



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
MBA Executivo em Lean Manufacturing**

MURILO DE SOUZA FERNANDEZ

**O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM
ATIVIDADE DE APOIO À PRODUÇÃO NUMA
METALÚRGICA DO COBRE**

Salvador (BA)
2019



MURILO DE SOUZA FERNANDEZ

**O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM
ATIVIDADE DE APOIO À PRODUÇÃO NUMA
METALÚRGICA DO COBRE**

Artigo apresentado ao MBA
Executivo em Lean Manufacturing
do CENTRO UNIVERSITÁRIO
SENAI CIMATEC como requisito
parcial para obtenção do título de
Pós-graduado em Lean
Manufacturing

Orientador(a): prof. Dr. Carlos
César Ribeiro Santos.

Salvador (BA)
2019

O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM ATIVIDADE DE APOIO À PRODUÇÃO NUMA METALÚRGICA DO COBRE

THE VALUE STREAMING MAP IN PRODUCTION SUPPLY ACTIVITIES AT COPPER METALLURGY.

FERNANDEZ, Murilo de Souza ¹

RESUMO

Este artigo apresenta o MFV aplicado a uma atividade de apoio numa metalúrgica do cobre. Diferente do convencional, esse tipo de aplicação foi realizado numa atividade de apoio considerando conceitos de fornecedores e clientes internos. A metodologia utilizada para esse artigo foi de estudo de caso descritivo, onde entrevistas informais, análise documental e observação foram feitas sobre o objeto de estudo com aplicação prática qualitativa e quantitativa usando como recurso o referencial teórico sobre o assunto. Toda a análise do objeto de estudo aponta para o objetivo geral deste artigo, que é apresentar como se realiza o mapeamento do fluxo de valor para a manutenção de ferramentas utilizadas na produção. Os objetivos específicos permeiam sobre a apresentação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta *Lean*, o processo de manutenção da chapa de inox e aplicação do MFV no processo de recuperação da chapa de inox. Os principais autores utilizados como referência para essa análise foram: Rother e Shook (2003) e Ohno (1997). A partir de análise conclui-se que, quantitativamente, a aplicação do MFV implica em benefícios de processo direcionado para eliminação de desperdícios associados a produção. O MFV então é feito através do acompanhamento do processo, levantamento de dados, análise de dados e então implantação de melhorias para o benefício do processo.

Palavras-chave: Manutenção, Mapeamento do fluxo de valor.

ABSTRACT

This article presents the VSM applied to a supply activity at a copper metallurgy. As a unusual application, this kind of VSM was realized in an supply activity considering concepts of intern suppliers and customers. The methodology of this article was a describe study case, where informal interviews, documentary and observation were made about the study object with a qualitative and quantitative background application utilizing as a resource the theoretical outline about the subject. Every analysis of the study object aims the general objective, that is show how the value streaming map is made when the object is the maintenance of tools used by the production process. The specific objectives is about the presentation of VSM as a Lean tool, the maintenance of stainless steel plate and the application of the VSM in the process of stainless steel maintenance. The main authors used as reference was: Rother e Shook (2003) e Ohno (1997). From the analyses, the conclusion is: qualitatively, the utilization of VSM implies in process benefits related to a solve problems with production wastes. So, the VSM is made by the process attendance, data collection, data analyses, and the implantation of improvements to the process benefits.

Keywords: Maintenance, Value streaming map.

¹Graduado em Engenharia de Produção pela faculdade Área1, possui breve experiência na área de planejamento e controle da produção bem como na área de engenharia de processo. Atualmente atua como Especialista Industrial.

1. INTRODUÇÃO

O cobre é um metal amplamente utilizado na indústria mundial pelas suas características e propriedades físico-químicas. O produto dessa indústria atende amplamente aos setores de construção civil, eletroeletrônicos e o setor automobilístico.

Segundo o IBRAM (2012), nos dados apresentados na 7ª edição sobre Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira, que foi publicado em dezembro de 2012, o cenário do cobre aponta para um crescimento do seu consumo mundial. O seu preço segue a mesma tendência de mercado, se baseando em evidências do crescimento econômico da China e da recuperação da crise econômica mundial.

No mundo, a indústria do Cobre tem investido muito em expansão, com algumas metalúrgicas sendo responsáveis pela produção de 1 milhão de toneladas de cobre por ano. Com a elevação da oferta, o cobre tem forçado uma competição de mercado onde a busca por uma melhor eficiência produtiva é fundamental.

O presente artigo trata de um estudo de caso em uma indústria de cobre localizada na Bahia, aqui chamada de empresa X que, observando esse cenário, passou por uma grande atualização tecnológica em 2013 onde elevou sua capacidade produtiva em 20%. Essa atualização tecnológica está diretamente relacionada a utilização das chapas de inox. Anteriormente a empresa utilizava chapa que passava por três estágios até se tornar produto. Esse tipo de operação demandava excesso de recursos, tanto humanos quanto de equipamentos, com atividades ergonomicamente inadequadas e um excesso de operações de movimentação e transporte de materiais.

O contexto de aumento de eficiência, melhoria na utilização dos recursos está associado, na nova ordem do ambiente industrial, com o *Lean Manufacturing*. O *Lean Manufacturing* é uma filosofia, onde suas ferramentas, metodologias e cultura, vem cada vez mais sendo disseminadas em outros tipos

de indústria. A indústria automobilística, através da Toyota, apresentou os benefícios para o mundo e desde então as outras indústrias vem aceitando o desafio desta filosofia dentro das suas próprias fronteiras.

