Esta etapa tem como característica, muita complexidade, porque são cometidos muitos erros na identificação do problema e no delineamento das ações que irão dificultar no alcance dos resultados.

Executar (D): Na etapa de execução, as tarefas planejadas na etapa anterior são colocadas em prática e dados são coletados para serem submetidos a análises na próxima etapa (verificação). Nesta etapa é necessário iniciativa, educação e treinamento no trabalho.

Verificar (C): Na etapa de verificação, os dados coletados na etapa de execução, são utilizados para comparar o resultado conquistado e a meta traçada. Caso a meta não tenha sido alcançada, deve-se retornar a fase de observação da etapa de planejamento, analisar novamente o problema e elaborar um novo plano de ação.

Atuar (A): Na etapa de atuação corretiva, acontecem as ações de acordo com o resultado obtido. Se a meta foi conquistada, a atuação será de manutenção. Se a meta não foi conquistada, a atuação será de agir sobre as causas que impediram o sucesso do plano.

Relatório A3

A Toyota considera a abordagem visual como a mais eficiente para interpretação de dados e ideias complexas. Ter de lidar com longos relatórios para compreender essas ideias, tornaria todo o processo mais demorado e este não era o objetivo da Toyota. A comunicação era algo extremamente importante para ela e foi a partir deste princípio, que surgiu o relatório A3, como uma forma de simplificar e agilizar o processo de compreensão e comunicação entre os funcionários (LIKER, 2005). Segundo Jackson (2006 apud CALADO, 2011), este relatório “é uma ferramenta eficaz e é utilizada para solucionar e resumir os problemas, descrever e expor a situação atual e também sugerir melhorias ou novas ideias”.

Através do uso desta ferramenta A3, a implementação do PDCA pode ser feita de maneira simples, pois ela registra os principais resultados do ciclo PDCA e auxilia em

uma compreensão mais profunda do problema ou da oportunidade identificada, além de oferecer novas maneiras de abordar um problema (SOBEK II; SMALLEY, 2010).

Existem três variações de relatório A3, de acordo com Sobek II; Smalley (2010): solução de problemas, elaboração de propostas e revisão do *status* do projeto. O relatório que será adotado para auxiliar na descrição da construção do modelo que este trabalho propõe, será o relatório A3 de solução de problemas. O relatório A3 de solução de problemas é o tipo mais básico. Ele documenta todo o ciclo PDCA, possui um foco em melhorias de qualidade, custos, entrega, segurança, produtividade, entre outros. Além disso, captura as causas fundamentais dos problemas, confirmando que os problemas foram resolvidos, para então refletir sobre os esforços de solução de problemas. A Figura 1 ilustra o modelo deste tipo de relatório.

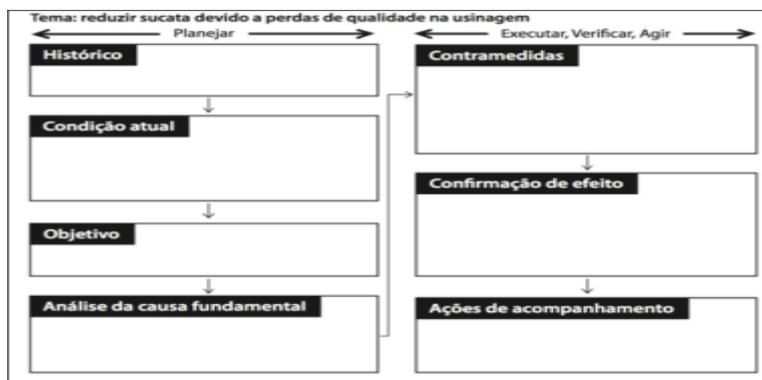


Figura 1 - Fluxo típico de um relatório A3 de solução de problemas
Fonte: Sobek II; Smalley (2010)

Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing*

O Sistema Toyota de Produção é um assunto que vem sendo debatido desde 1950, mas apesar disso, a expressão “manufatura enxuta” ou *lean manufacturing* ainda não apresenta uma clara definição conceitual (SHAH; WARD, 2007; PETTERSEN, 2009 apud JABBOUR et al., 2012). Alguns autores têm diferentes definições sobre a manufatura enxuta, por exemplo, Womack e Jones (2004) afirmam resumidamente que a manufatura enxuta significa fazer mais com menos.

Já Shah e Ward (2007 apud JABBOUR et al., 2012), definem manufatura enxuta como um sistema sócio técnico integrado, cujo objetivo principal é eliminar desperdícios pela redução ou mitigação da variabilidade interna de fornecedores e de clientes.

Para Scherrer-Rathje, Boyle e Deflorin (2009 apud JABBOUR et al., 2012), manufatura enxuta é uma filosofia que busca identificar e eliminar desperdícios em toda a cadeia de valor do negócio, e não somente internamente à organização. E Ohno (1998

apud JABBOUR et al., 2012) define a produção enxuta como a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos.

O termo desperdício ou *muda*, como se diz no Japão, é visto pelo sistema Toyota como principal alvo para ser eliminado (ILDELFONSO, 2011) e é definido por Favaretto (2012) como toda atividade que não agrega valor. Womack e Jones (1998 apud MORENO, 2014); Prates e Bandeira (2011) acrescentam, que além de ser uma atividade a qual não se cria valor, ela também absorve recursos. Ou seja, são atividades totalmente desnecessárias que geram custos e devem ser imediatamente eliminadas (GHINATO, 2000).

Para se conseguir atingir os objetivos da manufatura enxuta, é necessário aplicar algumas ferramentas que auxiliarão na obtenção dos resultados. Essas ferramentas são utilizadas para implementação de um sistema de manufatura enxuta, que ditam “como” seguir seus princípios (RIANI, 2006).

Segundo Jabbour et al. (2012, p. 845):

[...] a implementação destas ferramentas visa proporcionar a melhoria em várias medidas do desempenho operacional das organizações que engloba redução de custos, aumento da qualidade, flexibilidade, prazo de entrega, desenvolvimento de novos produtos, e *time-to-market* de novos produtos.

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta desenvolvida na manufatura enxuta com o objetivo de redesenhar os sistemas de produção (LASA; LABURU; VILA, 2008). Ela é capaz de fornecer detalhadamente a visão de todo processo de produção de uma empresa e é utilizada quando se torna necessário obter todos os recursos a fim de atender à demanda, eliminando desperdícios de tempo, altos níveis de estoque, perda de produtividade e competitividade (NASCIMENTO et al., 2016).

Além disso, através do MFV é possível identificar todos os processos do fluxo e desenhar o estado futuro levando em consideração os princípios do pensamento enxuto. (WOMACK; JONES, 2004). Além dele detalhar as interfaces entre os setores da produção e esmiuçar a relação que existe entre as interfaces, caminhando em direção ao produto final. O MFV também é considerado uma ferramenta estratégica, que auxilia na visualização macro do processo (FONSECA; VALENTE, 2016).

