

## Mapeamento do fluxo de valor em empresa madeireira

Giuliano Marodin (UFRGS) zmarodin@terra.com.br  
Paulo Zawislak (UFRGS) pazawislak@ea.ufrgs.br

**Resumo:** *Em função da escassez de matéria prima, a decorrente elevação dos custos de produção dos produtos derivados da madeira tem imposto um severo ônus para empresas ao longo da cadeia produtiva florestal. Este artigo tem como objetivo analisar o fluxo produtivo de uma empresa madeireira com intuito de apontar melhorias, utilizando os princípios de Mentalidade Enxuta para buscar estabelecer vantagens competitivas. Com a aplicação da metodologia da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor foi possível vislumbrar os ganhos relativos à aplicação destes conceitos para a empresa.*

*Palavras-chave: mentalidade enxuta; Fluxo de valor; setor florestal*

### 1. Introdução

O setor florestal é composto por empresas produtoras de produtos derivados da madeira, tais como móveis, pisos, papel, embalagens e até geração de energia entre outros. Este setor destaca-se no cenário econômico brasileiro, sendo responsável por 4,7 % do PIB nacional em 2004 e gerando em torno de 1 milhão de empregos diretos (SBS, 2005).

A área de florestas plantadas no país chega a 5,4 milhões de hectares. Embora este número pareça elevado, esta área vem diminuindo drasticamente em função do déficit entre o plantio e o consumo de madeira. Desde o início da década de 90, anualmente, o volume de consumido de madeira apresenta valores maiores que o volume de madeira gerada pelo plantio. Tendo como exemplo o ano de 2004, o plantio representou apenas cerca de 30% do consumo de madeira no mesmo período (FREITAS, 2005).

As conseqüências não foram sentidas na indústria florestal na década de 90, pois este setor apresenta um caráter de longo prazo em sua base de fornecimento, sendo que as florestas necessitam de um período de 12 à 20 anos em média para tornarem-se produtivas. Conseqüentemente, os efeitos de um déficit no plantio atingiram a indústria florestal somente nestes últimos anos e tendem a aumentar nos próximos cinco anos (SBS, 2005).

O principal efeito deste déficit é o aumento do preço da matéria prima, devido ao fenômeno econômico da oferta de madeira tornar-se menor que sua demanda. O chamado “apagão florestal” vem gerando um aumento no preço da madeira em toras nos últimos anos, que chegou a cerca de 80% de 2000 à 2003 (FREITAS, 2005), e, conseqüentemente, gera um aumento nos custos de produção de produtos derivados da madeira causando perdas de competitividade das empresas nacionais.

Inserida neste contexto está à empresa objeto deste estudo, que a chamaremos de Southern Pines S.A. por motivos de sigilo dos dados. Pertencente ao setor madeireiro, a empresa fabrica produtos em madeira para a construção civil, seus principais produtos são molduras e componentes para o acabamento interno e externo de portas e janelas. A empresa exporta 100 % de sua produção e possui florestas próprias, entretanto, o seu fornecimento de matéria

prima responde por apenas 40 % do seu consumo atual, ou seja, o resto é comprado e esta sujeito aos preços ditados pelo mercado. O aumento do preço da matéria prima e a tendência a continuar aumentando vem reduzindo as margens da empresa, forçando, até, a vender produtos com margens negativas.

A análise da situação do mercado florestal, da empresa e dos objetivos traçados, nos remete a uma forma de organização da produção que esta ganhando cada vez mais espaço em empresas de diversos setores e cujos conceitos pregam pela redução dos desperdícios, melhoria contínua, aumento de produtividade, foco no cliente, entre outros, a chamada Mentalidade Enxuta (WOMACK&JONES, 1998).

A Mentalidade Enxuta apresenta-se como uma filosofia de gestão, buscado melhorar eficiência através da redução de desperdícios. A noção de desperdício esta fortemente ligada a enxergar o conceito de valor na visão do cliente, ou seja, identificar as atividades que são percebidas como valor na ótica de quem realmente paga pelos produtos. Estes conceitos derivam do Sistema Toyota Produção, criado por esta empresa japonesa que apresentou índices de lucratividade e de crescimento muito superiores as suas concorrentes a partir da década de 1970 (WOMACK *et al.*, 1992).

Estudos recentes demonstram que a aplicação dos conceitos de mentalidade enxuta trouxeram benefícios para empresas americanas pertencentes ao setor madeireiro, como é o caso de projetos realizados pela *Washington Manufacturing Services*, uma organização de capital misto, governo americano e privado, que visa capacitar empresas do Estado de Washigton. A aplicação da mentalidade enxuta em uma empresa fabricante de móveis (WMS, 2005a) resultou na redução de estoques, tempo de resposta, re-trabalho, entre outros. Outro caso descrito em um fabricante de componentes em madeira (WSM, 2005b) resultou na melhoria o fluxo de produção e melhor aproveitamento dos recursos produtivos.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o fluxo produtivo da empresa com intuito de apontar melhorias, buscando reduzir desperdícios, aumentar produtividade e estabelecer vantagens competitivas para a empresa. Para isto, foi utilizado a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor, criada por Rother & Shook (1998). Esta ferramenta utiliza-se de ícones e símbolos representar em uma figura fluxo atual de materiais e de informações e, a partir da aplicação dos princípios enxutos, apresentar propostas de melhorias.

Iniciamos com os conceitos de Mentalidade Enxuta e apresentação da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (sessão 2), a descrição da empresa, sua cadeia de valor e produtos na sessão 3. Após, na sessão 4, esta contido o Mapa do Estado Atual e sua análise, seguido das melhorias propostas. Para finalizar, a conclusão deste estudo, refere-se ao Mapa do Estado Futuro, onde são descritos os prováveis resultados da aplicação das melhorias, na sessão 5. A última sessão são referente-se a bibliografia utilizada.