O trabalho realizado na empresa X relacionado a utilização das chapas de inox é feito utilizando-se de recursos escassos e sequer há um trabalho direcionado a esse tipo de atividade, portanto este artigo científico apresenta a seguinte questão investigativa: *Como o mapeamento do fluxo de valor pode impactar positivamente no resultado da manutenção de chapas de inox para a produção de cobre em uma indústria?*

A partir do problema de pesquisa, objetivo geral do projeto é apresentar como se realiza o mapeamento do fluxo de valor em atividade de apoio, nesse caso a manutenção, para ferramentas utilizadas na produção de cobre de uma indústria desse segmento.

O objetivo desse trabalho divide-se, para o entendimento do tema e da sua aplicação, da seguinte forma:

- a) Apresentar a fundamentação teórica sobre o mapeamento do fluxo de valor como ferramenta *Lean Manufacturing*;
- b) Explicar como funciona o processo de manutenção da chapa de inox, seu fluxo e as oportunidades de melhoria observadas;
- c) Elaborar e explicar o mapeamento do fluxo de valor do estado atual e futuro para a manutenção da chapa de inox na empresa X;

O referencial teórico a ser utilizado nesse trabalho permeia os ensinamentos propostos, primeiramente por Gil (2002) e Marconi e Lakatos (2017) no que se refere a fundamentação metodológica para a elaboração de um projeto de pesquisa. Rother e Shook (2012), Meyner (2019) e Dumser (2017) serão utilizados para fazer uma abordagem ao MFV. As atividades de apoio, no caso desse trabalho, a manutenção, será abordada no intuito de realizar a definição, utilizando-se Slack et al. (1999), Kardec e Nascif (2009) e Lafraia (2011). Outros autores serão abordados para sustentação do tema central.

Visto a possibilidade de atuação agregando a teoria e a prática na empresa X onde a maior parte do corpo de engenharia está direcionada a processos químicos e metalúrgicos, o ambiente produtivo de manutenção, é ainda mais desafiador, quebrando assim um paradigma dissociável da área fabril. Isso faz com o trabalho tenha uma relevância para toda a indústria metalúrgica do cobre bem como a processos industriais complexos que usualmente carecem da filosofia do *Lean Manufacturing*

A coleta de dados feita na área operacional, a entrevista com os operadores e a observação exaustiva do objeto de estudo caracterizam esse trabalho como um estudo de caso de acordo com Gil (2002).

Esse artigo está dividido em 5 capítulos. Além da introdução e da conclusão, esse artigo apresenta o Capítulo 2, onde serão abordados os principais autores sobre o tema desse artigo bem como definir os dois dos principais assuntos do tema, a atividade de apoio manutenção e o MFV. O Capítulo 3 trará a fundamentação metodológica, onde será definido a metodologia utilizada para a construção do artigo, segundo os princípios de projeto de pesquisa. O Capítulo 4 fará a abordagem do problema de pesquisa bem como atenderá aos objetivos descritos, utilizando o negócio do cobre e uma de suas atividades como ponto focal do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de manutenção é bastante difundido pelos principais autores do tema. Segundo Kardec e Nascif (2009) o conceito atual de manutenção se baseia no binômio disponibilidade e confiabilidade seguindo valores que determinam a sustentabilidade do negócio, envolvendo: segurança, preservação do meio ambiente e custo adequados. Ainda sobre esse conceito, os autores exemplificam que o objetivo da manutenção não é preservar o equipamento e sim todo o sistema.

De acordo com Lafraia (2011) a manutenção pode ser classificada de duas formas: corretiva e preventiva. A manutenção corretiva é definida pelo autor como sendo as ações voltadas para retomada de um sistema em estado falho para o estado operacional ou disponível. Já a manutenção preventiva é definida pelo mesmo autor como sendo responsável por manter o sistema operacional ou disponível prevenindo a ocorrência de falhas.

Para condições de operação a manutenção pode estar associada como um fornecedor interno de serviço, principalmente quando essa é realizada pela operação. Segundo Slack et al. (1999), a expressão fornecedor e cliente interno pode ser usada para definir microoperações, onde essas são partes menores das operações que fornecem uma entrada para o processo seguinte e assim por diante até que o seu resultado chegue ao cliente externo. A figura 1 abaixo retrata esse ambiente de produção e a quantidade de microoperações.

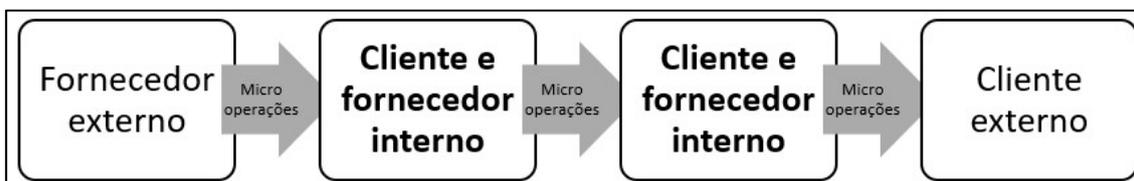


Figura 1 – Relacionamento entre fornecedores e consumidores internos.

Fonte: (Adaptado de SLACK et al., 1999)

Ainda Segundo Slack et al. (1999), o fundamento de relacionamento interno de fornecedores e clientes ajuda a assegurar o atendimento às expectativas dos clientes externos. Esse tipo de abordagem é fundamental para ter essa relação de atendimento pleno aos critérios de todas as microoperações, fazendo com que o fluxo funcione como uma engrenagem de compartilhamento de padrões operacionais bem definidos e claros.