Modelo Proposto

O modelo foi construído dentro da metodologia PDCA, seguindo a lógica de gestão estruturada no relatório A3. Deste modo, o modelo é composto por 11 etapas que são apresentadas na Figura 2.

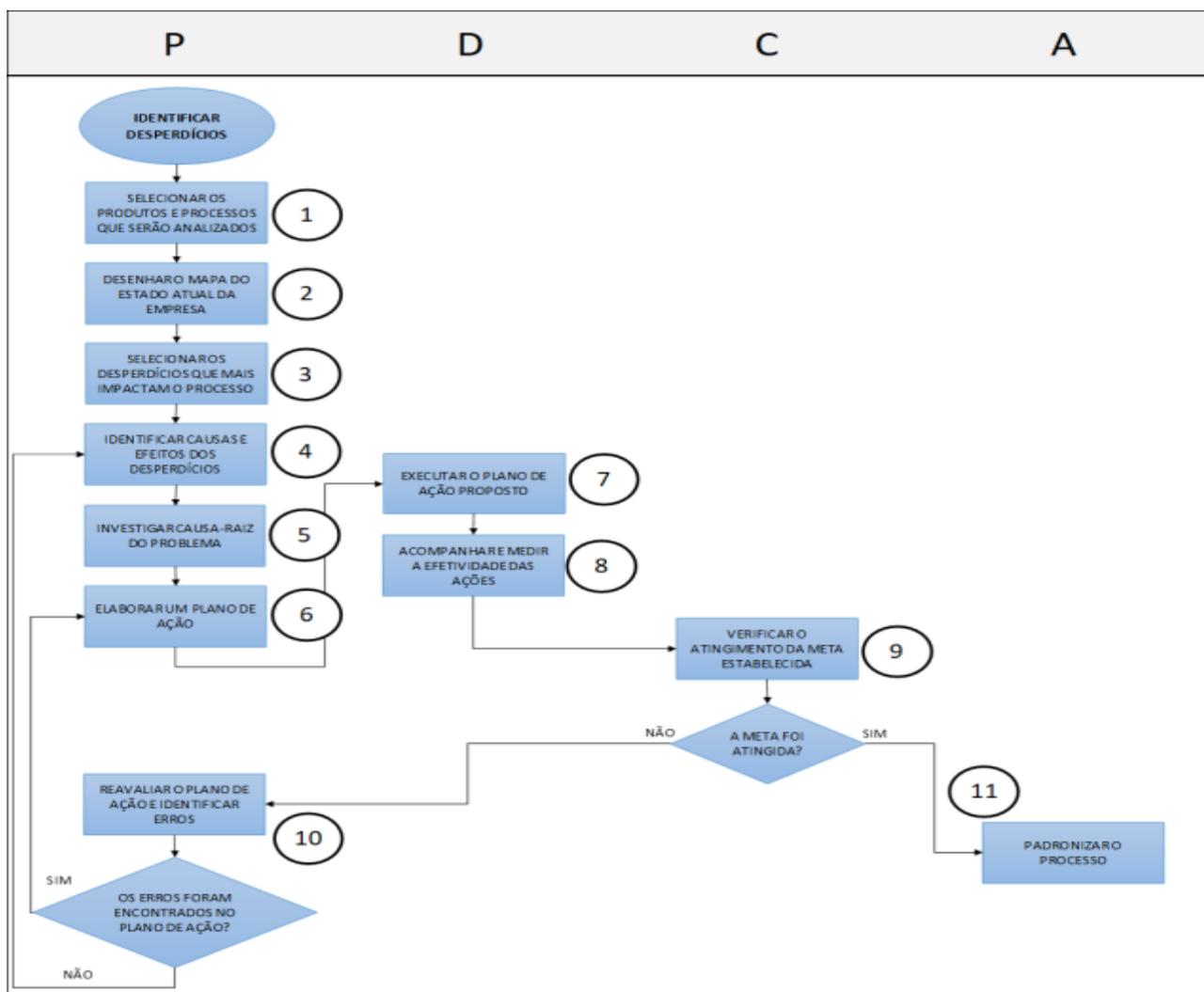


Figura 2 - Representação da proposta do modelo de análise de desperdícios

Fonte: autores

O tema para a abertura do relatório A3 é sempre de identificar e reduzir os desperdícios existentes no processo de manufatura. A partir deste objetivo as etapas são distribuídas da seguinte forma:

Análise da condição atual: Esta seção compreende as etapas (1) e (2) do modelo, que se referem a: (1) seleção dos produtos e processos que possuem maior relevância na empresa, utilizando o gráfico de Pareto e (2) aplicação do mapeamento do fluxo de valor (MFV) para desenhar o mapa do estado atual.

Objetivo: Com a identificação do estado atual, será possível definir um valor quantitativo de meta e também a base de comparação que será utilizada neste modelo, para verificar o sucesso da implementação.

Análise da causa fundamental: Após o estado atual dos processos e produtos mais relevantes terem sido identificados e compreendidos, segue-se para a etapa (3), que se refere à identificação dos desperdícios que mais impactam no processo, utilizando para isto, o gráfico de Pareto. A próxima etapa (4), proposta pelo modelo, é encontrar as causas e efeitos principais, utilizando-se do diagrama de Ishikawa. A etapa (5), é um complemento da etapa anterior cujo objetivo é investigar a causa-raiz dos desperdícios, para tanto utiliza-se a técnica dos 5 porquês.

Contramedidas: Tendo em mente onde se pretende chegar, segue-se então para a etapa (6), cuja finalidade será o desenvolvimento do plano de ação, utilizando a ferramenta 5W2H e posteriormente para a execução deste plano de ação, que envolve a etapa (7).

Confirmação de efeito: Esta seção compreende três etapas. (8): acompanhamento da efetividade das ações, com a utilização do gráfico de Gantt. (9): verificação do atingimento de meta, após a implementação do plano de ação ter sido executada. Para esta atividade, serão utilizados gráficos de controle. Caso a meta tenha sido atingida, o processo poderá seguir para as ações de acompanhamento. Caso contrário, será necessário retornar para a seção de contramedidas, que envolve a etapa (10), cujo o objetivo é identificar se houve algum erro na elaboração do plano de ação. Para isto, será utilizado o *brainstorming*. Se os erros forem identificados nesta seção, o objetivo será elaborar um novo plano de ação e seguir novamente com as etapas posteriores. Porém, se os erros não forem identificados no plano de ação, significa que eles podem estar na etapa anterior, a de contramedidas. Neste caso, será necessário voltar para a etapa (4), para compreender com mais profundidade as causas e efeitos do problema. Feito isto, o processo poderá seguir novamente.

Ações de acompanhamento: Esta seção envolve a etapa (11), cujo o objetivo será padronizar o processo e aderir o conhecimento adquirido em outros processos da empresa. Para auxiliar este processo de padronização, será utilizada a ferramenta folha de verificação.

Estudo de Caso

Como apresentado na proposta, o modelo compreende 11 etapas, mas para este estudo o desenvolvimento decorrerá até a sexta etapa, dado que o objetivo deste trabalho é identificar os desperdícios e elaborar um plano de ações. Não faz parte desta pesquisa implementar as melhorias identificadas na empresa estudada.