## **2. Mentalidade Enxuta**

Nos anos 50, a economia japonesa estava devastada pela II Guerra e com o mercado interno limitado, demandando produtos variados e de baixo custo. O engenheiro chefe da empresa Toyota, Taiichi Ohno, percebeu que o paradigma de Produção em Massa, baseado na constância e abundância, não se encaixaria às necessidades de um mercado variado e restrito. Esta conclusão o levou a visualizar o processo produtivo utilizado pelas grandes empresas Norte Americanas do setor de forma crítica, visando reduzir custos, produzir em alta variedade e com qualidade superior. Partindo deste ponto, um conjunto de técnicas e pressupostos desenvolvidos ou adaptados de outras aplicações na Toyota a partir dos anos 50 formam o que chamamos de Sistema Toyota de Produção (STP) (WOMACK *et al.*, 1992).

O STP tem como objetivo fundamental produzir com melhor qualidade, menor custo e menor lead time, através de um processo produtivo que tenha seu fluxo otimizado e consiga eliminar desperdícios (excesso de produção, perda de tempo gasto na máquina, perda no processamento, perda no inventário, entre outros). O sistema busca criar valor na óptica do cliente com o menor custo possível para o produtor, pois quanto maior for a percepção de valor do cliente com o menor custo de produção possível, maior será a lucratividade da empresa. O sistema baseia-se em dois pilares fundamentais, chamados *just-in-time* e *jidoka*, e uma sólida base de padronização e melhoria contínua (WOMACK *et al*, 1992).

Apenas a partir dos anos 80, percebeu-se que o STP se encaixava no ambiente competitivo ocidental, dando origem a um novo paradigma de produção, a chamada Produção Enxuta (PASQUALINI, 2005). Esta é fruto da ocidentalização deste modelo japonês na criação de conceitos e ferramentas para levar o STP para a realidade das empresas ocidentais, iniciada pelo *best seller* de Womack et al (1992). O conceito evoluiu durante a década de 90, abrangendo não apenas questões ligadas à produção, mas a toda a empresa, a chamada Mentalidade Enxuta (WOMACK;JONES,1998).

## 2.1 Princípios da Mentalidade Enxuta

Em linhas gerais, o pensamento enxuto procura especificar valor a partir da óptica do cliente (valor), alinhar na melhor seqüência as atividades que criam valor (fluxo de valor), realizar essas atividades sem interrupção (fluxo contínuo) somente quando solicitadas (produção puxada) de uma forma cada vez mais eficaz (perfeição) (WOMACK&JONES, 1998). Estes cinco conceitos serão apresentados a seguir.

O ponto de partida é a definição de **valor**, mas esta não é feita pela empresa, e sim pelo consumidor, ou seja, o cliente final determina o real valor dos produtos. O valor do produto é relativo a satisfação obtida pelo cliente que tem sua necessidade suprida ou a solução de seus problemas. Portanto, valor pode ser definido como o que o cliente quer (WOMACK&JONES, 1998).

O processo de criação de valor segue um fluxo, o **fluxo de valor**, que são as atividades as quais são submetidos os produtos para a concepção do valor. Entretanto, há muita diferença entre o que o cliente deseja (valor) e como se conseguiremos atingi-lo, o fluxo geralmente não é perfeito. Este fluxo é formado tanto por atividades que agregam valor ao produto quanto por atividades que não agregam valor. O tempo de permanência de um produto em uma planta é frequentemente desperdiçado por estar parado em estoques, aguardando transferência, já processado ou aguardando inspeção, ou seja, estágios que não agregam valor algum (SUZAKI, 1987), gerando desperdícios (*muda*).

A partir da eliminação de desperdícios e alinhando os processos aos quais estão submetidos os produtos é possível implantar um **fluxo contínuo**, que é nada mais nada menos, que fazer o que o cliente deseja segundo a seqüência das atividades devidamente organizadas para que não ocorram interrupções. Produzir dessa maneira reduz significativamente os custos de operações devido principalmente a dois motivos: o risco de não entregar o que o cliente quer no momento exato que ele quer; e o risco de que os processos sejam interrompidos, gerando enormes desperdícios de tempo, que poderia ser utilizado no desenvolvimento de melhorias de produção de outros bens e etc.. (ZAWISLAK; MARODIN; GERBER, 2003).

A construção de um fluxo de valor contínuo que atenda as necessidades dos clientes torna lógico produzir apenas no momento desejado pelo cliente e na quantidade desejada. Desde modo, a melhor maneira seria deixar o cliente puxar a cadeia de valor e não mais tentar empurrar produtos, que talvez não supram mais as suas necessidades. Portanto, produzir em

**fluxo contínuo puxado** é exatamente produzir o que o cliente quer no momento em que ele quer, sem paradas.

Para produzir a demanda real, a mentalidade enxuta utiliza-se de métodos para que todos os processos sejam puxados por esta demanda. O conceito de enxergar cada processo da fábrica como “consumidor” de um anterior e “fornecedor” de um posterior serve para este propósito. Assim, produção só começará quando um processo posterior ou o cliente final solicitar (WOMACK&JONES, 1998), sendo que a responsabilidade pela programação diária de produção é transferida para os próprios processos.

A forma encontrada para puxar o fluxo produtivo foi o sistema *kanban*. Esse sistema é ligado ao conceito de supermercados, que seria uma espécie de estoque, onde cada produto possui um cartão, o cartão *kanban*, com informações referentes ao seu código, descrição, lote econômico, tempo de fabricação, entre outros. Estes cartões funcionam em conjunto com um quadro para controlar o nível de estoque destas peças e programar a produção do processo anterior, podendo ser um *kanban* de produção, que gera a ordem de produção, ou um *kanban* de retirada, que autoriza a retirada de um produto.