Uma ferramenta de uso simples e prático é o Mapeamento do Fluxo de Valor, ou MFV, que segundo Rother e Shook (2012) é preciso apenas de objetos simples para que seja possível desenhar, enxergar e entender o fluxo de informações e materiais na medida em que o produto segue suas etapas até o cliente externo ou interno. Para Dumser (2017) o mapeamento do fluxo de valor envolve representar uma tríade de: operações, fluxo de informações e processamento de dados na forma de diagramas de maneira que se tenha uma visão geral e realista do processo.

Para iniciar o MFV, de acordo com Rother e Shook (2012) é necessário escolher uma família de produtos priorizando àqueles que são os mais importantes para o cliente. Em alguns casos o produto é único, o que permite o esboço do mapeamento realizado sobre o processo que o gera. Ainda segundo Rother e Shook (2012) as etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor estão descritas na Figura 2 abaixo.



Figura 2 – Etapas iniciais do Mapeamento do fluxo de valor.

Fonte: (ROTHER E SHOOK 2012)

Dessa maneira, após a seleção da família de produtos, que são os diferentes tipos de produto que passarão pela linha de produção, é necessário, de acordo com Rother e Shook (2012) desenhar o mapa do estado atual no chão de fábrica, acompanhando o fluxo do material e das informações, entendendo como o processo funciona. As ideias de melhoria do estado futuro virão à medida que você desenha o estado presente e inicia a coleta dados. No final haverá um plano de trabalho que permitirá o alcance de estados futuro com uma melhor eficiência produtiva. O processo de revisão constante dos estados atuais permite uma melhoria contínua do processo com foco no cliente com o objetivo de atender a todos os seus principais requisitos.

Para desenhar o mapa atual de acordo com Anexo A é necessário, segundo Rother e Shook (2012), seguir os seguintes passos: (1) Ir para a área objeto de estudo com um lápis e um papel branco; (2) Começar com a informação do seu cliente, sobre qual a sua demanda; (3) Desenhar os processos básicos; (4) Inserir informações nos processos básicos, como: tempo de ciclo, tempo de troca, disponibilidade, tamanho dos lotes de produção, número de operadores, número de variações do produto, tamanho da embalagem, tempo de trabalho, taxa de refugo; (5) A medida que se percorre o fluxo de valor, enxergar os pontos em que há acúmulo de material semiacabado; (6) Desenhar o fornecedor de peças e qual a sua frequência de entregas; (7) Desenhar o fluxo da informação em formato de seta; (8) Identificar qual o tipo de movimento dos materiais dentro do sistema; (9) Traçar a linha do tempo do produto em dois patamares. Onde o patamar superior são os itens parados no processo e que geram estoque e os itens no patamar inferior são os itens que agregam valor ao produto ou que não agregam, mas que são necessários.

Segundo Meyner (2019), as etapas para o MFV são: (1) Definir um time multidisciplinar que além de operações inclua processos, qualidade, logística, controle de produção, máquinas, etc; (2) Estabelecer o foco do mapa numa única família de produtos; (3) Definir qual a amplitude do mapa; (4) Definir o mapa do estado atual, considerando a demanda do cliente; (5) mapear o fluxo de

processo, de materiais e os principais dados e a linha do tempo no fluxo de valor;
(6) Desenhar o mapa do estado futuro com as técnicas de melhoria propostas.

De acordo com Rother e Shook (2012) a forma de se calcular cada um dos itens mencionados nas etapas para a criação do MFV é a seguinte:

1. Tempo de Ciclo (T/C): Frequência de saída de peças. O intervalo compreendido entre a saída de uma peça de um processo e a próxima saída desse mesmo processo.

2. Lead Time (L/C): Tempo que uma peça leva para passar por um processo do início ao fim.

3. Lead Time no Estoque: Quantidade de peças nos estoques iniciais, intermediários e finais divididos pelo pedido diário do cliente.

É possível verificar a construção de todas as etapas no Anexo A, onde um exemplo de um MFV é feito. Para se determinar o mapeamento do estado futuro de maneira que os processos fiquem mais enxutos Rother e Shook (2012) separou essa melhoria em 6 passos, descritos a seguir:

1. Produzir de acordo com a demanda;
2. Desenvolver um fluxo contínuo;
3. Criar um sistema puxado de produção;
4. Selecionar um processo puxador;
5. Quando aplicável, nivelar um mix de produção;
6. Nivelar um volume de produção;
7. Desenvolver a habilidade de fazer toda peça todo dia.

De acordo com Slack et al. (1999), a manufatura em fluxo contínuo está relacionada a fazer com que o material percorra o processo de um estágio para outro sem intervalos e sem que o item fique em espera. Esse fluxo pode ser feito de maneira controlada para que os recursos não fiquem ociosos ou acumulados e não frustre a expectativa demandada pelo cliente.

O sistema puxado de produção, de acordo com Slack et al. (2002) faz com que a atividade seguinte gere um ritmo de produção de forma que as atividades anteriores não produzam sem que a atividade cliente esteja disponível para operar. Segundo Rother e Shook (2012), é necessário determinar qual será atividade que irá puxar o sistema até que o produto seja direcionado ao cliente final. Essa atividade vai gerir o ritmo de produção das atividades anteriores.