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa fundada há mais de três décadas, que começou suas atividades na produção de ferramentas para uso médico. Seu processo de produção é composto por cinco etapas: (i) torneamento; (ii) limpeza; (iii) tamboreamento; (iv) inspeção e (v) acabamento. A pesquisa se limitou em analisar os processos de produção cujos produtos possuem maior frequência de demanda. A aplicação do modelo se faz nas primeiras quatro fases do processo, excluindo-se a etapa acabamento.

Detalhamento dos Processos

Visando facilitar a compreensão da área de manufatura e suas características, as fases do processo são detalhadas a seguir:

- (i) **Torneamento:** nesta operação as barras de aço são usinadas. Uma ferramenta de corte retira material periféricamente desta barra, de modo a transformá-la na configuração definida em projeto.
- (ii) **Limpeza:** após serem torneadas, as peças passam por um processo de limpeza para a retirada de óleo e cavacos. Essa limpeza é feita através de um equipamento de centrifugação para retirada do óleo e jatos de ar para retirada dos cavacos.
- (iii) **Tamboreamento:** no tamboreamento as peças são colocadas em um tambor rotativo, previamente preenchidos com abrasivos, para o processo de tratamento e finalização de superfícies das peças. O tamboreamento contribui para a redução do tempo de acabamento.
- (iv) **Inspeção:** antes de serem liberadas para o processo de acabamento, as dimensões das peças, definidas em projeto, são verificadas através de instrumentos de medição (paquímetro, micrometro, entre outros).
- (v) **Acabamento:** a fase de acabamento compreende diversas operações. O modelo não se aplicou a esta fase.

Aplicação do Modelo

A primeira atividade sugerida pela proposta de modelo é selecionar os produtos e processos mais relevantes para a empresa. Para isso, utilizou-se o conceito de Pareto, identificando-se os produtos de maior demanda de venda em um período de 12 meses, não levando-se em conta, nesta primeira seleção, a família de manufatura a que estes produtos pertencem. A representação gráfica dos resultados encontra-se na Figura 3.

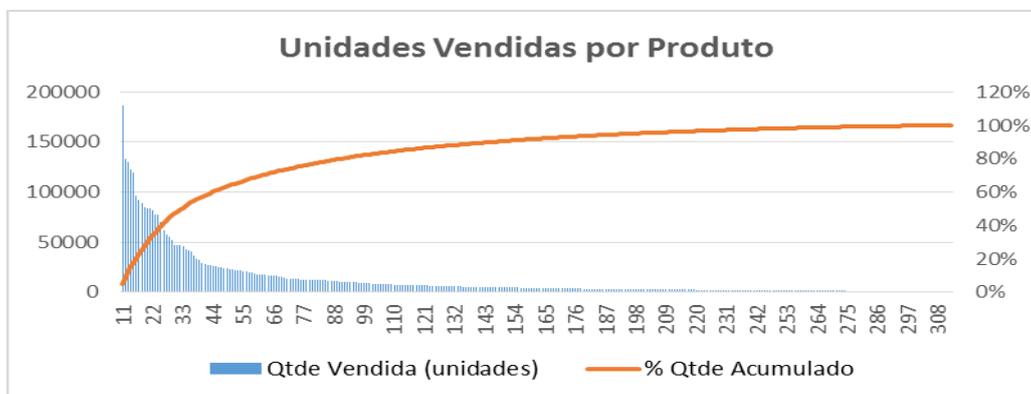


Figura 3 – Pareto: demanda de produtos

Fonte: elaborado pelos autores

Feito isto, foram separados os produtos da mesma família, que seguiam a mesma lógica dos mais vendidos durante os 12 meses e elaborou-se o segundo gráfico, apresentado na Figura 4.

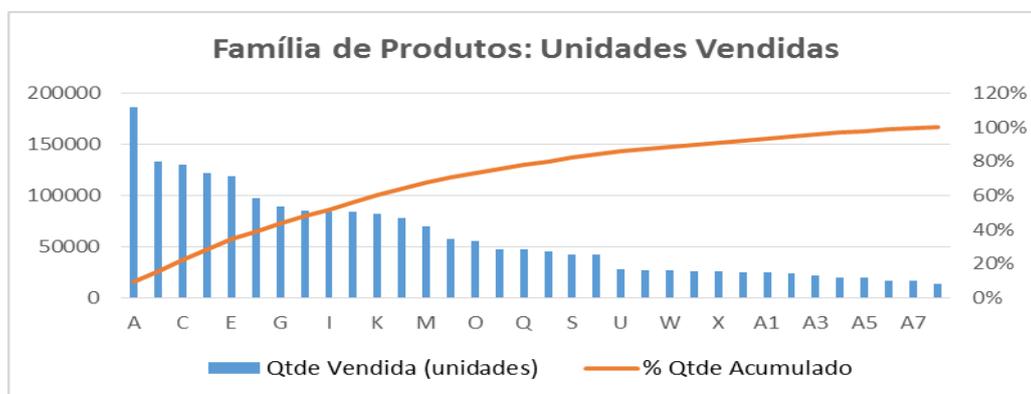


Figura 4 – Pareto: demanda de produtos da mesma família

Fonte: elaborado pelos autores

Com isso, foi possível selecionar os produtos que representam 80% das vendas da empresa, sendo eles identificados como A, B, C, D e E. Todos são da mesma família e seguem pelo mesmo processo de transformação.

O levantamento do estado atual contempla a segunda etapa do modelo, cujo objetivo é compreender o estado atual do processo de fabricação, da família de produtos definida no Pareto. É uma etapa muito importante, pois é através dela que se obtém uma visão clara de todo o processo. Para enxergar o estado atual do processo utilizou-se o mapeamento de fluxo de valor (MFV).

A Figura 5 ilustra o mapa de fluxo de valor do processo de manufatura da família dos produtos A, B, C, D e E.

