

# INVESTIGAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA FÁBRICA DE PREGOS

William Evangelista da Silva

Engenharia de Produção – UFRGS – williamevangelista2@gmail.com

Tarcisio Abreu Saurin

Engenharia de Produção – UFRGS – saurin@ufrgs.br

## Resumo

*Trabalho realizado em uma fábrica de pregos de uma siderúrgica multinacional com o objetivo de investigar o mapeamento do fluxo de valor nessa fábrica. Para a elaboração desses mapas e a estruturação dos planos de melhorias necessários, foram convocados profissionais de todas as áreas envolvidas: Vendas, S&OP, Produção e Logística durante 60 semanas. Os produtos dessa investigação foram dois mapas, sendo um deles representado do estado atual da fábrica, chamado de Mapa do Estado Inicial e o segundo representando o estado futuro da fábrica, depois do Plano de Melhorias, chamado Mapa do Estado Futuro. A investigação permitiu a reduções de estoque e WIP, melhoria no atendimento ao cliente e utilização dos equipamentos, além da realocação de três funcionários para outras funções.*

**Palavras chave:** Mapeamento do fluxo de valor, redução de perdas, Sistema Toyota de Produção, Melhoria.

## 1. Introdução

Com o atual ambiente competitivo, empresas vêm adotando diversas práticas do Sistema Toyota de Produção (STP), com o objetivo de aumentar a produtividade, a qualidade, reduzir *lead time* e *work in process*. Essas práticas, quando aplicadas de forma isolada no contexto das empresas, podem não trazer os resultados esperados. De fato, o Sistema Toyota de Produção, tem como objetivo a melhora da eficiência da produção além da redução das perdas (WOMACK; 2006). Para fazer um diagnóstico de seus processos, é necessário que uma empresa conheça completamente seus fluxos de materiais e informações, o que pode ser obtido, por exemplo, através de um Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

O fluxo de valor da empresa deve ser enxergado como um todo, isto é, não só em etapas onde há agregação de valor (CANTIDIO; 2009). Para tanto, Rother & Shook (1998) desenvolveram um método simples e visual que mostra todas as etapas do fluxo, facilitando a distinção entre processos que agregam valor ao produto, aqueles que simplesmente são necessários para sua produção e por fim aqueles que não agregam valor e também não são necessários para o produto e devem ser eliminados. O MFV é uma ferramenta prática que faz um diagnóstico inicial do sistema de manufatura e ajuda a identificar onde aplicar práticas do Sistema Toyota de Produção, tais como troca rápida de ferramentas e estoques do tipo supermercado (SAURIN; RIBEIRO; MARONDIN, 2010). Deste modo, um dos primeiros passos da transformação *lean* de uma empresa costuma ser a construção do mapa do fluxo de valor e também a aplicação de melhorias no mesmo.

O Mapeamento do Fluxo de Valor é constituído basicamente de quatro etapas (ROTHER; SHOOK, 1998): Identificação das famílias de produtos; Desenho do Mapa do Estado Inicial; Desenho do Mapa do Estado Futuro e por fim um Plano de implementação das melhorias.

Dessa forma, o objetivo do trabalho é mostrar onde devem ser dispostos mais recursos do sistema produtivo para melhor atendimento do cliente (atendimento às ordens de produção) e uma melhor tomada de decisões (trocas de bitola e ajuste do nível de estoque intermediário), evitando erros operacionais. Tal objetivo está diretamente ligado ao pensamento de redução do princípio de não custo (SHINGO, 1996). Tem-se por prioridade deixar o fluxo de trabalho voltado totalmente ao cliente, de forma a produzir com tempos mais parecidos com o *takt time* e também de forma mais contínua possível. Um segundo objetivo do trabalho é a diminuição do *work in process* (WIP), que no caso de pregos pode gerar perdas por oxidação além de representar uma boa quantidade de dinheiro.

Neste trabalho, o uso da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor é investigado em uma fábrica de pregos. O processo de fabricação de pregos consiste basicamente em três etapas, corte dos pregos, polimento dos pregos e empacotamento dos pregos.

Neste artigo foi apresentado o Mapa do Estado Atual de uma família de pregos produzidos na fábrica de pregos de uma siderúrgica multinacional do sul do Brasil e também o desenho do Mapa do Estado Futuro para esta mesma família de pregos, assim

como todas as etapas para a construção desses mapas e um plano de implementação das melhorias necessárias.

O artigo está dividido em cinco seções: introdução, referencial teórico, procedimentos metodológicos, resultados e discussões e por fim a conclusão. Na seção introdutória foi apresentado qual o contexto atual da problemática e também qual a importância do estudo para a empresa. No referencial teórico será apresentada toda teoria que embasa o estudo e o que já foi feito a respeito do problema. Para os procedimentos metodológicos está reservado explicar o que será feito no estudo e como será feito. Na discussão será apresentado um comparativo entre como era o processo anteriormente e como ele se encontra agora. Na conclusão, será avaliado tudo que foi feito, se as proposições realmente surtiram efeito e o que poderia ter sido feito de outra maneira.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Sistema Toyota de Produção**

O Sistema Toyota de Produção surgiu após a segunda guerra mundial com o objetivo de dar competitividade às empresas japonesas. Este sistema tem como sua principal ferramenta a redução de custos, o que para Ohno na indústria moderna deve ser entendido como aumento de eficiência, que deve ser feita por meio da eliminação de desperdícios, conhecidos como as sete grandes perdas (SHINGO, 1996). No presente artigo serão abordadas as seguintes perdas: superprodução, por estoque e por espera.

#### **2.1.1. Perda por superprodução**

Para Shingo e Ohno, as perdas por superprodução são divididas em dois tipos: quando se efetivamente produz mais do que o programado, gerando estoque para o sistema e quando se produz antes do programado, esta também conhecida por “perda por antecipação”. Perdas por superprodução podem ser utilizadas para suprir falhas ou falta de confiança nos processos ou fornecedores da empresa.

#### **2.1.2. Perda por estoque**

Estoques não agregam nenhum tipo de valor ao produto. Estocar produtos finais, matéria prima ou até mesmo produtos semiacabados para a ótica do Sistema Toyota de Produção é uma perda que deve ser eliminada. Um processo idealmente desenhado deve priorizar fluidez nas suas operações, isto é, operações integradas gerando um único fluxo. Estoques são largamente utilizados para absorver possíveis flutuações de mercado, porém podem acabar gerando custos desnecessários a empresa.