A partir das orientações para criar um fluxo Lean de acordo com MFV, Rother e Shook (2012) introduzem uma sistemática de implantação do estado futuro do fluxo de valor, que tem como objetivo destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las através da implantação de ações de correção. Nesse contexto, os autores listaram questões-chave para a implantação do fluxo *Lean* de valor:

1. Qual é o tempo *takt*? De acordo com o mesmo autor, o tempo *takt* é calculado considerando o tempo disponível de trabalho em relação à demanda do cliente.

2. Você produzirá um supermercado de produtos acabados ou acumularão estoque? Os supermercados são estoques controlados que estão diretamente relacionados a satisfação do cliente. É um local onde não poderão faltar itens e que os itens são repostos no momento oportuno.

3. Onde você pode usar o fluxo contínuo? O fluxo contínuo está diretamente relacionado ao tempo *takt* e nele o tempo das atividades que fazem parte do processo são medidos para que se permita uma equidade entre o relacionamento das etapas ao longo do fluxo de valor sem que se acumule produtos, semiacabados ou não, entre estas etapas.

4. Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados? Os sistemas puxados dependem da etapa seguinte dentro do processo estar disponível para receber a sua demanda.

5. Onde será o ponto puxador em que será programada a produção? O sistema puxado determina qual o processo irá reger o fluxo produtivo e de uma

maneira geral está vinculado ao processo fundamental e mais próximo ao fim do fluxo de valor

6. Como será nivelado o *mix* de produção? Os ambientes produtivos podem ter mais de um item, isso deve ser nivelado da melhor maneira possível para que o sistema tenha menos desperdícios.

7. Qual incremento de trabalho será liberado de maneira uniforme do processo puxador? O incremento do trabalho determinará a frequência que os processos interagirão para que o processo atenda ao tempo *takt*.

8. Quais as melhorias necessárias do processo para fazer com que o fluxo se torne *Lean*? Quando algum dos processos sobrepõe o tempo *takt* é necessário aplicar técnicas de *Kaizen*, que segundo Hornburg (2009) - é uma ferramenta de melhoria contínua focada em eliminação de desperdícios relacionado a melhoria no processo - para reduzir o tempo até que ele seja menor do que o tempo *takt*, já que o *takt* determina o atendimento ao cliente.

Após todos os processos definidos e assegurados é necessário desenvolver os *Kaizens* a fim de reduzir os desperdícios e melhorar o processo.

Visto o referencial teórico necessário para compreender o tema e o objetivo ao que esse artigo se propõe, será apresentada a fundamentação metodológica utilizada para a construção do presente projeto de pesquisa.

3. REFERENCIAL METODOLÓGICO

O referencial metodológico utilizado neste trabalho segue a metodologia de estudo de caso. Creswell (1994) define o estudo de caso como uma pesquisa aprofundada de um processo, onde se utiliza de uma coleta detalhada de informações e dados, sendo esse segundo baseado em procedimentos limitados no tempo. O estudo de caso é complementado por uma pesquisa bibliográfica, definida por Gil (2002) de tal forma que o pesquisador recorra a artigos, livros, enciclopédias e similares para coletar dados que fundamentem e enriqueçam a sua pesquisa a partir de materiais e documentos publicados anteriormente.

Segundo Gil (2009), o estudo de caso é baseado numa série de características essenciais, e que, portanto, não possui uma definição única. Isso faz com que essa metodologia possua peculiaridades intrínsecas somente a ela. Ainda segundo o autor, as características que definem o estudo de caso são as seguintes:

1. É um delineamento de pesquisa e não pode ser tratado como método, técnica e estratégia para coleta de dados;

2. Preservar o caráter unitário do fenômeno pesquisado, mesmo que esse unitário seja um grupo formado por características parecidas, como: grupo, programa, processo etc.

3. Investigar um fenômeno contemporâneo;

4. Não distingue o fato do seu contexto;

5. É um estudo profundo que não se baseia em padrões. Entrevistas e outros itens dessa metodologia são feitos baseado na experiência do pesquisador bem como no seu conhecimento sobre o fenômeno abordado;

6. Necessita de múltiplos procedimentos para coleta de dados;

A participação dos operadores através de entrevistas, coleta de dados através de formulários específicos desenvolvidos por líderes de operação, ações na área produtiva, observação da rotina, e foco no processo do objeto de

pesquisa caracterizam esse trabalho como sendo um estudo de caso típico da indústria de manufatura.

Os estudos de caso seguem uma metodologia bastante clara a respeito da sua formação textual, partindo desde o plano até a elaboração do relatório, e entre esses há outras etapas não menos importantes (Gil, 2009).

1. Como escolher um tema de pesquisa;
2. Como preparar o problema;
3. Como definir os objetivos;
4. Como determinar o levantamento teórico;
5. Como classificar o estudo;
6. Como selecionar o caso para estudo;
7. Como e quais serão as técnicas de coleta de dados;
8. Como elaborar o protocolo;
9. Como preparar o estudo piloto.

Segundo Gil (2009), esse tipo de estudo de caso é definido como descritivo, onde o pesquisador se preocupa em, além de detalhar o fenômeno, identificar suas múltiplas manifestações.

A coleta de dados, nesta pesquisa científica utilizou técnicas de entrevistas, além de outras como a observação e análise documental, o que permite, segundo Gil (2009), um resultado com dados confiáveis. Marconi e Lakatos (2017) definem que o método utilizado para entrevista foi a despadronizada não dirigida, onde há liberdade total do entrevistador e do entrevistado de modo que o indivíduo que responde às perguntas é incentivado pelo entrevistador a enriquecer o estudo do fenômeno.