Essa ferramenta é utilizada quando não for possível a implantação de fluxo contínuo entre os processos (HENDERSON&LARCO, 1999), ou para disponibilizar uma entrega imediata, no caso de estar posicionado na expedição. Os supermercados, também, possibilitam trabalhar com as oscilações da demanda. A flexibilidade atingida torna possível atender com maior facilidade o cliente no momento e na quantidade desejada.

Outro princípio da mentalidade enxuta é a busca pela **perfeição**, ou melhoria contínua. A visualização dos princípios citados anteriormente apenas foi possível através desta busca constante de melhoria do processo, sempre na tentativa de se atingir a perfeição. A perfeição jamais será alcançada, entretanto ela serve como um antídoto à estagnação, fazendo com que a empresa esteja sempre inove com intuito de atender as necessidades dos clientes, que estão sujeitas a constantes mudanças (SPEAR&BOWEN, 1999).

A aplicação destes princípios enxutos em empresas onde os processos são empurrados, baseados na produção em massa vem enfrentando sérias dificuldades. Para isto, foi a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor, inspirada nos cinco princípios permite a identificação dos problemas de no fluxo de valor, fluxo de materiais, uma série de desperdícios e abre espaço para uma processos de melhorias.

## 2.2 Ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor

O Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta contida em Rother & Shook (1998). Essa é uma ferramenta operacional simples que permite enxergar e entender o fluxo de informações e materiais por todo o fluxo de valor de um produto. O objetivo principal do mapeamento é possibilitar o início do processo de transformação enxuta em uma empresa. Desta forma, ele propicia uma visão de todas as etapas e fluxos dos processos, buscando desenvolver, posteriormente, um plano de ação para implantar as melhorias. A aplicação dessa ferramenta consiste em quatro etapas:

- Identificação de uma família de produtos
- Desenho do estado atual
- Desenho do estado futuro
- Plano e implementação

A primeira etapa consiste em escolher um produto ou Família de Produtos que terá o seu fluxo mapeado. Conforme Rother e Shook (1998) deve-se iniciar o mapeamento por um

grupo de produtos e não por todos os produtos da empresa. Segundo a metodologia, os problemas inerentes a um grupo de produtos tendem a serem os mesmos na maioria dos produtos da empresa.

### 2.2.1 O Estado Atual

O mapa do Estado atual reflete o fluxo de matérias e informação, junto com a situação atual dos recursos disponíveis pela empresa. Este desenho é realizado a partir das informações referentes a família de produtos escolhida. As informações referentes aos clientes, à fornecedores e ao PCP devem ser buscadas em cada setor, entretanto, os dados referentes aos processos produtivos devem ser obtidas diretamente no chão de fábrica para reproduzir com exatidão o atual fluxo de valor. Em linhas gerais, estas informações referem-se a:

- Necessidades do cliente: peças por mês, turnos de trabalho, frequência entregas.
- Tempo de trabalho na empresa: dias por mês, turnos por dia, horas por turno.
- Processo de Produção: etapas, tempos, máquinas e pessoal disponíveis.
- Programação e Controle da Produção (PCP): previsões, lançamentos, compras, pedidos, ordens de produção para as etapas e para expedição.
- Fornecedor: Lotes mínimos, frequência de entregas, tempo de entrega.

Certos conceitos precisam ser compreendidos para a interpretação do desenho, dentre elas: o tempo de ciclo (T/C), tempo que leva entre um componente e o próximo a saírem do mesmo processo; tempo de troca (T/R), tempo necessário para mudar a produção de um tipo de produto para outro; e lead time, tempo levado para que uma peça percorra todo o processo produtivo, desde sua chegada como matéria prima até sua entrega ao cliente.

O tempo é elemento-chave neste exercício. Transformar o fluxo total de valor (i.e. todos os processos produtivos e não produtivos) em uma noção temporal única (segundos, minutos, horas, dias, semanas) permite avaliar o potencial de atendimento das necessidades dos cliente.

A simbologia utilizada para ilustrar esta ferramenta consistem em ícones para visualizar os fluxos de informação e materiais tanto no Estado Atual como no Estado Futuro.

### 2.2.2 O Estado Futuro

O desenho atual possibilita a construção do novo fluxo de valor, o estado futuro, que é na verdade o fruto da análise do estado atual sob a ótica dos princípios enxutos. Algumas premissas devem ser compreendidas para a construção deste mapa.

Primeiramente deve se calcular o *takt-time*, ou seja o tempo que sinaliza ritmo de venda. Esse cálculo é feito pela divisão do tempo total disponível pela empresa para a produção por turno pelo número de pedidos do cliente por turno. O resultado será a noção econômica que deve ser almejada pelo T/C (noção técnica). O gráfico comparativo do *takt time* o T/C de todos os processos servirá para obtermos duas informações: quais os pontos onde devem ser feitas melhorias de processo (redução do T/C) e orientar na criação de células de produção (quando possível).

O segundo passo é definir se empresa deve produzir para uma expedição ou para um supermercado de produtos acabados. As características dos produtos (valor e customização) e o tempo de entrega exigido pelo mercado são fatores importantes nesta escolha. A customização, ou seja, produção sob encomenda, inviabiliza um supermercado de produtos acabados, assim como produtos de altíssimo valor agregado, como por exemplo máquinas agrícolas, aviões e etc. Esse supermercado apenas se faz útil quando o produto é padrão para todos os clientes e mesmo assim, apenas quando a pronta entrega for exigida ou valorizada.