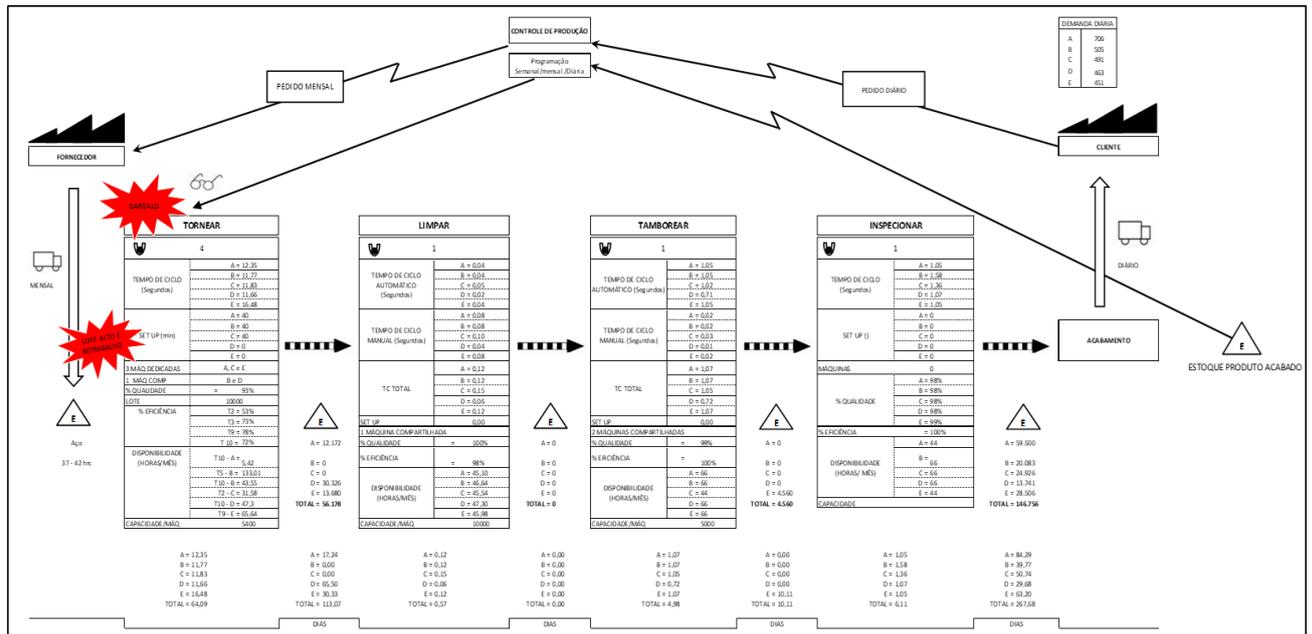


Figura 5 – Mapa de fluxo de valor (estado atual)

Fonte: elaborado pelos autores

A produção ocorre de acordo com as previsões mensais de demandas dos produtos e os clientes realizam os pedidos diariamente, através de e-mail ou telefone. As previsões de demandas e os pedidos são encaminhados para o setor de planejamento e controle da produção (PCP) da empresa. Para atender às demandas o PCP verifica, inicialmente, se há produtos disponíveis no estoque. Se não houver, emite ordens de produção para o Torneamento. As ordens de produção seguem juntamente com o produto até o final do processo.

A manufatura possui a estratégia MTS (*Make to Stock*), ou seja, produz para estocar e não existe uma priorização de itens que devem ser produzidos, o que gera excesso de produtos de um determinado item e escassez de outros. Além disso, os lotes enviados para a produção de um determinado item são muito grandes, ou seja, é necessário aguardar a produção de todo um lote específico, para começar a produzir outros. Isso gera atrasos em algumas entregas.

O tempo dedicado para as operações de produção desta família de produtos representa uma parcela das 10 horas/dia disponíveis para a produção de todos os produtos que passam pelo processo.

É possível notar que há grandes estoques entre algumas operações, o que torna o *lead time* muito alto, de 391 dias (Quadro 1).

Quadro 1 – Lead time

ITEM	LEAD TIME (DIAS)
A	102
B	40
C	51
D	95
E	104
TOTAL	391

Fonte: elaborado pelos autores

Para identificar os gargalos fez-se duas análises. A primeira foi uma comparação entre o tempo ciclo e o *takt time* de cada produto, em cada operação. A segunda, foi uma comparação entre o tempo necessário para a produção de cada produto e o tempo disponível que cada operação possui para sua produção. Com essas análises, foi possível compreender se as operações têm capacidade para produzir a demanda diária.

O *takt time* é a taxa de demanda de consumo para o grupo ou família de produtos produzidos por um processo. O *takt time* é calculado pela divisão do tempo de operação efetivo de um processo (por exemplo um turno ou dia) pela demanda de produtos que os clientes exigem do processo nesse intervalo de tempo (ROTHER; SHOOK, 2003). Para isso, levou-se em consideração, para calcular o *takt time*, a disponibilidade diária que cada operação possui e a demanda diária de cada produto da família. A Figura 6 ilustra a relação entre o *takt time* e o tempo de ciclo do tamboreamento, para cada um dos produtos.

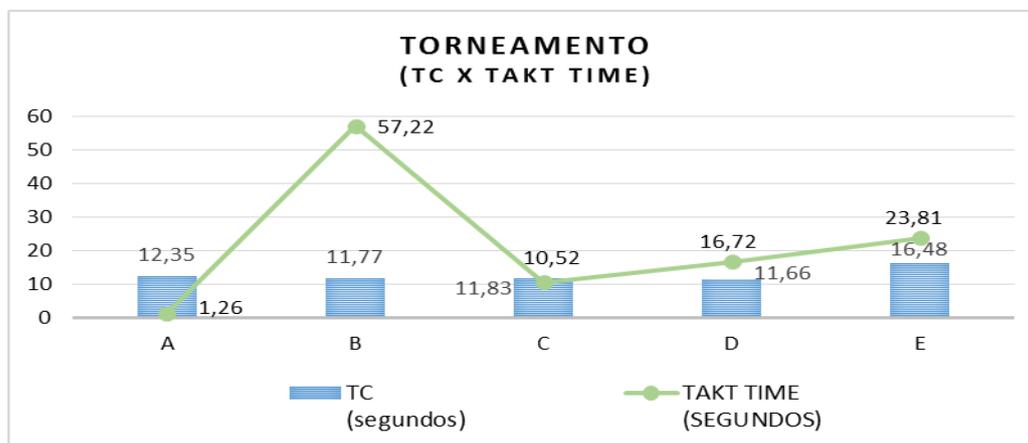


Figura 6 – Torneamento: relação entre tempo de ciclo e *takt time*

Fonte: elaborado pelos autores

De acordo com a Figura 6, os produtos que não conseguem ser produzidos, para atender a demanda diária, são os produtos A e C, pois seus tempos de ciclo são maiores que o *takt time*. As investigações para compreender as causas do não atendimento à demanda serão exploradas mais adiante.

As Figuras 7, 8 e 9 ilustram as operações de limpeza, tamboreamento e inspeção, respectivamente.