Marconi e Lakatos (2017) define que os objetivos das entrevistas é a obtenção de informações sobre os problemas.

A observação, mais uma técnica definida por Gil (2009), é sistemática, pois nesta pesquisa o pesquisador é envolvido no ato de observação de maneira estruturada para abordar o fenômeno estudado. Para Marconi e Lakatos (2017), na observação sistemática, o observador sabe o que procura e o que deve dar a devida importância, eliminando condições de interferência sobre a pesquisa.

Dos documentos, a utilização de formulário é um deles e Marconi e Lakatos (2017) define-o como um contato direto com os envolvidos onde esse é questionado e o resultado é registrado. Essa foi uma forma de obter resultados mensuráveis das práticas operacionais.

Os dados serão analisados utilizando-se de ciência teórica existente sobre o assunto. Isso permitirá uma abordagem de processo quantitativa através de dados expostos em gráficos e figuras que funcionam como um fluxograma e que segundo Gil (2009) caracteriza como um modelo analítico clássico.

De uma maneira geral, segundo Gil (2009), a estrutura desta pesquisa, bem como suas condições de criação, e as partes envolvidas nesse processo, caracterizam esse projeto de pesquisa como sendo um estudo de caso típico para a introdução do fenômeno, a revisão bibliográfica e metodológica dos fundamentos exigidos, descrição e interpretação dos dados e conclusão.

4. ANÁLISE DE DADOS

O MFV é utilizado como ferramenta para diminuir e acelerar o fluxo do processo agregando o valor durante toda a cadeia produtiva. Neste âmbito, este estudo apresenta uma análise do mapeamento do fluxo de valor que foi aplicado no processo de manutenção da chapa de inox utilizada no processo de produção do cobre na empresa X. Essa etapa do processo tem como entrada chapas danificadas que são processadas e depois retornam para que sejam utilizadas novamente pelo cliente interno.

4.1 O Mapeamento do fluxo de valor como ferramenta Lean

De acordo com Martins e Laugeni (2005) a empresa de classe mundial é aquela em que o cliente é fator primordial entre todos os seus fatores, possuindo indicadores que a destacam positivamente se comparada com os seus concorrentes do mesmo tipo de negócio. O MFV, portanto, é uma ferramenta capaz de trabalhar nos desperdícios e buscar dessa forma atender às expectativas dos clientes, partindo do princípio que ao atender de maneira consistente àqueles que são os clientes internos, inevitavelmente atenderá àqueles externos.

O MFV, quando aplicado permite a eliminação de alguns desperdícios que são os principais desafios para que a empresa atinja suas metas dentro de seus processos e permita torná-los o mais eficiente possível. Ohno (1997) determina que os 7 desperdícios principais encontrados na produção são:

- Desperdício da superprodução, que está associado a se produzir mais do que os clientes, internos ou externos, demandam;
- Desperdício de transporte, onde a movimentação em excesso de materiais impede o fluxo *Lean* do processo;
- Desperdício de processamento, normalmente associado ao se trabalhar em uma peça, material ou equipamento sem necessidade;

- Desperdício da fabricação de produtos defeituosos, onde produzir de maneira correta da primeira vez é o objetivo, impedindo que o produto com defeito seja levado a processos seguintes e, nesse sentido, haja emprego de recursos desnecessários;

- Desperdício por estoques excessivos. Estoques são financiamentos onde a empresa emprega recursos financeiros para manter parado um recurso que poderia estar sendo investido e gerando retorno;

- Desperdício de movimento, que são movimentos desnecessários executados pelos recursos utilizados no processo produtivo;

- Desperdício de espera, associado ao tempo improdutivo dos recursos;

Esses são os principais desperdícios encontrados nos processos produtivos. Na manutenção das chapas de inox da indústria do cobre ocorre da mesma forma. Reduzindo e monitorando-os é possível atingir padrões de excelência nessa etapa do processo produtivo.

4.2 O Processo de manutenção da chapa de inox

A manutenção da chapa de inox é um processo de suporte a produção para o refino de cobre. Esse processo é realizado como uma rotina operacional que tem como objetivo disponibilizar chapas que possam ser utilizadas no processo de produção do cobre.

As chapas danificadas são identificadas na produção durante o final do ciclo produtivo (1) e enviada ao setor de manutenção, onde ficam empilhadas (2). Essas chapas necessitam passar por uma limpeza com água quente (2). As chapas possuem bordas plásticas que após a lavagem são postas sobre bancadas e com o uso de lixadeira industrial, martelo e talha manual, são removidas (3). Primeiramente é passada a lixadeira na borda e logo após é feita a remoção com martelo e talhadeira manual (3). Após essa atividade a chapa é verticalizada com uso de martelo de borracha (3). A chapa sem a borda é colocada em uma máquina extrusora para que a nova borda, de um ou ambos os lados, sejam extrudadas (4). Essas chapas então são acumuladas em

conjuntos de 44 chapas para a produção (5). Após a montagem das 44 chapas essas são postas manualmente numa ponte rolante para o transporte até a produção (6). O fluxo da manutenção da chapa de inox está descrito na Figura 3 abaixo.