A seguir deve-se desenvolver fluxo contínuo onde for possível, isso quer dizer, entre processos que tenham tempos de ciclo similares. Assim, produzir-se-ia uma peça de cada vez, sendo a peça passada para a outra etapa diretamente sem que haja paradas, lembrando que o ideal é ter todos os T/C ligeiramente inferiores ao *takt-time*. A criação de células e fluxo contínuo entre processos é o resultado desta etapa.

Onde não é o possível à aplicação de fluxo contínuo deve-se colocar supermercados, controlados por sistemas kanban para programar a produção. Os supermercados são utilizados entre processos que tem tempos ciclos muito diferenciados, eles são uma maneira de fazer o nivelar e programar a produção nos processos responsáveis por suprir-lo. Apenas um ponto da fábrica irá receber a programação da produção via PCP, os outros terão suas ordens de produção controladas pelos sistemas kanban.

A partir do Mapa do Estado Futuro, é possível criar o Plano de Ação, que é uma ferramenta de organização das ações necessárias para que a transformação enxuta flua da forma mais adequada possível. Ele é composto por um cronograma de organização e acompanhamento das medidas necessárias, onde estão contidas as ações, as equipes, os responsáveis, a seqüência das atividades, o tempo de realização de cada uma delas. De posse deste documento, a empresa pode planejar com precisão a aplicação de recursos humanos e financeiros que irá disponibilizar em cada etapa do projeto e analisar o retorno esperado.

### **3. A empresa Southern Pines**

A empresa fabrica molduras, painéis e componentes em madeira para a construção civil, sendo que exporta 100 % de sua produção. Atualmente, a empresa conta com mais de 1.500 colaboradores diretos, sendo que o seu faturamento no ano de 2004 superou a barreira dos US\$ 60 Milhões.

A empresa atua de forma verticalizadas na condução da cadeia de suprimentos, ou seja, ela possui reflorestamentos próprios, sendo responsável desde o plantio de matéria prima, passando por todas as atividades industriais necessárias. Para compreender melhor as atividades da empresa devemos compreender como é organizada a sua cadeia de valor.

A cadeia de valor na empresa pode ser dividida em três etapas distintas. A primeira etapa refere-se à fonte de matéria prima, ou seja, o manejo dos reflorestamentos. As atividades contidas nesta etapa são: o plantio, o manejo e o corte das arvores, disponibilizando, após, a madeira em toras para os próximos processos produtivos. Uma característica desta etapa é o caráter de planejamento de longo prazo, pois as florestas necessitam de um horizonte de 10 a 20 anos para atingirem sua maturidade.

A segunda etapa são as transformações primárias, neste caso, as serrarias, onde a madeira em toras é transformada em tábuas secas. As atividades compreendidas são: o transporte das toras provenientes das florestas, a serragem em tábuas de diferentes tamanhos, a secagem em estufas e o transporte para o próximo processo produtivo. As serrarias trabalham fortemente voltadas ao aproveitamento da matéria prima, ou seja, o volume percentual de madeira aproveitável em relação ao volume de entrada desta matéria prima. Esta característica é importante, pois a madeira é o único componente usado nos produtos, ou seja, cada ponto percentual ganho no aproveitamento incide fortemente nos custos de produção. Os processos produtivos contidos nesta etapa possuem baixo nível tecnológico, resumindo-se a um sistema contínuo de esteiras e serras circulares, com o processo de estufas ao final destas atividades.

A última etapa refere-se às transformações secundárias, ou seja, a processos de industrialização responsáveis por transformar as tábuas secas em produtos finais. Esta etapa possui diversos processos produtivos: lixa, serragem, colagem, prensagem, pintura e

embalagem. Os produtos ditam os caminhos e os processos a serem seguidos. As atividades produtivas desta etapa apresentam maior nível tecnológico e diversidade de produtos.

Em sua gama de produtos, as molduras e os boards provenientes de florestas de Pinus e Araucária reflorestada representam os de maior volume de vendas e maior valor agregado. As molduras são vendidas para os chamados Home Centers norte americanos, lojas de departamentos que vendem uma alta variedade de produtos para construção, reparos e reformas doméstica. Elas são usadas como marco de porta, em janelas, para acabamento entre o piso e as paredes ou entre as paredes e o teto. A empresa também possui outras linhas de componentes para a construção civil composta por produtos diversos, de menor volume de produção.

O principal país importador é os Estados Unidos, sendo que a empresa possui também clientes na Inglaterra, Argentina, Holanda e Canadá. Seus clientes são em sua maioria distribuidores e Home Centers no exterior.

A produção média mensal da empresa é de 180 containers por mês de molduras e boards de Pinus, 75 containers de madeira serrada em bruto e 22 das outras linhas de produtos.

#### **4. Mapeamento do Fluxo de Valor na Southern Pines**

Para a utilização da ferramenta na indústria madeireira algumas adaptações foram feitas de acordo com características específicas da empresa.

No que diz respeito a cadeia de valor, por a empresa apresentar todos os processos ao longo da cadeia, desde a plantação, o manejo, cultivo de florestas até a venda a distribuidores, foi escolhido apenas uma parte da cadeia para aplicação da ferramenta. Neste caso, o mapeamento focou apenas nos processos industriais da empresa, as transformações secundárias, onde se vislumbrou a possibilidade de maiores ganhos.