### 2.1.3. Perda por espera

Para Shingo, a perda por espera está dividida em dois tipos: espera por processo, que se refere a produtos aguardando algum tipo de processamento, por exemplo: um produto já cortado aguardando em uma fila para ser empacotado; e espera do lote, esta refere-se a espera de um produto aguardando outros para compor um lote, no caso desse artigo os lotes podem ser de 1500kg para pregos com cabeça, 900kg para pregos telheiros curtos e 750kg para pregos telheiros longos.

Também se pode considerar a perda por espera de duas formas alternativas: espera por equipamentos, devido à baixa utilização dos mesmos; e espera por trabalhadores, tendo como causa raiz o baixo nível de multifuncionalidade dos mesmos (PERGHER, RODRIGUES, LACERDA, et al. 2011).

### 2.1.4. Os princípios do Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção é uma metodologia que ações isoladas não geram os resultados esperados, existe uma lógica de aplicação do método que deve ser aplicada (Figura I). É necessário entender que a aplicação da metodologia trás resultados somente com disciplina e a médio/longo prazo. Para aplicação do sistema existem princípios a serem seguidos para garantia de resultados e sustentabilidade dos mesmos. (LIKER; MEIER, et al. 2006).

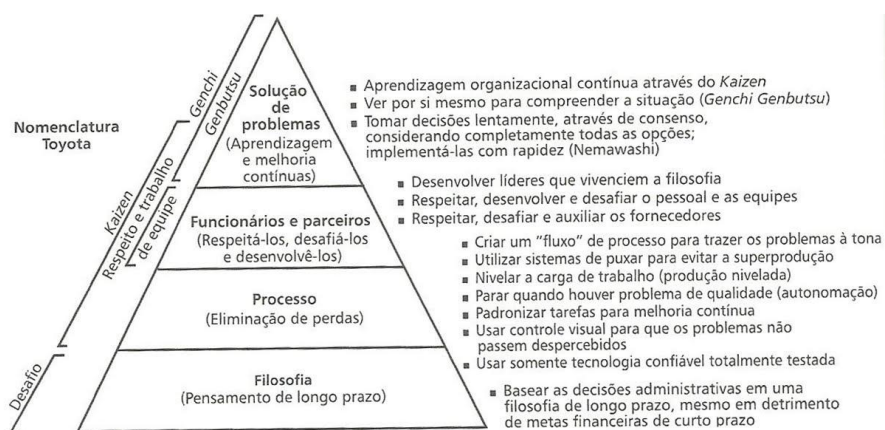


Figura I – Metodologia STP

Pensar a longo prazo, não tomar decisões apenas pensando em dinheiro. Trabalhar, crescer e alinhar a empresa com uma filosofia: “gerar valor”. Deve se gerar valor, para clientes, para acionistas, para a economia, essa deve ser a filosofia inicial da empresa.

Criar um fluxo contínuo que mostre os problemas, redefinir os processos de forma a ter um alto valor agregado, reduzir os tempos que os recursos (pessoas e máquinas) da empresa ficam ociosos. Criar um fluxo onde informações e objetos

tenham que se mover o mínimo possível de forma que pessoas que trabalham em um mesmo processo tenham proximidade para resolver problemas.

Reabastecimento de estoques de acordo com o consumo é a melhor forma de evitar superprodução. Fornecer aos clientes, o que eles querem, quando eles querem e na quantidade que eles querem é um dos princípios da produção puxada (método de produção adotado pela Toyota).

Desenvolver equipamentos que param ao encontrar problemas é uma boa maneira de assegurar a qualidade, e qualidade é valor para o cliente. O uso de *Jidoka* (máquinas com inteligência humana) é uma ferramenta consistente para prevenção de problemas em produtos, ao detectar uma falha a máquina sinaliza ao operador que necessita de algum tipo de assistência. Ao encontrar um problema deve se parar a produção até resolvê-lo.

Padronizar as melhores práticas dos processos é uma ótima forma de obter resultados estáveis e previsíveis. Além do que com um sistema de padronização adequado se torna muito mais simples a atividade de multiplicação do sistema produtivo.

Ajudar seus parceiros a se desenvolver é evoluir na cadeia que se está inserido. Os fornecedores devem ser tratados como uma extensão da empresa, todo e qualquer tipo de requisito deve ter suporte para ser atingido.

Para resolver os problemas, a melhor abordagem é indo até o *gemba*. Observar o que está acontecendo, conversar com as pessoas e tomar decisões baseadas no que foi observado. Dados verificados pessoalmente levam a maior entendimento do problema e assim uma conclusão mais embasada. No Sistema Toyota de Produção essa prática é chamada de *genchi genbutsu*.

Com os processos já estabilizados, deve se aplicar *kaizens* constantemente para eliminar as ineficiências que restaram. Manter todo o conhecimento na empresa é necessário, desenvolva sistemas de sucessões e padronização forte.

## **2.2. Mapeamento do fluxo de valor**

Mapas do fluxo de valor são mais do que simples desenhos mostrando um fluxo. É uma ferramenta que além de apontar desperdícios, é capaz de mostrar todo o fluxo pelo qual matéria prima e informações são submetidas. O mapeamento do fluxo de valor deve ser entendido como uma ferramenta que levará a uma melhoria do fluxo como um todo e não de um processo individualmente (LIKER; MEIER, 2006).

O Mapeamento do Fluxo de Valor é importante para uma empresa que visa competitividade. O MFV em conjunto com outras técnicas *lean* podem melhorar

massivamente outros indicadores fabris como: *work in process*, o valor em estoque da empresa, o *lead time*, produtividade entre outros. Além da melhoria dos indicadores, a inclusão de uma cultura voltada para o pensamento *lean* nas empresas é interessante, pois aprimora a percepção de outras possíveis perdas não tão visíveis e também pode ocasionar uma quebra de paradigma referente a perdas normais. O que vem ao encontro ao maior princípio do Sistema Toyota de Produção que é a perda zero.

Entender o fluxo pela ótica do cliente, isto é, ver o processo começando pelo final e terminando pelo recebimento de matérias primas, essa é a forma que um especialista em *lean* ataca um processo. Para um bom mapeamento de fluxo de valor, deve-se conhecer dados técnicos de processo, como por exemplo: *Pitch*, *Takt*, tempos de atravessamento, etc. Os mapas do fluxo de valor são classificados em: mapa do fluxo atual e mapa do fluxo futuro (ROTHER; SHOOK, 1998).