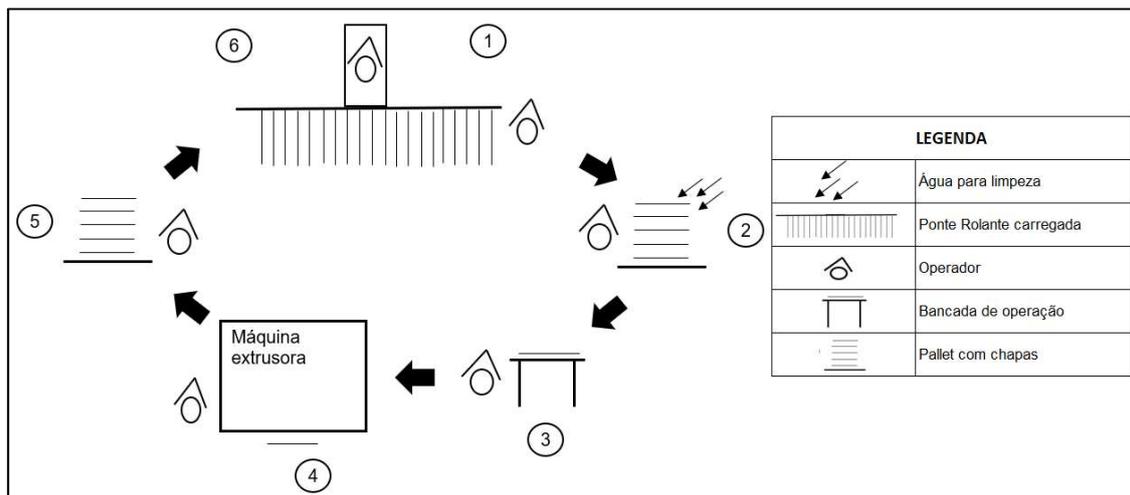


Figura 3 – O ciclo da manutenção da chapa de inox.

Fonte: o autor.

O processo de manutenção das chapas é realizado em turno administrativo por dois operadores. Por questões ergonômicas, devido a chapa pesar trinta e cinco quilogramas, toda movimentação manual de chapa em que seja necessário carregá-la sem apoiá-la é realizada por dois operadores. Esse processo de manutenção está de acordo com a Figura 4 abaixo.

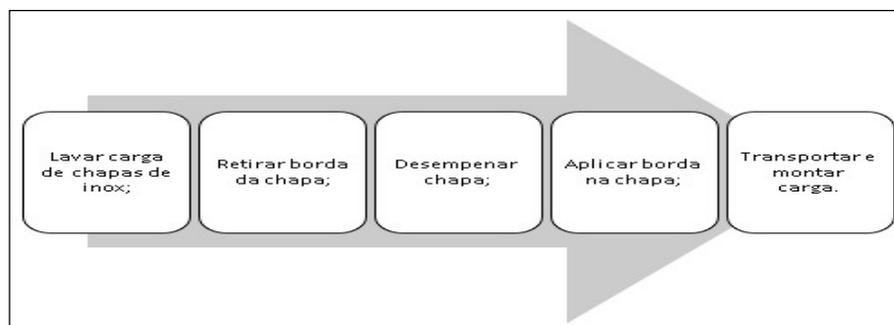


Figura 4 – Processo de recuperação da chapa de inox.

Fonte: o autor.

As atividades possuem os tempos de ciclo médio de acordo com a Tabela 1 abaixo. Esses tempos foram considerados para a realização do mapeamento do fluxo de valor através de observação de campo e documentos que possuem registros de outras medições realizadas em outros momentos. Outras informações como disponibilidades foram retiradas através de pesquisa documental e observações, as entrevistas informais foram realizadas durante duas semanas para a coleta de informações provenientes exclusivamente dos operadores mais experientes do processo. Um com cerca de cinco anos na atividade e outro com cerca de 3 anos. O tempo de ciclo foi medido em segundos, a disponibilidade dos operadores e equipamentos está em 75%, o turno é computado em regime administrativo de 8 horas com 21.600 segundos disponíveis. O tempo disponível é produto da disponibilidade pelo turno de operação.

Atividade	Tempo de ciclo (s)	Disp. (%)	Turno disponível (h)	Tempo disponível (s)
Lavar Carga,	50	75%	1 turno de 8 h	21.600
Retirar borda e desempenar	390	75%	1 turno de 8 h	21.600
Colocar borda	300	75%	1 turno de 8 h	21.600
Montar e transportar	60	75%	1 turno de 8 h	21.600

Tabela 1 – Dados de operação das atividades que compõem o processo de manutenção da chapa de inox

Fonte: O autor

Algumas atividades estão postas em conjunto devido a não existir estoques intermediários entre as estações de trabalho, que são interrupções que não garantem a fluidez durante a produção.

Em um cenário de interrupções de processo produtivo, com baixa produção e sem análise de todas as atividades que compõem essa cadeia, o MFV aparece como uma ferramenta onde será possível enxergar os

desperdícios dessas atividades com o intuito de garantir a total disponibilidade de chapas de inox que a produção necessita.

Visto o processo da manutenção da chapa de inox, no próximo tópico será elaborado e explicado o Mapeamento do fluxo de valor para esse processo com o objetivo de atender aos objetivos desse trabalho.

4.3 O Mapeamento do fluxo de valor para a manutenção da chapa de inox.

Durante a abordagem do processo foram seguidas as orientações de acordo com Rother e Shook (2012) e as etapas compreendidas durante o acompanhamento da realização das atividades na produção foram:

1.A atividade foi realizada por duas semanas acompanhando toda a rotina operacional desde a origem das chapas até o seu retorno para a operação. A medida que se percorria a produção realizava-se anotações pertinentes, como: tempo de ciclo, buscava-se informações em documentos para determinar a disponibilidade bem como outras entrevistas com líderes operacionais para saber o regimento de turno empregado na área.