No que diz respeito aos processos produtivos, o ramo apresenta diferenças marcantes, pois nele a matéria prima entra no processo de forma única, madeira em toras, e os processos produtivos incidem de forma a gerarem maior valor agregado de acordo com o aproveitamento percentual desta madeira. Em outros setores, diversos componentes constroem um produto, mas no caso da Southern Pines uma matéria prima é responsável pela produção de diversos produtos. Neste caso, o percentual de aproveitamento da matéria prima traz algumas modificações na aplicação da ferramenta, pois o aproveitamento é fundamental para a redução de custos. Para melhor entendimento vale a pena ressaltar que o valor pago pela matéria prima, em toneladas, é o mesmo e cada melhoria no aproveitamento influi diretamente na margem de lucro da empresa. Para melhor visualização do fluxo produtivo o aproveitamento percentual foi colocado em cada processo produtivo e os tempos de ciclo estão ajustados para a produção de 1 metro cúbico de madeira no processo final.

As informações referentes ao aproveitamento de cada processo esta contida nos mapeamentos com a sigla “AP” inserida na caixa de cada processo produtivo. O valor percentual refere-se a relação entre o volume de madeira resultante do processo em relação ao volume que entra no processo.

##### **4.1 Família de Produto**

A família de produtos a ser analisada é a de um tipo de board, pois eles representam um percentual significativo da produção, sendo utilizados no acabamento externo de casas, mais especificamente em acabamento superior de portas e janelas, no lugar de uma tábuas de madeira plana.

Os boards são produzidos a partir de Pinus reflorestados, em um comprimento padrão de 4,7 metros, com uma espessura padrão de 45 milímetros. Os boards são fabricados em 5 larguras diferentes, medidos em polegadas: 3 ½ , 5 ½ , 7 ¼ , 9 ¼ e 11 ¼ .

#### 4.2 Descrição de processos

A empresa possui dois clientes para esta família de produtos, ambos localizados nos EUA. O processo de envio de informação, previsões e entregas são semelhantes aos dois clientes. Estes enviam uma previsão com três meses de antecedência com direito a oscilações. Os pedidos fechados são enviados a cada 15 dias e o tempo para a colocação no porto de Paranaguá é de 21 dias, após, é necessário mais duas semanas para que os produtos cheguem aos EUA. O lead time de entrega ao cliente é de cinco a seis semanas.

A média mensal destes dois clientes para esta família é de 20 containers por mês, sendo que cada container carrega aproximadamente 51,92 m<sup>3</sup> de boards.

A partir dos dados de pedidos dos clientes, é feita a programação da produção de acordo com a carteira de pedidos. Nenhum software de programação é utilizado, as ordens são encaminhadas do PCP para os encarregados diariamente, que organizam o processo produtivo. De acordo com a chegada de novos pedidos, problemas de qualidade, ou atrasos, as ordens de produção vão sendo alteradas.

O processo inicial é a Plaina 1, onde a partir da tora seca serrada, é cortada no tamanho desejado. A empresa possui duas plainas que realizam este trabalho, sendo a Plaina 1 mostrada na figura abaixo a esquerda, e onde podemos ver a madeira em toras secas provenientes da serraria a direita, no centro a esteira e o guindaste onde a madeira é organizada para ser processada.

Após a madeira é encaminhada para a Destopadeira 1, onde manualmente são cortadas as partes que apresentam qualidade “A” e qualidade “B”. Uma mesma tábua possui parte destas duas qualidades, pois a diferenciação esta na presença da chamada medula central do tronco ou de nós, junção entre o tronco e seus galhos. A madeira de qualidade “B”, que apresenta estas imperfeições, é utilizada para produtos de menor valor agregado ou encaminhado para geração de energia, enquanto a madeira de qualidade “A”, neste caso, é utilizada na fabricação dos boards. As partes de qualidade “A” oriundas deste processo são chamadas de *blocks*. Neste processo ocorrem as maiores perdas pelo volume de madeira “B” resultante.

As partes cortadas de madeira em *blocks* são unidas no comprimento em tamanhos de aproximadamente 4,8 metros no processo chamado Finger joint. A máquina, então, serra no formato de dedos as extremidades das peças e realiza a junção com cola no comprimento desejado. A empresa possui quatro máquinas que realizam este processo.

Os boards seguem para o processo de prensa que está localizada em outro galpão, logo ao lado, e cola estas tábuas de acordo com a largura necessária. O processo é feito com cola fria, necessitando de 40 minutos de secagem e possui quatro compartimentos, neste caso, finalizando duas peças a cada 10 minutos.

Após a prensagem, as peças retornam para o galpão onde iniciaram o processo, por meio de empilhadeiras. A etapa seguinte é a passagem pela moldureira, que serve para nivelar a largura e a espessura das peças de acordo com as especificações. Por a prensa colar lateralmente as peças deixando diferenças no comprimento destas, o processo industrial final desta família é a Destopadeira 2, que alinha as peças no comprimento de 4,7 metros. As peças, então, seguem para a embalagem e a colocação nos containers, que são levados a medida que todos os produtos referentes ao pedido do container estejam prontos

Em relação ao fornecimento, o mapeamento utilizou informações referentes a maior serraria da empresa com média mensal de produção de 10.000 metros cúbicos de madeira serrada seca. As entregas são feitas em torno de 5 vezes ao dia feitos por um trator ao pátio onde está contido o estoque de madeira seca em *palets* de 1,10 m x 1,10 m x 2,70 m.

Não há quantidades previstas de entrega nem pedidos de material. As ordens da serraria são de obter o melhor aproveitamento do material que recebe do setor florestal, sendo este responsável por não causar ociosidade da serraria.

### 4.3 Mapa do estado atual

A seguir está o Mapa do Estado atual feito a partir dos dados levantados acima, com os fluxos de informação, parte superior, o fluxo de produção, parte inferior.