### **2.2.1. Escolha da família de produtos**

Deve se separar os produtos segundo os processos os quais são feitos, no caso desse artigo, as famílias serão separadas por afinidade entre as máquinas. Depois de feita a separação das famílias, deve se escolher a família que tenha maior valor para o objetivo a ser alcançado, para então dar segmento no trabalho.

### **2.2.2. Mapa do estado atual**

Este serve para mostrar o fluxo atual do processo, exatamente como ele é. Deve ser feito por uma equipe multidisciplinar que envolva todos os participantes do processo (ROLDAN; MIYAKE, 2004). Para esta etapa, despense-se tempo na identificação de todas as atividades, quem as realiza e quais são todos os tempos envolvidos. Para essas informações, deve se desenhar um mapa do estado atual, de acordo com a simbologia apresentada na Figura II. O mapa do estado atual é o *as is* do processo, sem apresentação de nenhuma melhoria por mais que possa parecer evidente, deve-se apenas identificar os desperdícios e atividades que não agregam valor ao produto. Para evitar desperdício de tempo, não tente detalhar as atividades, o principal objetivo dessa etapa é entender a condição atual do fluxo de materiais e informações.

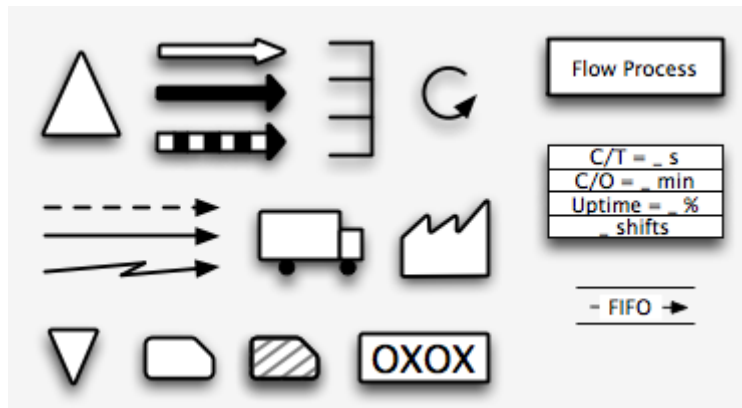


Figura II – Simbologia mapeamento do fluxo de valor

### 2.2.3. Mapa do estado futuro

Deve ser feito após análise do mapa do estado atual. Nessa etapa analisam-se possíveis melhorias no processo que eliminem os desperdícios, se esse não puder ser eliminado deve ser reduzido ao máximo. O foco do mapa do estado futuro é a erradicação de atividades que não agregam valor, as Sem Valor Agregado (VANZETTA, 2011). Com uma boa elaboração do mapa do estado futuro, visa-se a melhoria de indicadores de desempenho como: atendimento a ordem de produção, *lead time* e eficiência, por exemplo. O mapa do estado futuro é o *to be* do processo, isto é, já deve estar incorporado de todas as melhorias desenvolvidas durante o mapeamento.

Existem regras para se produzir de acordo com os princípios do MFV Rother & Shook (2003), essas regras devem ser atendidas durante a elaboração do Mapa do Estado Futuro e estão dispostas a seguir: Produzir de acordo com o *Takt Time*, Desenvolver um fluxo contínuo onde for possível, usar supermercados para controlar a produção puxada, tentar enviar a programação somente para o processo puxador, nivelar o mix de produção, nivelar o volume de produção e desenvolver habilidade de fazer “toda peça todo dia”, (CARLENOSSI, 2012).

### 2.2.4. Benefícios e limitações do mapa do fluxo de valor

O mapa do fluxo de valor é uma ferramenta que favorece a visão comum de todos envolvidos no processo de mapeamento. Ao final, o mapa vai mostrar detalhadamente o fluxo de material e informação de processo a processo, mas nunca servirá para como deve ser fabricado certo produto ou até mesmo especificações de produto. Outro possível problema do mapeamento do fluxo de valor é sua aparência simples, o que faz parecer que qualquer um é capaz de realizar. Todo o processo de mapeamento do fluxo de valor deve ser realizado com pessoas treinadas em *lean* além de uma equipe que tenha conhecimento massivo de todo o processo, desde a chegada da matéria prima, passando pelas demandas do PCP até a expedição do produto.

### **3. Procedimentos metodológicos**

#### **3.1. Cenário da empresa**

O trabalho foi realizado em uma siderúrgica do sul do Brasil, uma empresa pertencente a um dos maiores grupos produtores de aço do mundo. A empresa foi a primeira usina siderúrgica do grupo que hoje é o maior produtor de aços longos das Américas e um dos principais fornecedores de aços especiais para a indústria automotiva. A empresa está presente em todos os continentes e possui unidades industriais em quatorze países (Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, Espanha, Estados Unidos, Índia, Guatemala, México, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela), a empresa tem sede em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, é de grande porte empregando aproximadamente 45 mil funcionários e produzindo cerca de 25 milhões de toneladas de aço por ano.

Os produtos do Grupo se dividem em quatro grupos: aços longos carbono; aços longos especiais; aços planos e placas, blocos e tarugos. Dentre seus principais produtos em aços longos carbono podem ser citados: arames, cordoalhas, telas, grampos, pregos, vergalhões, treliças, fio máquina (CA60), eletrodos de solda, barras, perfis e cantoneiras. Na unidade onde o trabalho será realizado o aço produzido é aço longo carbono e os principais clientes dos produtos são empresas de construção civil, infraestrutura, agropecuária e petroquímica.

A usina é uma das principais unidades do grupo, sendo responsável pela produção de 440 mil toneladas de aço bruto e 400 mil toneladas de produtos laminados. A unidade emprega cerca de 1400 colaboradores, sendo 1000 próprios e 400 terceiros, localiza-se em Sapucaia do Sul, região metropolitana de Porto Alegre. A unidade conta com: uma aciaria, duas laminações, duas trefilarias, uma fábrica de pregos e uma fábrica de telas e treliças.

O presente artigo foi desenvolvido a partir do processo de fabricação de pregos e grampos da unidade, compreendendo desde a trefilação do fio máquina transformando o em arame, passando pelo corte, polimento e empacotamento dos pregos, até sua expedição ao cliente. Incorporando, também, todas as informações necessárias para a produção dos produtos. A escolha deste processo está ligada à facilidade de acesso às informações, e a família de pregos escolhida será a que tem maior representatividade para a empresa, isto é, será escolhida a família que tiver maior representatividade em margem EBTIDA, maior volume de produção e maior presença internacional.