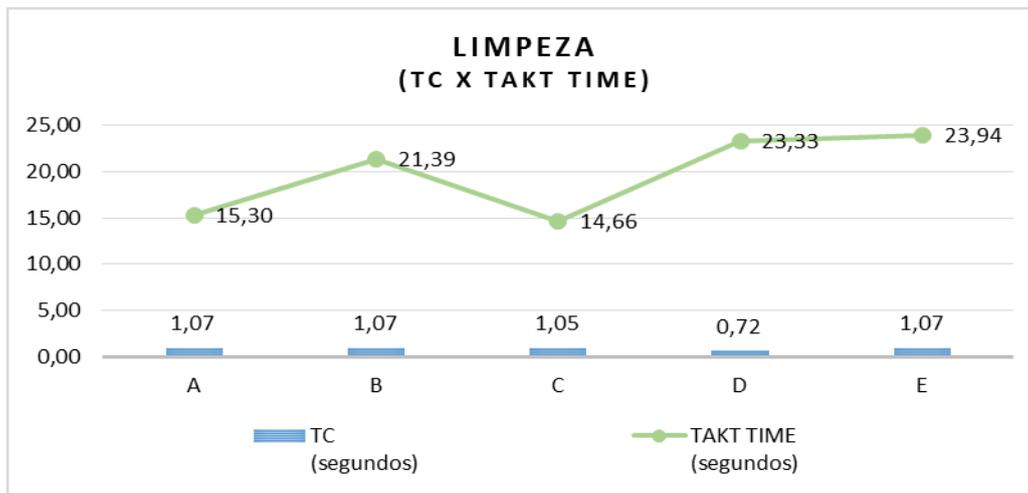


Figura 7 - Limpeza: relação entre tempo de ciclo e *takt time*
Fonte: elaborado pelos autores

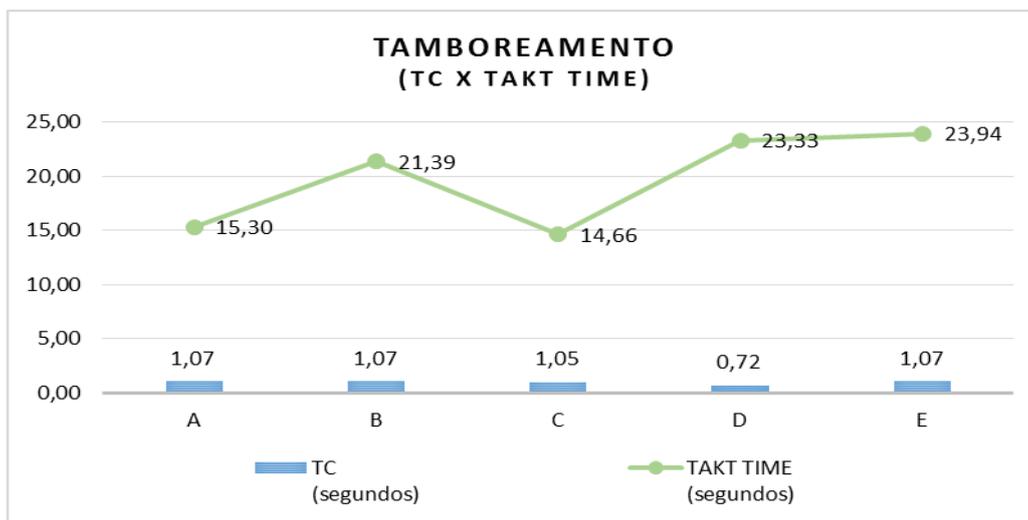


Figura 8 - Tamboreamento: relação entre tempo de ciclo e *takt time*
Fonte: elaborado pelos autores

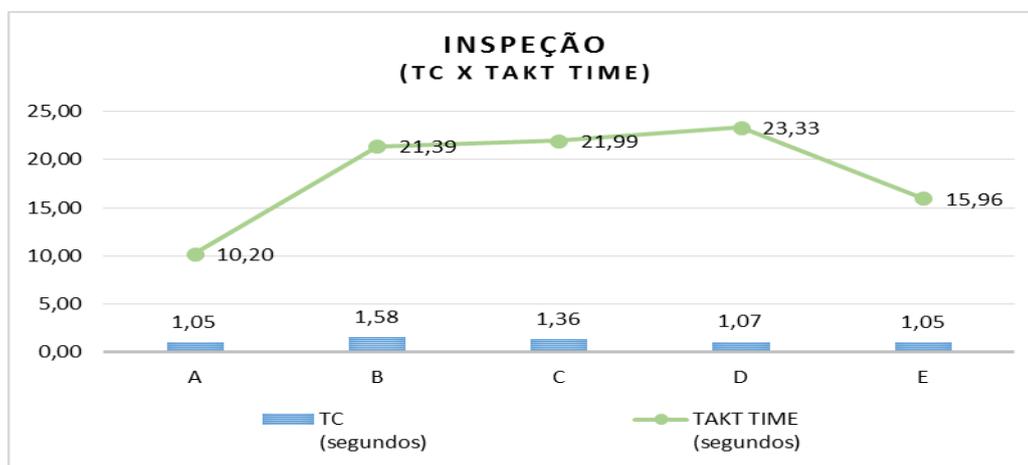


Figura 9 - Inspeção: relação entre tempo de ciclo e *takt time*
Fonte: elaborado pelos autores

Nas operações de limpeza, tamboreamento e inspeção não há gargalos, visto que os tempos de ciclo de todos os produtos estão abaixo do *takt time*. Mas, embora as operações analisadas consigam atender a demanda diária, há outro problema identificado. É possível notar que há ociosidades nos processos. Isto se confirma com o segundo método de análise utilizado, que se refere à comparação entre o tempo necessário para produção diária de cada item e o tempo disponível que cada item possui, em cada operação. Primeiramente será apresentada a análise referente as operações de limpeza, tamboreamento e inspeção, que estão ilustradas no Quadro 2, dado que todas elas não apresentam problemas em atender a demanda.

Quadro 2 - Análise dos Tempos

	ITEM	TEMPO NECESSÁRIO PRODUÇÃO DIÁRIA (HORAS)	TEMPO DISPONÍVEL PRODUÇÃO DIÁRIA (HORAS)	STATUS
LIMPAR	A	0,02	2,05	OK
	B	0,02	2,12	OK
	C	0,02	2,07	OK
	D	0,01	2,15	OK
	E	0,02	2,09	OK
TAMBOREAR	A	0,21	3,00	OK
	B	0,15	3,00	OK
	C	0,14	2,00	OK
	D	0,09	3,00	OK
	E	0,13	3,00	OK
INSPECIONAR	A	0,21	1,55	OK
	B	0,22	3,05	OK
	C	0,19	1,50	OK
	D	0,14	1,31	OK
	E	0,13	1,85	OK

Fonte: elaborado pelos autores

Nota-se que o tempo disponível para a produção dos itens é bem maior que o tempo que eles realmente necessitam para serem fabricados. O tempo necessário foi calculado com base no tempo de ciclo de cada item e na demanda diária dos mesmos. Sendo assim, nota-se que o tempo disponível que cada operação possui é suficiente para produzir os itens. O que contribui para que estas operações atuem de forma eficaz é o fato de não existir paradas ou *setups*, que são atividades que não agregam valor, além da eficiência ficar em torno de 98% a 100%.

A análise da operação de torneamento foi feita com base na utilização dos tornos. A manufatura dispõe de 13 tornos para trabalhar todos os itens da empresa, porém 4 deles são direcionados aos produtos da família estudada, durante um determinado período. Destes 4 tornos, 3 deles são dedicados aos produtos B (torno 5), C (torno 2) e E (torno 9)

e 1 é compartilhado entre os produtos A, B e D (torno 10). A representação dos dados será ilustrada no Quadro 3.