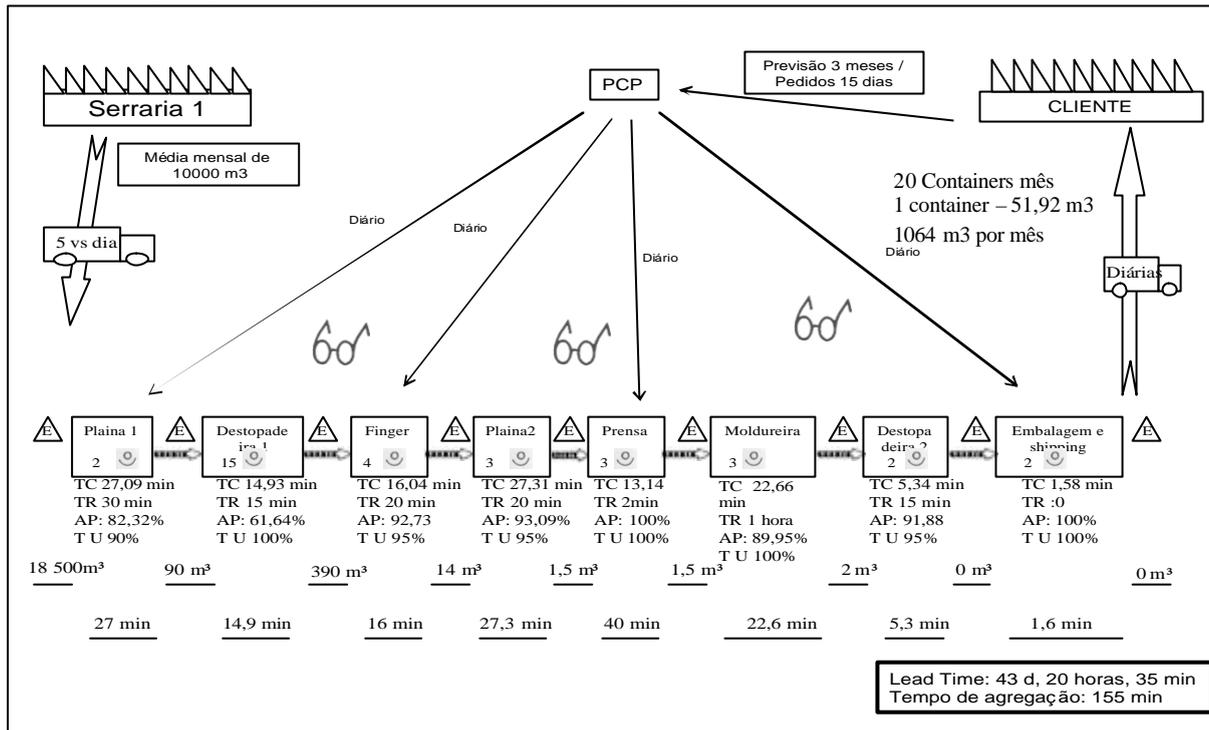


Figura 1 - Mapa do Estado Futuro na Southern Pines

### 4.4 Análise do mapa do estado atual

Iniciando pela relação de fornecimento podemos notar que a falta de comunicação entre a indústria e a serraria vem gerando altos níveis de estoques intermediários. Este é exatamente o ponto onde encontra-se a maior parte dos estoques em processo. Na realidade, a consulta em dados fornecidos pela empresa dimensionam este estoque em 10 000 m<sup>3</sup> de madeira serrada, entretanto a contagem métrica feita nestes estoques no pátio estimou em 18 000 m<sup>3</sup> de madeira, cerca de 55% a mais que o número apresentado pela empresa. Isto demonstra a falta de organização na administração de seus estoques intermediários.

Os problemas de *layout* são evidentes quando analisamos o processo produtivo desta família. As máquinas estão localizadas em dois galpões diferentes que dificulta o fluxo produtivo. O *layout* de funcionamento da fábrica é organizado segundo conceitos da produção em massa, ou seja, baseado em processos, por causa disto, as máquinas de prensa estão localizadas em um outro galpão. Um *layout* por família de produto tornaria possível a implantação de um fluxo contínuo entre alguns processos.

Para podermos analisar os tempos de ciclo de maneira eficaz é necessária a comparação dos Tempos de Ciclo com o *Takt time*. O consumo médio de 20 containers por mês de boards, equivalente a 1064 m<sup>3</sup> por mês. O total de minutos trabalhados é a multiplicação dos três

turnos trabalhados pela média de dias trabalhados no mês, resultando em 33 120 min. O takt time é 31,92 min por m<sup>3</sup>. Podemos ver a comparação entre os tempos de ciclo e o takt.