### **3.2. Caracterização do método da pesquisa**

O artigo é caracterizado com aplicado, já que tem por objetivo o mapeamento do fluxo de valor da Fábrica de Pregos, que mostrará a alocação ideal dos recursos críticos da fábrica. O trabalho é caracterizado como qualitativo, pelo fato de fazer união de métodos já existentes. Mas também é caracterizado como quantitativo, visto que tem por objetivo a redução de indicadores específicos. Por fim o objetivo do trabalho é descritivo, uma vez que a partir do levantamento de dados obter-se-ão informações para contribuição da melhor organização dos recursos da empresa.

### **3.3. Caracterização do método de trabalho**

O trabalho foi desenvolvido em cinco etapas: coleta de informações, estudo do processo produtivo, desenho do mapa do estado atual, análise do mapa do estado atual com proposição de melhorias ao processo e desenho do mapa do estado futuro.

- Coleta de informações: a primeira etapa do trabalho foi coletar todas as informações necessárias para a construção do mapa. Algumas informações serão coletadas via medições na própria fábrica, outras delas serão coletadas com auxílio do PCP da unidade e outras com a equipe de *marketing* e vendas da empresa. Informações de previsão de volume de cada tipo de prego serão coletadas com a equipe de vendas, informações a respeito do mix de produção que será adotado com a equipe do PCP. Os dados referentes ao processo como: *Takt time*, os tempos de operação de cada máquina, os tempos de operação manual serão coletados no chão de fábrica.
- Estudo do processo: todo o processo foi avaliado com auxílio de uma equipe multidisciplinar composta por integrantes de cada parte do processo. Farão parte da equipe: operadores do processo (corte, polimento e empacotamento), responsáveis pelo processo (facilitadores de rotina e estagiários), equipe de SOP (*Sales and operational planning*), planejadores de produção da unidade e do fornecedor direto (fábrica de pregos e trefilaria, respectivamente) e a equipe de logística (facilitador de rotina e operadores especializados).
- Desenho do mapa do estado atual: a tarefa do desenho do mapa do estado atual exige conhecimento do sistema *lean* de produção e ampla visão do processo, por isso, esta etapa do estudo foi elaborada pelo facilitador de melhorias da fábrica de pregos, este terá o auxílio de toda equipe envolvida no processo.
- Análise do mapa do estado atual com proposição de melhorias: nessa etapa do projeto os operadores envolvidos passam a ser multiplicadores de cultura *lean*,

seu papel foi disponibilizar todo seu aprendizado para os demais colegas de turma e repassar a visão da equipe de operação para a equipe *lean*. Todas as atividades mapeadas serão divididas nos seguintes grupos: agregam valor, não agregam valor, porém são necessárias ao processo e não agregam valor e não são imprescindíveis ao processo. Depois dessa classificação a equipe teve de decidir como a nova rotina do processo seria posta em ação e como seria medida a aderência a essa nova rotina.

- Desenho do mapa do estado futuro: assim como o desenho do mapa do estado atual, o mapa do estado futuro exige conhecimento do processo bem como de suas restrições. Dessa forma o mesmo profissional realizou a atividade, também nessa etapa alguns parâmetros do processo foram alterados e tiveram de ser medidos pela equipe da rotina. Outra tarefa que coube a equipe da rotina foi a repadronização de algumas atividades alteradas pelo projeto. Depois de todo mapa desenhado, todas as atividades com o padrão adequado, toda equipe da fábrica foi treinada em um *workshop*.

#### **4. Resultados e discussões**

A investigação do mapeamento do fluxo de valor na fábrica de pregos teve duração de 60 semanas e envolveu funcionários da fábrica de pregos, trefilaria, logística e PCP da empresa.

##### **4.1. Mapa do Estado Atual**

Seguindo o cronograma proposto pelo trabalho, inicialmente o grupo iniciou a coleta de informações e pelo estudo do processo. A primeira informação coletada foi junto à equipe de S&OP da empresa, basicamente foi levantado qual era o mix de produtos que estava na carteira do mês. Com base nesse mix o PCP da fábrica de pregos converte a necessidade da equipe de vendas em diferentes bitolas de arame, essa lista de bitolas é enviada para o PCP da trefilaria, fornecedor de arames da fábrica de pregos, que determina como o supermercado de arames deverá ser abastecido naquele mês. Com a carteira de vendas e com o plano de supermercado da trefilaria é feita a previsão de empacotamento de pregos, por meio de ordens de produção. Depois de cortados e empacotados, os pregos são enviados para a logística e lá armazenados até serem listados em uma ordem de carregamento e enviados para algum cliente.

A etapa de desenho do mapa do estado atual demandou duas semanas da equipe, e a simbologia utilizada está de acordo com a Figura II. Foi iniciado o mapa com o fluxo das informações, nesse caso, a carteira de vendas que vem por meio eletrônico do

cliente final da fábrica até a equipe de vendas, depois os dados já compilados da equipe de vendas que são enviados, também por meio eletrônico, para o PCP da fábrica de pregos, que por sua vez transforma os dados da equipe de vendas em necessidades de insumos para a fábrica e posteriormente, por meio eletrônico, envia as necessidades de arames para o PCP da trefilaria e a necessidade de outros insumos como caixas de papelão, filmes plásticos, *pallets*, etc. são enviadas para a equipe de suprimentos da unidade. A carteira de vendas também é convertida em ordens de produção para as máquinas de empacotamento que são enviadas em uma planilha eletrônica de 10 em 10 dias. Posteriormente, a equipe definiu o fluxo de materiais, e esse passou a ser chamado de: caminho do arame. Esse caminho se inicia com a transformação dos dados da lista de supermercado em estocadores de arame (rolos de 1000 kg), essa lista determina quantas toneladas de certa bitola de arames devem ser trefilados e em quanto tempo, de acordo com a Figura III.

## OTT5

<b>Produto</b>	<b>Código</b>	<b>Qtd.</b>	<b>Data Início</b>	<b>Data Fim</b>
JP 17	116000103	700000	01/mai	19/mai
JP 16	116000100	105000	19/mai	22/mai
JP 17	116000103	132000	22/mai	01/jun

Figura III – folha de controle máquinas de trefilar.