Quadro 3 – Análise dos tornos

	Torno	Disponibilidade Total do Torno (horas/dia)	Disp. do Torno (%)	Setup Torno (horas/dia)	Paradas Torno (horas/dia)	Disponibilidade Real Torno (horas/dia)	Item Produzido	Tempo Necessário Produção do Item (horas/dia)	Ociosidade do Torno (horas/dia)	Tempo que falta para Produzir Item (horas/dia)	STATUS
TORNEAMENTO	2	1,44	14%	0,0	0,06	1,38	C	1,61	0,00	0,23	GARGALO
	5	6,05	60%	0,0	0,07	5,98	B	1,65	4,33	0,00	OK
	9	2,98	30%	0,0	1,01	1,97	E	2,06	0,00	0,09	GARGALO
	10	0,25	2%	0,7	0,01	0,00	A	2,42	0,00	2,42	GARGALO
	10	1,98	20%	0,7	0,02	1,29	B	1,65	0,00	0,36	GARGALO
	10	2,15	22%	0,7	0,02	1,46	D	1,50	0,00	0,04	GARGALO

Fonte: elaborado pelos autores

A disponibilidade total dos tornos fornecida em horas/dia, já está considerando a eficiência de cada torno e o percentual da disponibilidade foi calculado de acordo com o total de horas que a fábrica dispõe para a operação, que é de 10 horas/dia.

Para identificar os gargalos, foi necessário primeiro diminuir da disponibilidade total, o tempo de *setup* que cada torno possui e as paradas decorrentes da troca de barra de aço. Com isso, tem-se a disponibilidade real de cada torno. Segundo, foi preciso diminuir da disponibilidade real de cada torno, o tempo necessário para a produção dos itens. Desta forma, nota-se que somente o torno 5 é capaz de produzir o item integralmente. Os demais tornos não conseguem entregar os itens produzidos ou apresentam atrasos.

Observa-se também, que além do torno 5 ser capaz de produzir o item, ele apresenta ociosidade. Outro ponto intrigante, é que a fábrica não consegue entregar o item mais importante que ela possui, que é o item A. Trata-se do item mais relevante, segundo estudo realizado com o Pareto (Figura 4), porém ele é destinado ao torno 10, cuja operação é compartilhada com outros itens. Isto indica que não há uma priorização correta do produto a ser produzido.

Quando se olha apenas para o *takt time*, encontra-se 2 gargalos, referentes aos produtos A e C, mas utilizando este método de análise, é possível observar que há mais gargalos nesta operação do que se imagina. Isto indica que há de fato atividades não agregadoras de valor, presentes nesta operação. E estas atividades estão influenciando o resultado do processo.

O processo de seleção de desperdícios é a terceira etapa do modelo e levou em consideração o mapa do estado atual e as observações realizadas no chão de fábrica, que foram relevantes para a análise.

Sendo assim, os desperdícios identificados que mais impactam o processo, pois não criam valor e absorvem recursos, são:

1. Gargalo na operação de torneamento, que resulta no atraso da entrega dos itens;
2. Retrabalho, que gera mais atrasos nas entregas e consomem recursos de produção (custo);
3. Direcionamento incorreto dos produtos para os tornos, o que causa ociosidade, para um determinado torno, além do atraso na entrega dos produtos mais importantes;
4. Lotes de produção muito altos, que vão além da capacidade de a operação executar;

Identificar as causas e efeitos dos desperdícios contemplam a quarta fase do modelo. Para tanto, elaborou-se dois diagramas de Ishikawa: um para o gargalo no torno e outro para o retrabalho. Na Figura 10 apresenta-se o diagrama de causas e efeito para o gargalo no torno.

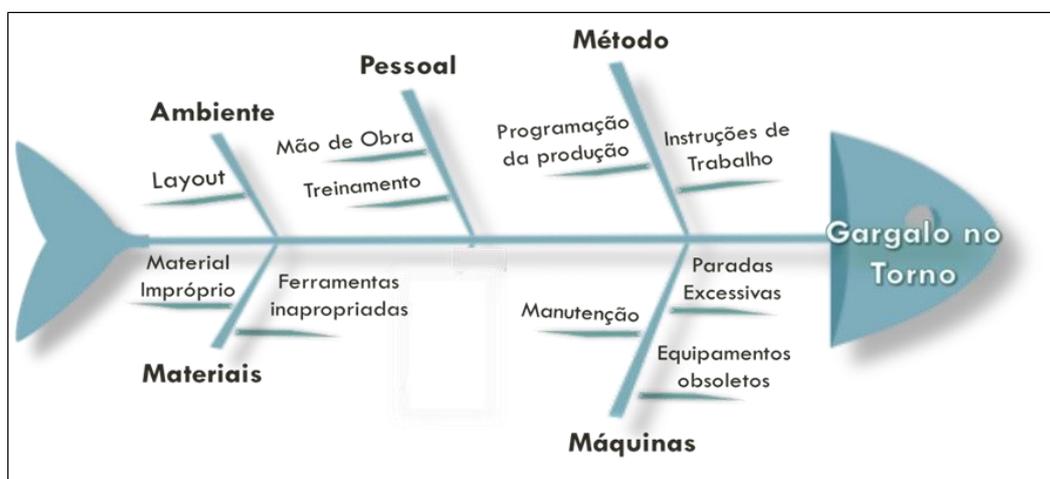


Figura 10 – Efeito gargalo nos tornos

Fonte: elaborado pelos autores

O problema gargalo no torno é ocasionado por várias causas. Iniciando-se a análise pelas máquinas, tem-se três causas principais: (i) equipamentos obsoletos, que ocorre devido aos tornos serem muito antigos na empresa; (ii) manutenção dos tornos, que é feita de forma inadequada, pois atualmente a manutenção é corretiva, o que gera

custos e (iii) paradas excessivas, que ocorrem devido aos ajustes, que necessitam ser feitos nos tornos.

Em materiais ocorre um problema de ferramentas de usinagem inapropriadas. As ferramentas de usinagem que as máquinas utilizam atualmente são ineficientes, pois não são apropriadas para a dureza do aço que se está trabalhando. Isto causa um grande desgaste das ferramentas, podendo ocasionar inclusive a quebra de algumas delas, além de ser necessário a parada da operação para afiação da ferramenta.

Em método ocorrem duas causas significativas: (i) instrução de trabalho e procedimentos mal definidos, que se referem a execução incorreta das operações, fazendo com que cada operador realize os procedimentos da maneira que lhe convém e (ii) programação da produção, que atualmente é indefinida. Os tornos são os que ditam o ritmo da fabricação. Como não há uma programação bem definida, ocorrem atrasos na entrega de alguns produtos aos clientes e produção em excesso de outros produtos.

Em pessoal não há operadores suficientes para operação de todos os tornos que a fábrica dispõe e eles não recebem treinamento específico para manusear as maquinarias.

Em ambiente, a causa mais evidente relaciona-se ao *layout*. Verifica-se que há movimentação desnecessária dos operadores, necessitando caminhar longas distâncias para buscar uma ferramenta ou para realizarem ajustes em alguma peça específica do torno. A Figura 11 ilustra o segundo diagrama de Ishikawa. Refere-se ao efeito retrabalho das peças.