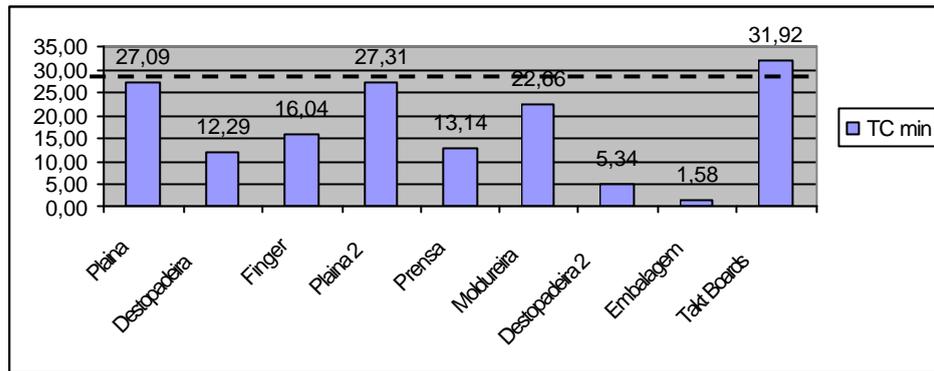


Figura 2 - Tempos de Ciclo e Takt time da fabricação da família de Boards

#### 4.5 Atingindo o estado futuro

O primeiro passo na aplicação de princípios enxutos na empresa refere-se aos indicadores de desempenho que devem ser aplicados de acordo com conceitos mais modernos de gestão de operações. Enquanto os gestores da empresa enfocam o controle em aproveitamento de matéria prima e produtividade em metros cúbicos por máquina, os indicadores de atendimento no prazo e quantidade de work-in-progress (estoques intermediários) são deixados de lado. Isto faz com que os supervisores processem as peças de maior largura no início do mês e deixem as de menor largura para o final do mês. Por um container conter produtos de diversas larguras, o índice de atendimento ao cliente no prazo acaba sendo prejudicado, atualmente está em torno de 65%. Apenas a partir dos reflexos desta mudança de mentalidade seria possível, então, iniciar as melhorias segundo a análise do Mapa Atual.

Iniciando pelo processo fornecedor, podemos observar a necessidade de estabelecer uma forma de comunicação entre o PCP e a serraria para redução do estoque de tábuas secas, responsável pelo maior volume de estoques. Duas das principais ferramentas da mentalidade enxuta devem ser usadas para resolver este problema: gestão visual e sistema *kanban*. A gestão visual teria como objetivo organizar o estoque visando facilitar sua mensuração e ordenando-o em forma de *FIFO* (primeiro que entra, primeiro que sai), assim abrindo caminho para o *kanban*. O sistema *kanban*, apoiando-se no conceito explicado anteriormente de supermercado, indicaria a situação deste estoque para o PCP que ficaria responsável pela programação da produção na serraria.

O tamanho deste supermercado no Estado Futuro foi estipulado em 5 dias de produção em virtude da possibilidade de atrasos no suprimento de toras devido a condições climáticas.

Em relação aos processos produtivos, o primeiro ponto a ser analisado refere-se à necessidade de ter um supermercado de produtos acabados ou de produzir em fluxo contínuo até a expedição. Como o mercado não exige prazos curtos de entrega e a empresa trabalha com produtos altamente customizados, a melhor opção seria não manter um supermercado na expedição.

Assim, a análise foi feita para decidir a partir de qual ponto seria mais vantajoso ter um fluxo contínuo até a expedição. No caso, a ordem de produção será dada diretamente para a Plaina 2, sendo que os produtos seguirão em fluxo contínuo até a embalagem. Para melhorar este fluxo são necessárias algumas melhorias para balancear os tempos de ciclo e tempos de troca dos processos subsequentes, de forma a não possibilitar superprodução nem ocasionar ociosidade. O fluxo contínuo apenas poderá ser obtido com uma mudança de layout que

impeça estoques intermediários e que transfira a Prensa para o mesmo local onde estão posicionadas as outras máquinas.

Para alimentar o processo de Plaina 2 seriam necessárias algumas melhorias em relação aos processos subseqüentes. Assim, um fluxo contínuo seria criado entre os processos de Plaina 1, Destopaderia 1 e Finger, sendo que as últimas duas possuem tempos de ciclo e tempos de troca semelhantes, o que indica a possibilidade de alinhar estes processos em *FIFO*. Entretanto, o desbalanceamento do TC da Plaina 1 em relação aos outros processos torna necessário que seja feito um *kaizen* para balancear os tempos de ciclo dos três processos.

Estes três processos funcionariam de acordo com o consumo de um sistema *kanban* com supermercado, que alimenta o fluxo contínuo criado a partir da Plaina 2. Este supermercado tem importante função para esta família de produtos, mas também para os outros produtos da empresa. Isto ocorre pelo fato de que este é o ponto onde todos os produtos da empresa tomam caminhos diferentes no fluxo de produção. Partindo deste ponto, o *layout* da fábrica deve ser organizado com as linhas de produção de cada família de produtos alimentadas por este supermercado. A mensuração deste estoque foi de 5 dias de consumo devido a diversidade de produtos intermediários que serão armazenadas nele.

Em relação ao fluxo de informação as ordens de produção providas do PCP se comportariam de maneira diferente. As informações seriam enviada apenas para o processo de Plaina 2 sendo que este processo alimenta-se do supermercado que a antecede e os produtos seguem em fluxo contínuo até a entrega ao cliente. A informação referente a retirada de material puxa o processo de Plaina 1 para suprir o que foi consumido pelo seu cliente interno, a Plaina 2. Assim, o fluxo de produção antes do processo de Plaina 2 seria auto-gerenciado pelos processos e pelos sistemas *kanban*.

### 5. Conclusões

O Mapa do Estado Futuro e as vantagens da aplicação dos princípios enxutos formam a conclusão deste trabalho, apresentados a seguir.