Depois de trefilado, o arame é pesado, etiquetado e enviado a logística para aguardar formar um lote e então ser enviado ao estoque da fábrica de pregos, chegando lá este é descarregado e distribuído para as máquinas de corte por um operador ponteiro (movimentador de cargas), o excedente é armazenado no estoque. O operador de corte, junto com o operador de empacotamento decidem quantas máquinas cortarão cada bitola para melhor atender a necessidade do empacotador.

O resultado final dessa primeira etapa é o Mapa do Estado Inicia, conforme Figura IV abaixo.



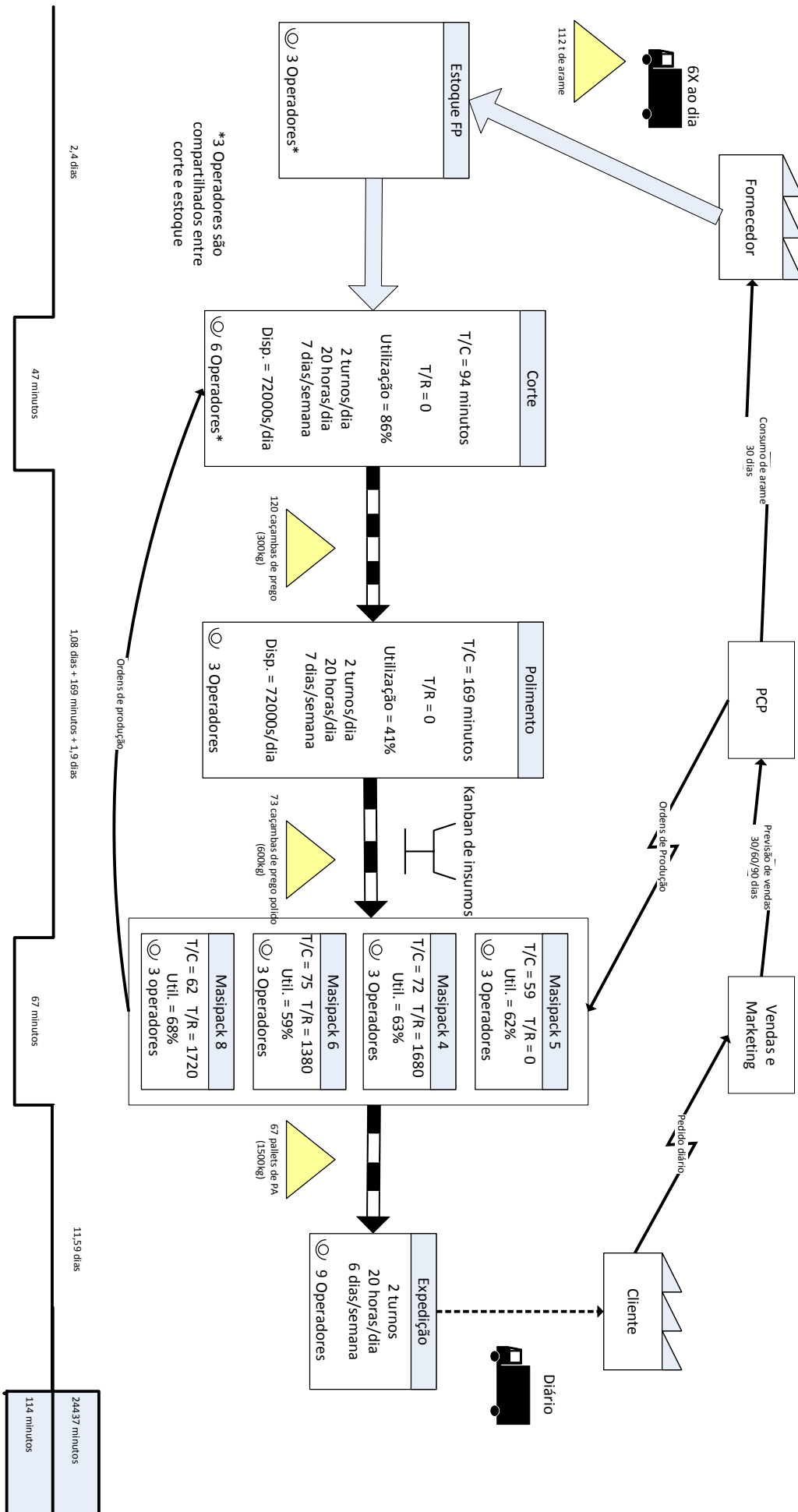


Figura IV – Mapa do Estado Inicial

## **4.2. Principais Perdas**

Durante a coleta de informações foram observadas algumas oportunidades. As máquinas de empacotamento são o segundo processo da fábrica de pregos e somente elas tinham uma programação formalmente definida. O que prejudicava o atendimento ao cliente, que é medido pelo atendimento às ordens de produção. O arame era transportado em carretas do fornecedor, Trefila 2, até o cliente Fábrica de Pregos que distam aproximadamente 1 km, o que não agrega nenhum tipo de valor ao produto. Indicadores conflitantes entre o processo corte e o processo empacotamento, o que prejudicava os interesses da empresa. Falta de confiabilidade no processo corte, devido à falta de um sistema de controle, os operadores no final do mês enchem todas as 230 caçambas de sua célula com um mix de pregos que eles mesmos definiam, afim de não faltar pregos para o processo empacotamento, porém sem nenhum critério de programação.

## **4.3. Plano de Ação**

Depois do mapa do estado inicial construído e as principais oportunidades levantadas, a equipe propôs um plano de ação para melhorias. Com os pontos levantados na etapa anterior: reduzir o transporte do arame para a fábrica de pregos, todo o processo deve ser puxado pelo empacotamento, existe uma necessidade de controle do processo de corte, as metas da operação devem ser iguais, deve se estipular um nível máximo de estoque no final e durante o mês, a programação deve alinhar-se também com as máquinas de corte. Criou-se as seguintes ações:

- Para estabelecer um método formal de controle foram medidas as rotações por minuto de todas as máquinas de interesse e com essa informação foi encontrado uma produção máxima teórica de cada máquina, apresentada na Tabela I. Esses dados foram utilizados para definir o quanto cada máquina deveria produzir de cada tipo de prego e em que momento, o que está representado na figura Figura V.

RPM e CORTE (kg/TURNO)		
MÁQUINA	RPM	CAPACIDADE EM (kg/TURNO)
E1	950	1548
E2	950	1548
E3	950	1548
E4	950	1548
E5	1100	1800
E6	1100	1800
E7	1100	1800
E8	1100	1800
E9	1100	1800
E10	1100	1800
E11	1100	1800
E12	1100	1800
E13	1300	1908
E14	1300	1908
E15	1100	1800
E16	1300	1908
E19	2000	3600
E20	2000	3600
E21	2100	3780

Tabela I – RPM máquinas e capacidade de corte por turno.