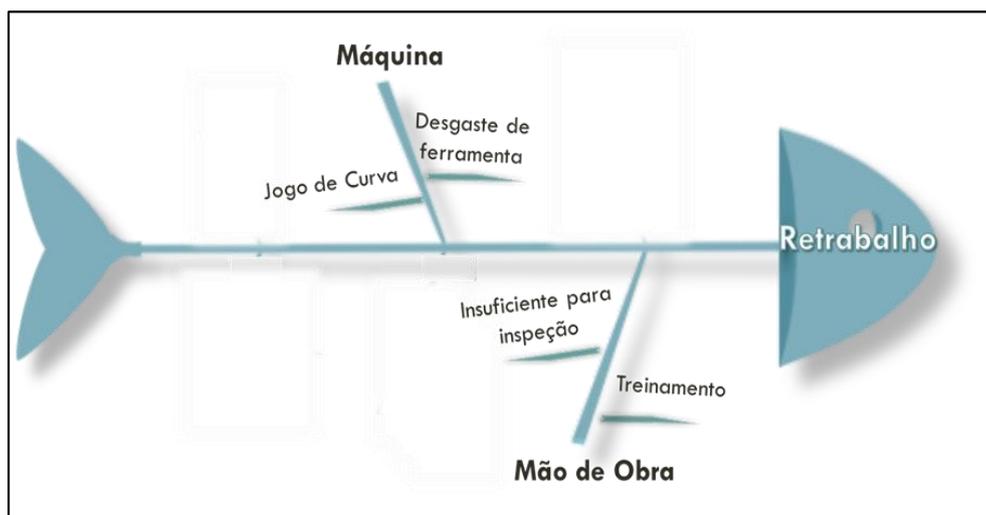


Figura 11 – Efeito retrabalho
Fonte: elaborado pelos autores

No problema retrabalho também foram identificados causas importantes. A começar pela mão de obra. A quantidade de operadores é insuficiente para realizar a

operação do torno. Atualmente, existe um único operador para alimentar o torno com as barras e realizar as inspeções de qualidade. Este operador também é responsável por monitorar a vida útil da ferramenta de usinagem, assim como os jogos de curvas.

A carga excessiva de atividades na operação favorece a ocorrência de peças defeituosas serem enviadas para processos seguintes. Além disso, há a falta de treinamento adequado aos operadores para as tarefas de acompanhamento da vida útil das ferramentas de inspeção de tornos, o que torna esta mão de obra disponível desqualificada para a função, pois estes operadores perdem muito tempo tentando compreender o processo.

Em máquina, ocorrem dois tipos de causas: (i) desgaste da ferramenta, devido ao fato de as ferramentas de usinagem não serem apropriadas para a dureza do aço e (ii) jogo de curvas, que são partes do torno que definem o desenho da peça. Se o jogo de curvas não for monitorado e apresentar desgaste, a peça também sairá com defeito e ocasionará o retrabalho.

Investigar as causas-raízes dos desperdícios compreende a quinta etapa do modelo e tem por objetivo identificar a origem dos desperdícios. Especialmente aqueles, nos quais suas razões de existências não estão muito claras e bem definidas. Para se conhecer a raiz de cada uma das causas utilizou-se o procedimento dos 5 por quês.

Uma vez as causas-raízes identificadas, elaborou-se um plano, com ações de melhorias, que representa a sexta etapa do modelo. Estas ações de melhorias foram definidas para todos os desperdícios encontrados no processo de fabricação e, ao desenvolvê-las, levou-se em consideração o porte da empresa e os recursos disponíveis para executá-las. Não faz parte do plano de ação definir quando as atividades devem ser realizadas, nem mesmo os custos envolvidos, dado que para isso, será necessário continuar o estudo, o que implicará na empresa permitir o acesso a outros dados, que não fizeram parte desta pesquisa.

Sendo assim, no Quadro 4 apresenta-se o plano de ação para todos os desperdícios identificados. Para isso, o estudo considerou a análise de causas efeitos e análise de causas-raízes. Para a montagem do plano de ação utilizou-se a metodologia do 5W2H.

Quadro 4 – Plano de ação 5W2H

FERRAMENTA	O quê?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Quanto?	DESPERDÍCIO	CAUSA DO DESPERDÍCIO
ISHIKAWA E 5 POR QUÊS	Estudo de viabilidade para aquisição de novas ferramentas	As ferramentas não são adequadas para a dureza do aço	Gestor de finanças e Gestor de qualidade	N/A	Setor de usinagem (Tornos)	- Levantar custos e impactos causados pelo uso das ferramentas inapropriadas; - Levantar ferramentas ideais para cada tipo de aço; - Levantar orçamento dessas ferramentas	N/A	Gargalo no torno	Ferramentas inapropriadas
ISHIKAWA	Estabelecer plano de manutenção dos tornos	Os tornos quebram constantemente	Gerente de qualidade	N/A	Setor de usinagem (Tornos)	- Estudar os tornos para entender a periodicidade necessária para manutenção; - Identificar o tipo de manutenção que atende à necessidade, sem gerar mais custos; - Delegar pessoas responsáveis para realizar a manutenção e treiná-las	N/A	Gargalo no torno	Manutenção inadequada dos tornos
ISHIKAWA E 5 POR QUÊS	Revisar instruções de trabalho e procedimentos	O modelo de instrução não está atualizado e não é disseminado na empresa	Gerente de qualidade	N/A	Em cada setor do chão de fábrica	- Rever a instrução de trabalho; - Observar os procedimentos que são feitos atualmente; - Analisar o processo junto aos operários e definir a melhor opção; - Definir procedimentos; - Treinar toda a equipe e enfatizar a importância de seguir os procedimentos corretos; - Supervisionar	N/A	Gargalo no torno	Instrução de trabalho e procedimentos mal definida
OBSERVAÇÃO DA FÁBRICA	Definir sequenciamento de produção	Não existe priorização dos itens que devem ser produzidos	PCP	N/A	Setor de usinagem (Tornos)	- Estudar o melhor método de sequenciamento que irá otimizar o serviço, maximizando o lucro da empresa	N/A	Direcionamento incorreto de itens para a fábrica	Falta de estudo prévio para definir o sequenciamento
ISHIKAWA	Elaborar e definir um PMP (Planejamento Mestre de Produção)	A programação da produção é indefinida, o que faz a fábrica produzir muitos itens de um produto que não necessariamente será vendido rapidamente, causando estoque excessivo de alguns itens e escassez de outros itens	PCP	N/A	Fábrica	- Estudar a demanda e o estoque atual de cada item	N/A	Gargalo no torno	Programação da produção mal definida
OBSERVAÇÃO DA FÁBRICA	Reduzir tamanho dos lotes que são encaminhados para os tornos	O tamanho do lote é muito grande, o que dificulta a fluidez da produção	PCP	N/A	Setor de usinagem (Tornos)	- Através do sequenciamento de produção e PMP definidos	N/A	Lotes de produção muito altos	Programação da produção mal definida
ISHIKAWA	Contratação de mão de obra	Não há operários suficientes para as atividades que precisam ser realizadas, isto causa mais atraso nas entregas e influencia no retrabalho	Gestão / RH	N/A	Setor de usinagem (Tornos)	- Contratar pessoas qualificadas a função; - Realizar treinamento com elas	N/A	Gargalo no torno	Falta de mão de obra
ISHIKAWA	Definir um plano de treinamento na empresa	Não existe um plano estruturado de treinamento para os operadores	Gestão / RH	N/A	Fábrica	- Realizar parcerias com empresas que oferecem cursos de treinamento; - Criar planos em que os funcionários mais experientes compartilhem conhecimentos, colaborando com o treinamento de novos funcionários	N/A	Gargalo no torno	Falta de treinamento apropriado
ISHIKAWA	Melhorar o fluxo de transição das ferramentas	Os operários precisam se deslocar muito para terem acesso a algumas ferramentas e o local onde realiza-se ajustes dos tornos também é distante	Gerente de operações	N/A	Fábrica	- Realizar estudo da planta fabril; - Realizar estudo da movimentação dos operários e do número de viagens necessário por dia; - Elaborar arranjo físico esquemático readequando o fluxo; - Mudar o layout da fábrica	N/A	Gargalo no torno	Layout mal estruturado