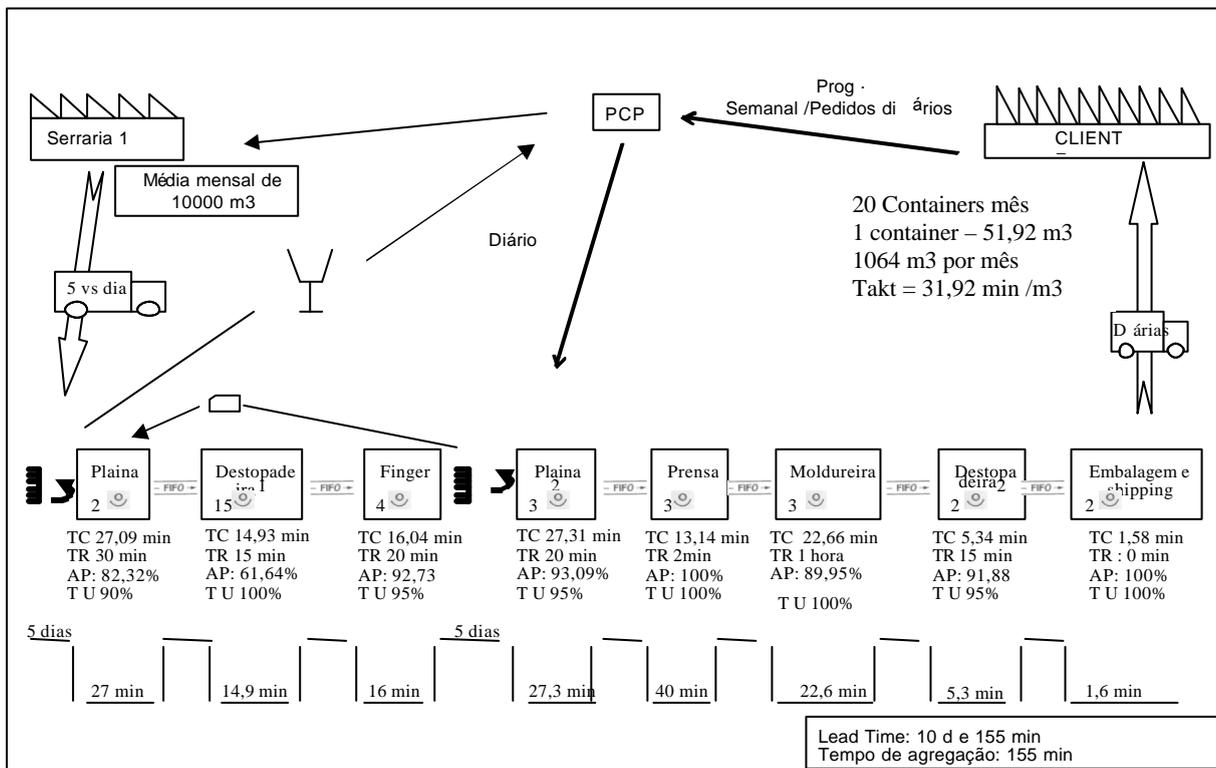


Figura 3 - Mapa do Estado Futura na Southern Pines

Em resumo, as vantagens referentes à aplicação dos princípios da mentalidade enxuta vislumbrados pela aplicação desta ferramenta:

Estados	Atual	Futuro
Lead Time	43,8 horas	10 horas
Agregação de Valor	2,6 horas	2,6 horas
Total de Não Agregação	1049,9 horas	239,9 horas
Estoque	18 500 m <sup>3</sup>	3220 m <sup>3</sup>
Custo contábil	R\$ 3,5 milhões	R\$ 0,7 milhões

Tabela 1 - Comparação entre Estado Atual vs Estado Futuro

Podemos notar uma redução no *Lead time* total em 77 %, ou seja, os produtos fluem mais rapidamente entre todos os processos da empresa e com isto ela pode oferecer uma redução no prazo de entrega aos seus clientes. Outra consequência da redução do *lead time* total é a redução de estoques intermediários. Neste caso, foi comprovado que a partir destas melhorias a empresa pode operar com 27,4 % dos estoques atuais. Em valores, levando em conta o custo contábil, poderia reduzir o valor do estoque em 80%, aumentando o capital de giro da empresa. Neste caso, quantificar os ganhos de espaço físico não foram necessários para expor as vantagens do sistema.

Para finalizar, o próximo passo é a apresentação deste trabalho para os gestores da Southern Pines, que devem decidir se a empresa irá iniciar um processo de transformação enxuta ou continuará a operar de acordo com os métodos atuais de produção.

## BIBLIOGRAFIA

- FREITAS, A.R. Os Riscos de um Apagão Florestal. Seminário de Reflorestamento e Desenvolvimento Sustentável, Porto Alegre, março de 2005.
- HENDERSON, B; IARCO, J. Lean Transformation: How to Change your Business into a Lean Enterprise. Virginia: Oaklea Press, 1999
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PASQUALINI, F. **Fluxo de valor na construção de edificações habitacionais: Estudo de caso em uma construtora de Porto Alegre/RS.** Dissertação de Mestrado, EA/UFRGS, 2005.
- ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda.** Massachusetts : Brookline, 1998. 96 p.
- SBS (Sociedade Brasileira de Silvicultura) – disponível em <http://www.sbs.org.br/secure/4> acesso em 15 de abril de 2005.
- SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System** Productive Press, Cambridge, Ma, 1985.
- SIMIONI, F; ROTTA, D; BRAND, M. **Característica Recentes da Indústria Madeireira no Brasil.** Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC), 2002.
- SPEAR, Steven & BOWEN, H. Kent “Decoding the DNA of the Toyota Production System”. **Harvard Business Review**, Setembro-Outubro, p 97-106, 1999.
- SUZAKI, K. **The new manufacturing challenge.** New York: Free Press, 1987.
- Washington Manufacturing Services (WMS). **Commercial Millwork & Fixture Reduces Lead-Time by 75% Using Lean Manufacturing.** Disponível em <http://www.wamfg.org/pages/results54Body.html>. 2005a.
- Washington Manufacturing Services (WMS). **Dimensional Wood Products Improves Scheduling and Layout.** Disponível em <http://www.wamfg.org/pages/results40Body.html>, 2005b.
- WOMACK, J.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- ZAWISLAK, P; GERBER, C; MARODIN, G. **A Produção Enxuta Aplicada ao McDonald's.** In: VI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), FGV-EAESP, São Paulo, 2003.