# EK19

Produto	Código	Qtd.	Data Início	Data Fim
CC 17x27	117000173	6000	01/mai	02/mai
CC 17x27 EXP	117000048	9000	02/mai	04/mai
CC 17x27	117000173	132000	04/mai	25/mai
ANELADO 17x27	117000212	1000	25/mai	25/mai
CC 17x27	117000173	18000	25/mai	28/mai

Figura V – folha para controle de corte.

- Para redução do transporte de arames foi estudada a mudança das três máquinas fornecedoras de arame da trefilaria para o estoque de arames da fábrica de pregos, o que reduziria o transporte de 2300 t de arame por mês, a movimentação de 52 carretas dentro da usina, o estoque de arames em 60%.

Além de perdas não mensuradas como oxidação de matéria prima e exposição a equipamentos com riscos críticos como pontes rolantes e empilhadeiras;

- Para o processo passar a ser puxado pelas empacotadoras e unificar as metas da operação, todas as ordens de produção das máquinas de empacotamento foram divididas entre as máquinas de corte, que deverão respeitar a folha de corte criada pela liderança. O programa metas foi reformulado e a meta “Atendimento ao volume programado” passou a ser “Atendimento às ordens de produção”, para todos os funcionários da célula, incluindo a liderança.
- Para eliminar a prática de encher todas as caçambas com qualquer tipo de pregos e com isso reduzir o *work in process* da fábrica, foi determinado um mix ótimo, Figura VI, que poderia atender a qualquer programação, não especial. Esse mix foi determinado de acordo com a capacidade de empacotamento das máquinas e o lote máximo diário de cada tipo de prego, de acordo com a Tabela II abaixo.

<b>NÍVEL MÁXIMO DE ESTOQUE</b>		
<b>PREGO</b>	<b>QUANTIDADE (KG)</b>	<b>QUANTIDADE EM CAÇAMBAS</b>
16X21	3000	5
16X24	8000	13
17X21	6000	10
17X24	3000	5
17X27	30000	50
18X24	4000	7
18X27	8000	13
18X30	8000	13
18X33	4000	7
18X36	6000	10
19X36	6000	10
19X39	6000	10
<b>TOTAL</b>	<b>92000</b>	<b>153</b>

Figura VI – nível máximo de estoque.

<b>PPHs Masipacks</b>			
<b>Máquina</b>	<b>Dosadoras</b>	<b>CPL em Ciclos</b>	<b>PPH</b>
MS3	10	24	720
MS4	12	28	1008
MS5	14	33	1386
MS6	14	28	1176
MS8	16	30	1440

Tabela II – produção máxima por hora máquinas de empacotar.



- Para alinhar a programação das máquinas de empacotamento com as máquinas de corte e reduzir tempos de setup nas máquinas, foi determinada uma restrição para o PCP. As máquinas devem iniciar o mês com a mesma bitola que o mês foi encerrado.

#### 4.4. Mapa do Estado Futuro

Para a confecção do mapa do estado futuro, foram utilizadas as oito perguntas chaves para o Mapa do Estado Futuro, propostas por Rother & Shook.

- Qual é o *Takt Time*? A fábrica opera 62760 segundos por dia, tendo uma demanda na família estuda de aproximadamente 81000 kg/dia, totalizando 4050 caixas/dia, logo o *takt time* é 15,49 segundos.
- Será produzido para supermercado de produtos acabados ou diretamente para expedição? Para a família em estudo, será produzido apenas para a expedição.
- Onde será possível adotar um fluxo contínuo? Foi possível estabelecer um fluxo contínuo em um dos pregos da família, para essa conclusão o volume de produção desse prego foi o fator decisório, em torno de 35% do volume total da família. Para realizar essa adequação, todas as máquinas que produzem o prego em questão, que anteriormente cortavam seus pregos e os despejavam em caçambas, passaram a enviar os pregos por meio de esteiras magnetizadas diretamente para a máquina de empacotar, eliminando o uso de caçambas nesse prego e o abastecimento da máquina de empacotamento.
- Onde será utilizado processo de puxar, supermercado, para controlar a produção? O único local do estudo que foi estabelecido estoques do tipo supermercado foi na trefilaria.
- Qual será o processo puxador? O processo puxador da fábrica será o empacotamento. Com programações feitas formalmente via PCP, porém o processo corte também será programado, mas com base no empacotamento já que este determina o *takt*.
- Que incremento de trabalho será produzido no processo puxador?  
O incremento de trabalho, também conhecido como *Pitch*, mostra a frequência com que a quantidade de produtos correspondente a uma carga, nesse caso pallet, deve sair do processo puxador. O tempo *Pitch* é dado pela fórmula:  $Pitch = Takt Time \times \text{Unidades de produtos/embalagem}$ . Portanto, podemos obter um *Pitch* de 309 segundos.

- Quais melhorias serão necessárias para o fluxo comportar-se como o fluxo do Mapa do Estado Futuro? Todas as melhorias apontadas na seção anterior.

Os principais ganhos da aplicação do estudo foram: redução de 60% no estoque de arames da fábrica de pregos, o que representa cerca de 300 t de matéria prima; eliminação do transporte de arames via carreta de 2300 t/mês de matéria prima; melhoria de 7,3% no atendimento às ordens de produção, de 85% para 92,3%, de acordo com a Figura VII; redução do WIP médio de 350 t/mês para 92 t/mês, de acordo com a Figura VIII; realocação de três funcionários para outras funções; aumento da capacidade de produção do principal tipo de prego da família escolhida de 700 t/mês para 1000 t/mês com a implementação de um fluxo contínuo.