2.A demanda do cliente: o cliente estava passando por necessidade com relação a sua principal ferramenta de produção e buscava-se uma produção com base na capacidade produtiva da máquina que produz as bordas de polímero para a chapa de inox. De acordo com Ritzman e Krajewski (2004) a atividade considerada restritiva para o processo é a que determina a sua capacidade. Considerando que a máquina opera por um turno com disponibilidade de 75% e possui um ciclo de 300 segundos, a sua capacidade produtiva é de 72 chapas/dia. Essa capacidade determina também a demanda do cliente. A atividade que consta 390 segundos por ciclo não é o gargalo devido a mesma ser realizada por mais de um operador e a sua capacidade ser definida por questões operacionais e humanas. Ações imediatas para essa atividade foram implantadas e podem ser vistas no estado futuro do MFV.

3.As caixas de processo tomaram forma e nela foram inseridas informações como: tempo de ciclo, disponibilidade e tempo disponível em

segundos. Foram também desenhados os pontos de atenção para interrupções de fluxo e acúmulo de material semiacabado. Os fluxos do processo, empurrando para o processo seguinte e a quantidade de operadores disponíveis.

4. Na linha do tempo do processo foi traçado os patamares de produção para os tempos que agregam valor ao produto e o que não se agrega valor ao produto.

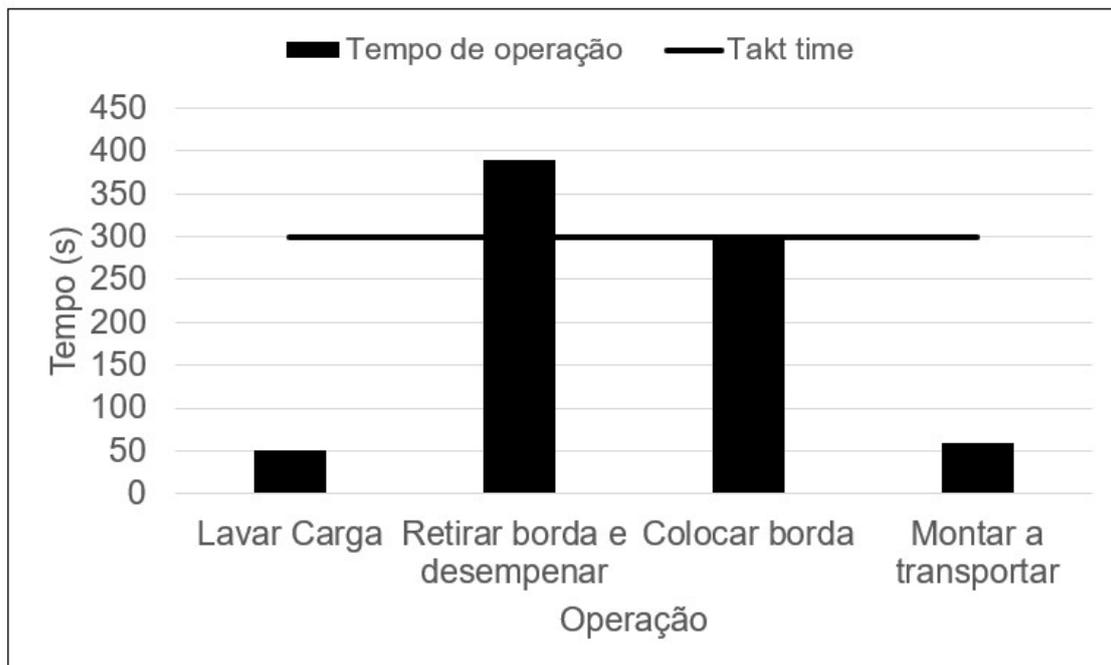
Todas essas anotações básicas sobre o MFV do estado atual do processo podem ser vistas na Apêndice A.

No momento que se percorria o sistema era praticada a observação e a entrevista informal, no intuito de ter ganhos para a realização das atividades, as quais ações poderiam ser imediatas. Perguntas do tipo: Como ganhar tempo na operação da máquina que põe as bordas? Como melhorar o fluxo na manutenção das chapas? Por que as chapas estão acumuladas nesse ponto? Todas essas perguntas foram consideradas para a determinação dos *Kaizens* de processo.

A próxima etapa, no intuito já de se partir para o desenho do MFV do estado futuro, algumas perguntas necessitavam ser respondidas com base nas questões chave para implantação do fluxo *Lean* do processo.

Para o processo objeto de estudo desse artigo os itens aplicáveis estão associados aos itens 1, 3, 4 e 8 comentados no Capítulo 1 para aplicação do *Lean* de valor. Os demais itens que seriam aplicáveis em próximas etapas do mapeamento do fluxo de valor do estado futuro.

1. O tempo *takt* é de 300 segundos. Isso implica que todas as atividades que compõem o processo devem ficar abaixo dos 300 segundos definidos pela capacidade da máquina para garantir que uma peça saia para o atendimento do cliente. Observe como o gráfico 1, abaixo, retrata a situação.

Gráfico 1: Tempo de ciclo e tempo *takt* do processo de recuperação de chapa

Fonte: O autor.

3. Na recuperação da chapa de inox é necessário aplicar o fluxo contínuo, pois as estações de trabalho precisam ser conectadas a fim de não gerar acúmulos de estoques intermediários. Esses estoques intermediários impedem a avaliação da situação real do problema, falta de espaço, já que são chapas empilhadas e acabam tornando o ambiente apertado e com movimentações de carga desnecessárias. O Gráfico 1 retrata a necessidade de balanceamento da mão de obra e das atividades.