Fonte: elaborado pelos autores

Considerações Finais

O modelo possui uma sequência lógica de desenvolvimento e se mostrou eficaz na identificação dos desperdícios. A parte mais complexa na aplicação deste modelo foi o levantamento do estado atual, pois a coleta de dados necessários ao estudo foi um processo demorado, visto que muitas informações, a empresa não dispunha no momento em que foi solicitado.

Todavia, o objetivo deste trabalho foi alcançado, visto que os principais desperdícios foram identificados. Todas as etapas iniciais do modelo colaboraram para a identificação de desperdícios e cada uma, em sua particularidade, contribuiu para a etapa mais importante de um processo de identificação, que se trata da etapa “P” do ciclo PDCA.

Primeiramente, no levantamento do estado atual, foi possível identificar um gargalo importante, que se encontra logo no início do processo de produção, que é o torneamento. Em seguida, com as observações realizadas na empresa, outros três desperdícios foram identificados, que foram o retrabalho de peças, o direcionamento incorreto dos itens para os tornos e os lotes de produção muito altos.

Posteriormente, na investigação desses desperdícios, foi possível encontrar as reais causas de suas existências. Com as análises de Ishikawa e os 5 por quês, ambas apoiadas pelo *brainstorming*, a visão do problema tornou-se ampla, trazendo consigo os reais motivos que estavam impactando o processo como um todo, além de melhorias que poderiam ser implementadas.

Por fim, o desenvolvimento dessas melhorias foi transformado em um plano de ação, que apoiado pela ferramenta 5W2H, permitiu que a presente pesquisa considerasse não apenas um conjunto de melhorias, mas aquelas que seriam as melhores para empresa, dado todo contexto que ela possui e os recursos que ela dispõe, pois dessa forma, as melhorias se tornariam possíveis de serem alcançadas.

Referências

BARROS, E.; BONAFINI, F. **Ferramentas da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

CALADO, R. D. **Método de diagnóstico de empresa: uma abordagem segundo os princípios lean**. 2011. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima: FALCONI, 2013.

CUSTODIO, M. F. **Gestão da qualidade e produtividade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

ELIAS, S. J. B.; OLIVEIRA, M. M.; TUBINO, D. F. Mapeamento do fluxo de valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso. **Admpg Gestão Estratégica**, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 2011. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/5.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2017.

FAVARETTO, S. **Análise das práticas de manufatura enxuta em uma indústria de alimentos**. 2012. 70 f. Monografia (Graduação em Engenharia da Produção) - Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1091/1/MD_COENP_2012_1_02.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2017.

FONSECA, B. G.; VALENTE, C. M. O. Estudo sobre a proposta de implantação do lean manufacturing utilizando a ferramenta do mapeamento de fluxo de valor em uma indústria de alimentos. In: SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., **Anais...** Bauru, 2016.

GHINATO, P. **Produção & competitividade: aplicações e inovações**. 2000. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/294131/Fundamentos-do-Sistema-Toyota-de-Producao>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

GOZZI, M. P. **Gestão da qualidade em bens e serviços**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

JABBOUR, A. B. L. S et al. Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil. **Revista Administração**, São Paulo, v. 48, n. 4, p. 843-856, out. 2012.

LASA, I. S.; LABURU, C. O.; VILA, R. C. An evaluation of the value stream mapping tool. **Business Process Management Journal**, v. 14, n. 1, p. 39-52, feb. 2008.

LEONEL, P. H. **Aplicação prática da técnica do PDCA e as ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados**. 2008. 76 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MACHADO, L. G. **Aplicação da metodologia PDCA: etapa P (Plan) com suporte das ferramentas da qualidade**. 2007. 48 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

MARIANI, C. A. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

MATA, J. H. **Modelos ARFIMA e gráficos de controle no monitoramento do spread de preços de uma ação e sua respectiva ADR**. 2013. 171 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MORAIS, T. M.; MENEZES, J. E. Importância do uso de ferramentas da qualidade no processo produtivo: estudo de aplicação em uma empresa alimentícia. In: SIMPEP - SIMPÓSIO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., **Anais...** Bauru, 2016.

MORENO, L. R. **Escritório enxuto**: a metodologia lean aplicada à melhoria de processos administrativos. 2014. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Ciência Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2014.

NASCIMENTO, F. A. et al. Utilização da ferramenta mapeamento do fluxo de valor (MFV) para eliminação dos desperdícios da produção: um estudo de caso aplicado em uma empresa do segmento odontológico. In: SIMPEP - SIMPÓSIO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., **Anais...** Bauru, 2016.

NUNES, T. G. **Métodos de melhoria de processo e uma aplicação na MRS Logística S/A**. 2008. 67 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

OLIVEIRA, G. A.; PAGLIARINI, M. R.; ROCHA, R. P. Aplicação de ferramentas da qualidade para análise dos desperdícios de materiais de uma metalúrgica. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 7., **Anais...** São Paulo: Eepa, 2013.

PIECHNICKI, A. S. **Proposta de um método de análise e solução de perdas**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 11., **Anais...** Resende: Seget, 2014.

PINTO, R. C. et al. **Estudo de caso no processo de embalagem de uma indústria alimentícia**: aplicação do ciclo PDCA e de ferramentas da qualidade. In: In: SIMPEP - SIMPÓSIO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., **Anais...** Bauru, 2016.

PRATES, C. C.; BANDEIRA, D. L. Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do índice de rendimento operacional global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 705-718, maio 2011.

RIANI, A. M. **Estudo de caso**: o lean manufacturing aplicado na Becton Dickinson. 2006. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

ROJAS, P. **Introdução a logística portuária e noções de comércio exterior**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 192 p.

TERNER, G. L. K. **Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metal-mecânica**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças**. 2010. 72 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A máquina que mudou o mundo**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.