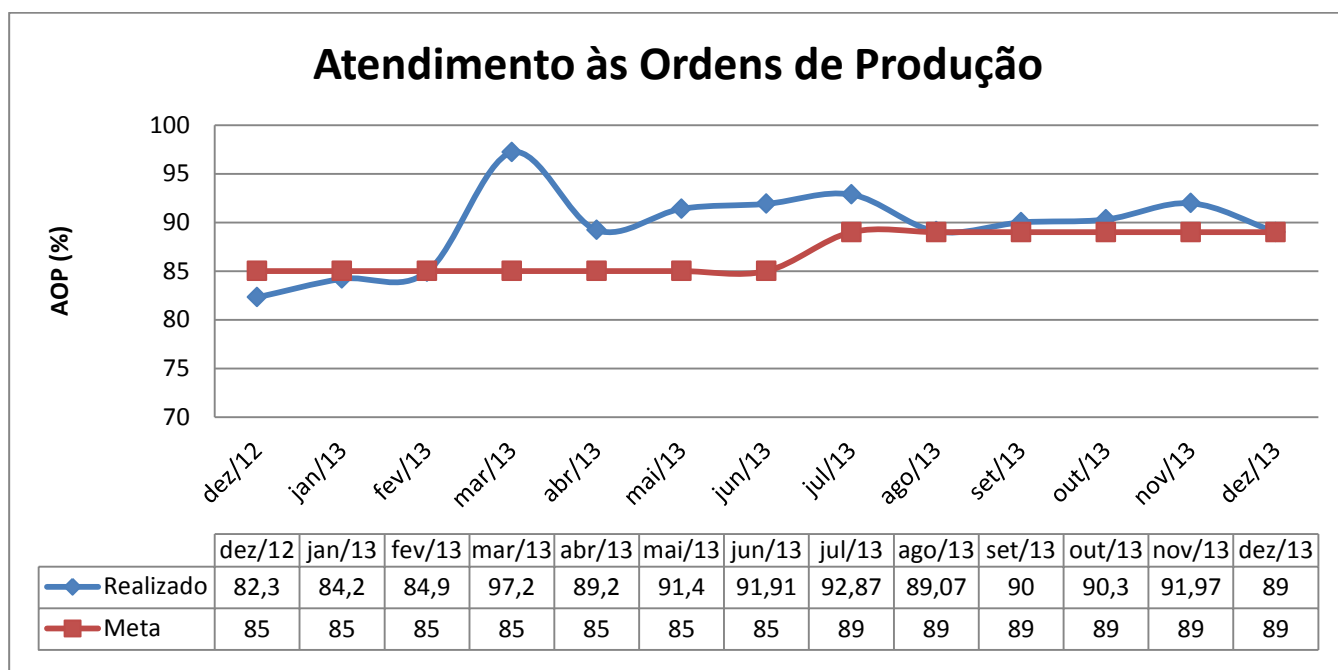


Figura VII – evolução atendimento às ordens de produção.

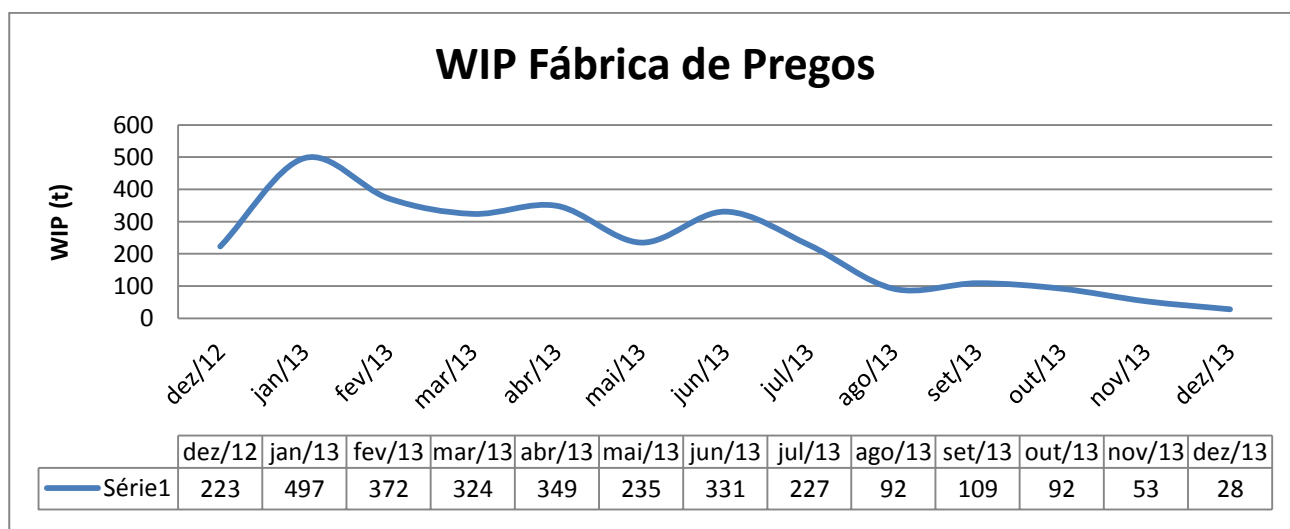
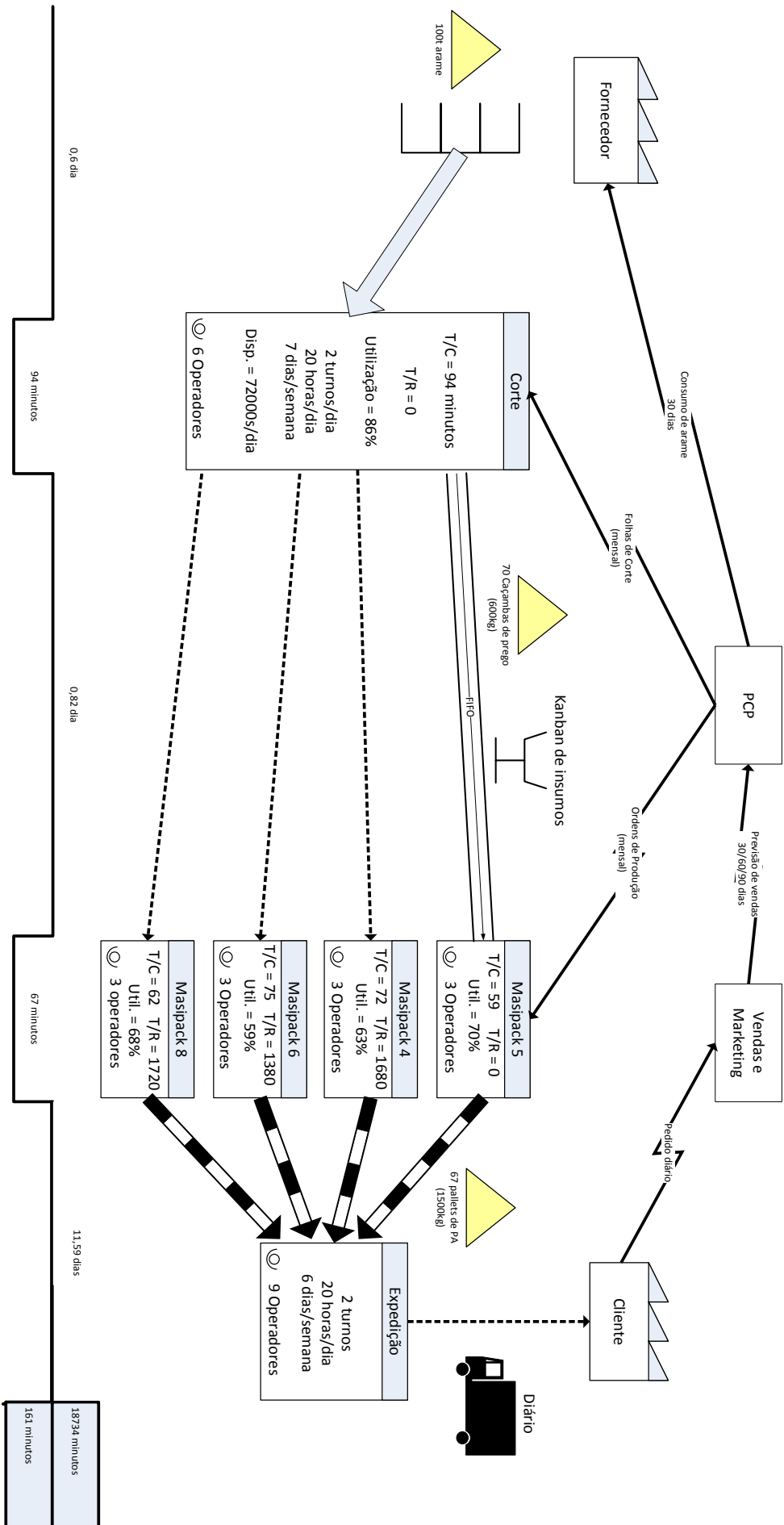