4. É necessário introduzir sistemas puxados com prateleiras de estoque no ponto anterior à operação gargalo. Essa operação é a atividade de colocar borda na chapa de inox. Isso fará com que haja garantia em caso de ausência do operador por um motivo externo. Isso aumentará a taxa de utilização da máquina e diminuirá o risco de ociosidade devido a falta de chapas para aplicação da borda.

8. No Apêndice A, do MFV do estado atual foi possível identificar oportunidades de melhoria através dos *Kaizen*. Algumas delas resultados de

ações imediatas permitiram uma melhoria identificada no Apêndice B, onde é possível observar o MFV do estado futuro.

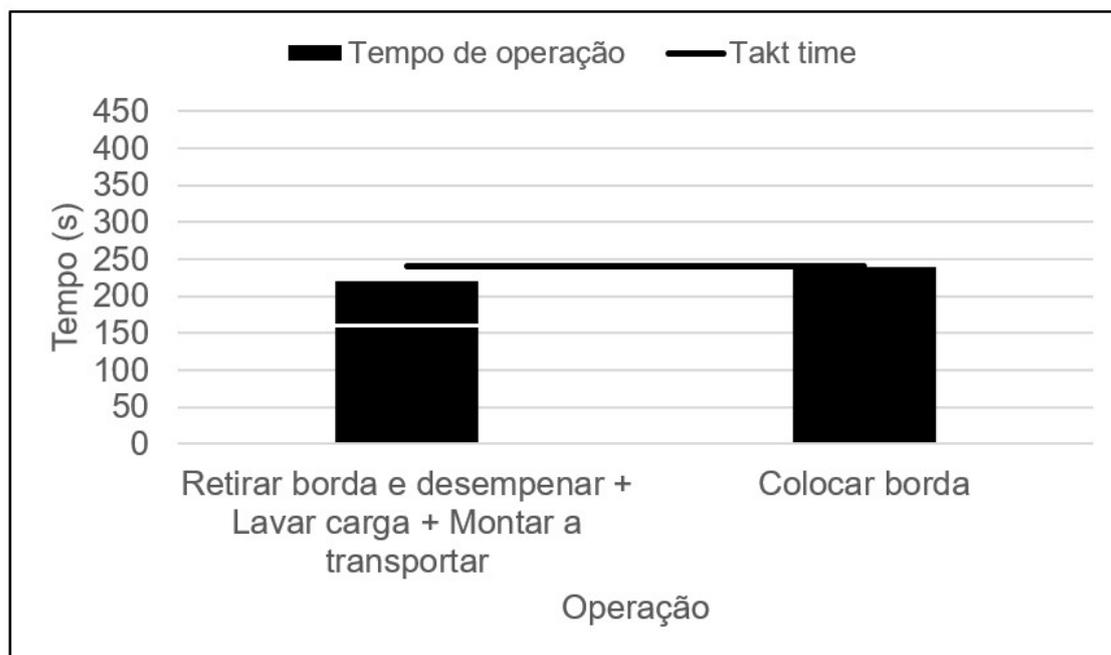
Nesses *Kaizens*, houve algumas melhorias sugeridas pela própria operação. A criação de uma nova ferramenta para a remoção da borda após a aplicação da lixadeira a partir de uma ferramenta já utilizada em outro processo produtivo. A utilização da máquina para aplicação de borda para inserir a borda em apenas um lado da chapa, que reduziu em média o tempo de ciclo, visto que nem todas as chapas apresentavam defeitos em ambos os lados. Redução no tempo de reabastecimento da máquina, levando para fora o silo contendor da matéria-prima, onde reduziu os tempos de parada da máquina para reabastecimento. Utilização de carro específico para acomodação e movimentação das chapas, que reduziu o trabalho de desempenho na estação de remoção de borda.

Para limitar os estoques intermediários foram reutilizados cavaletes para acomodação das 44 chapas após duas atividades. Esses cavaletes permitem uma retirada de carga única com a ponte rolante do processo produtivo. Quando é completada a carga o operador aciona uma sinalização para o processo produtivo de cobre que retira a carga completa e leva para o retorno à operação.

O balanceamento das operações com as melhorias implantadas possibilitou resultados que estão destacados no Gráfico 2 abaixo. Os dois operadores passaram a realizar todas as atividades em células de operação. A operação conjunta possibilitou um melhor fluxo e uma redução no acúmulo de estoques intermediários. O operador que aguardava pela chapa para atuar reduziu seu tempo ocioso.

Após o planejamento e o desdobramento das análises, o gráfico do balanceamento das operações permitiu que a atividade tivesse um desdobramento refletido em melhorias.

Gráfico 2: Balanceamento das operações do mapeamento do fluxo de valor



Fonte: O autor.

O Apêndice B apresenta o MFV do estado futuro. As melhorias resultado do *Kaizen*, o Balanceamento da produção e a seleção de um melhor método de manutenção foram imprescindíveis para aperfeiçoar o processo de maneira a atingir os seguintes resultados: redução no *lead time* em 56,19%, redução no tempo de ciclo da atividade de retirar a borda e colocar a borda em 59,74% e 20% respectivamente.

O MFV foi apresentado, evidenciando a sua aplicação, tanto no estado atual como no estado futuro. Essa ferramenta foi aplicada para a manutenção das chapas de inox na Empresa X onde o processo explicado e as oportunidades de melhoria foram observadas e implementadas, gerando os resultados supracitados.