Figura VIII – evolução do WIP na fábrica de pregos.

O resultado final dessa etapa é o Mapa do Estado Futuro, que está representado pela Figura IX abaixo.



## 5. Conclusões

O trabalho que teve como tema o estudo da aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma fábrica de pregos de uma multinacional no sul, com os objetivos de ter uma melhora na disposição dos recursos críticos; melhora no atendimento aos clientes, por meio das ordens de produção e também a redução do *work in process*. Para tanto, foram envolvidos funcionários de todas as áreas afins para o planejamento e desenvolvimento do projeto, foram funcionários das áreas de: Planejamento e Controle da Produção, *Sales & Operation Planning*, Logística e da própria Fábrica de Pregos.

Com a execução do trabalho, primeiramente foram coletadas as informações necessárias para a construção do Mapa do Estado Inicial, essas informações parte foram coletas com a área de PCP, parte com a equipe de vendas da unidade e por fim parte medidas no chão de fábrica. Ao fim dessa primeira etapa de coleta de informações, foi reunida uma equipe multidisciplinar a fim de iniciar um estudo de todo o processo de produção de pregos, que engloba desde a trefilação do arame até a expedição do produto acabado ao cliente. Depois de todas as informações coletadas e organizadas, a mesma equipe teve a tarefa de construção do Mapa do Estado Inicial, que foi desenhado respeitando as premissas de nessa etapa representar todos os tipos de atividades: as que agregam valor; as que não agregam valor, porém são necessárias ao processo e por fim as atividades que não agregam valor. Com o Mapa do Estado Inicial desenhado, a equipe deu início a uma análise do que poderia ser modificado no processo, respeitando os princípios do STP, feito essa análise, a equipe foi reunida novamente para a construção do Mapa do Estado Final, esse já contemplou todas as melhorias que foram desenvolvidas durante todo o processo e serviu como base para o plano de ação para as melhorias do projeto. Por fim foi realizado um *workshop* para apresentação dos resultados para toda a equipe da fábrica.

Com a conclusão do trabalho a equipe entendeu que todas as melhorias apresentadas pelos indicadores foram dadas pela implementação completa do método, além do conhecimento prévio da equipe no Sistema Toyota de Produção, o que garantiu base para o Mapeamento do Fluxo de Valor. O envolvimento de todas as partes do processo enriqueceu a coleta e a análise das informações e também garantiu a visão de todas as partes envolvidas. Mesmo que não sido possível a criação de um sólido banco de dados para comparação entre o Estado Inicial e o Estado Futuro, devido a não implementação de todas as melhorias, os resultados já apresentados garantem que o método é capaz de reduzir WIP, áreas necessárias para estoque, movimentações de

materiais, além de melhorar a capacidade da tomada de decisões da equipe quanto a variáveis do processo.

## 6. Referências

- ANTUNES, J. et al. **Sistemas de Produção: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. ISBN: 8577801160
- CANTIDIO, SANDRO; **Mapeamento do Fluxo de Valor - O primeiro passo para a Produção Enxuta** - Lean Institute, 2009.
- DE SOUZA, FERNANDO BERNARDI; **Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos** – Revista Produção, v. 15, n. 2, p 184-197, 2005.
- GOLDRATT, ELIYAHU; COX, JEFF; **The Goal: A Process of Ongoing Improvement**, 1984. ISBN-10: 0884270610
- LIKER, JEFREY K.; MEIER, DAVID; **The Toyota Way Fieldbook**, 2006. ISBN:0071392319
- PERGHER, ISAAC; RODRIGUES, LUIS HENRIQUE; LACERDA, DANIEL PACHECO; **Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições**. 2011.
- ROLDAN, FREDERICO; MIYAKE, DARIO IKUO; **Mudanças de forecast na indústria automobilística: iniciativas para a estruturação de processos de tomada de decisão e processamento da informação**. Revista Gestão da Produção, São Carlos, v.11, 2004.
- ROTHER, M., SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar. Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.
- SAURIN, TARCISIO ABREU; RIBEIRO, JOSÉ LUIS DUARTE; MARONDIN, GIULIANO ALMEIDA; **Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior**, 2010.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção: do ponto de vista de engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- WOMACK, JAMES; **Lean Thinking**, Audio Book CD 1, 2006.
- CARLENOSSI, ANA CAROLINA NEVES; CARDOZA, EDWIN; **Proposta de melhoria para o processo produtivo de uma indústria de envase de óleo vegetal**. ENGEP, 2012.

